

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКЕ
И ПРИРОДНЫМ РЕСУРСАМ
ПРИ ГЛАВЕ ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ



ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

Сборник докладов
XI Международной научной конференции аспирантов и студентов
(Донецк, 11–13 апреля 2017 г.)

*Посвящается
80-летию Донецкого национального
университета,
Дню эколога и Всемирному дню охраны
окружающей среды*

Донецк
ГОУ ВПО «ДОННТУ»

Ростов-на-Дону
Издательство Южного федерального
университета

2017

УДК 502/504(063)
ББК 20.18я43
О-926

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук *К. Н. Маренич* (ответственный редактор);
канд. биол. наук *Е. В. Кочина* (ответственный секретарь);
д-р хим. наук *В. В. Шаповалов*; канд. хим. наук *Е. А. Трошина*;
канд. техн. наук *С. П. Веретельник*; канд. техн. наук *В. Н. Артамонов*;
канд. биол. наук *А. И. Сафонов*; канд. биол. наук *А. Д. Штирц*;
д-р биол. наук *Н. Н. Ярошенко*; канд. техн. наук *В. В. Кочура*;
д-р хим. наук *В. В. Приседский*; д-р хим. наук *Л. Ф. Бутузова*;
канд. наук гос. управления *М. Н. Шафоростова*

О-926 **Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов** : сборник докладов XI Международной научной конференции аспирантов и студентов (Донецк, 11–13 апреля 2017 г.) / ДОННТУ, ДонНУ ; [редкол.: К. Н. Маренич, Е. В. Кочина (отв. ред.) и др.]. – Донецк : ГОУ ВПО «ДОННТУ» ; Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета, 2017. – 560 с.
ISBN 978-5-9275-2533-1

В сборнике приведены доклады XI Международной научной конференции аспирантов и студентов, в которых обобщаются итоги научно-технического творчества студентов и аспирантов по экологической тематике за последние годы.

Рассмотрены актуальные вопросы обезвреживания газовых выбросов; рекуперации промышленных отходов; очистки сточных вод; современного оборудования экологически чистых технологий и защиты биосферы; оценки и мониторинга состояния окружающей среды; фитооптимизации техногенной среды и охраны растительного мира; фауны, экологии и охраны животного мира; экологической безопасности; химии окружающей среды; рационального использования природных ресурсов; экономических проблем сбалансированного природопользования. Значительное внимание уделяется рассмотрению современных тенденций в оптимизации природоохранных мероприятий; исследованию влияния разнообразных антропогенных факторов на состояние окружающей среды; широкому спектру вопросов экологии и экологической безопасности и др.

В докладах содержатся практические рекомендации и предложения, реализация которых может привести к улучшению экологического состояния различных регионов. Материалы могут быть использованы специалистами, которые занимаются вопросами охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов.

В тексте докладов подчеркнуты инициалы и фамилии научных руководителей студенческих работ. Авторы работ несут ответственность за достоверность результатов исследований и качество текста докладов.

Материалы публикуются в авторской редакции.

УДК 502/504(063)
ББК 20.18я43

ISBN 978-5-9275-2533-1

© ГОУ ВПО «ДОННТУ», 2017

СОДЕРЖАНИЕ СБОРНИКА

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ.....	4
СЕКЦИЯ «ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ И ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ».....	8
СЕКЦИЯ «РЕКУПЕРАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ».....	96
СЕКЦИЯ «ОБОРУДОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЗАЩИТЫ БИОСФЕРЫ».....	172
СЕКЦИЯ «ОЦЕНКА И МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ».....	193
СЕКЦИЯ «ФИТООПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОГЕННОЙ СРЕДЫ И ОХРАНА РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА».....	270
СЕКЦИЯ «ФАУНА, ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ЖИВОТНОГО МИРА».....	324
СЕКЦИЯ «ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ».....	360
СЕКЦИЯ «РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ».....	435
СЕКЦИЯ «ХИМИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ».....	510
СЕКЦИЯ «ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СБАЛАНСИРОВАННОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ».....	534
СОДЕРЖАНИЕ.....	552

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ФИТОМОНИТОРИНГ В ДОНБАССЕ

А.И. Сафонов

Донецкий национальный университет

В работе дано обоснование важности проведения экологического фитомониторинга в Донбассе. Выделена роль растений в информационной системе оценки качества среды для промышленного региона. Названы направления мониторинговых исследований, наиболее перспективных для изучения.

Ключевые слова: ФИТОМОНИТОРИНГ, ДОНБАСС, БИОИНДИКАЦИЯ.

The paper substantiates the importance of environmental phytomonitoring in Donbass. It highlights the role of plants in the information system for evaluating the quality of the environment of the industrial region. Directions of the most prospective monitoring research have been named.

Keywords: PHYTOMONITORING, DONBASS, BIOINDICATION.

Фитокомпонет является неотъемлемой частью существования и развития человечества. По состоянию растений, окружающих человека, масштабы и функциональности их использования можно судить о временной принадлежности, об уровне развития общества, специфике быта и стратегической занятости населения.

Различные эпохи формирования антропосоциосреды дополняли и расширяли спектр использования растений:

- бессознательный период накопления примет и поверий в сельском хозяйстве формировал агрокультурные традиции древних народностей, прогнозные сценарии локального климата и характер сезонной занятости на определенных территориях;

- эпохи стилистических ренессансов выводили общество на создание новых форм, композиций, дизайнерских проектов в строительстве, зеленой архитектуре, технологий сортоиспытания и потребности в украшении окружения для человека в микро- и макромасштабах;

- эпоха индустриализации обусловила повышенный уровень техногенной нагрузки на среду и необходимость многофункционального использования растений для эффективной нейтрализации и оптимизации условий среды в неблагоприятных экологических зонах: санитарно-защитные технологии, озеленение промышленных территорий, детоксикация и доочистка природных сред (воздушной, водной, почвенной), смягчение эффектов от развития тяжелой промышленности, добычи полезных ископаемых, трансформации ландшафтов, полномасштабного внедрения энергоемких технологий, утилизации побочных продуктов и отходов производства;

- век информационных технологий приводит к необходимости и потребности иметь максимально развернутую, адекватную и доступную в интерпретации и характеристику состояния окружающей среды для жизнедеятельности современного человека; информация становится не только ресурсом, но и продуктом научно-технологических изысканий; потоки информационной среды прямо или косвенно лежат в основе управленческой системы координации, планирования и предполагаемой занятости каждого отдельного индивидуума и человеческого общества в целом.

Таким образом, неразрывно связанный с историей формирования человеческих общностей компонент – растения – помимо вещественно-энергетических и экзистенциально-эстетических потребностей является мощным информационным ресурсом, востребованным в современной цивилизации. Фитомониторинг как фундаментально научное и прикладное направление развития промышленной ботаники

в таких условиях может выполнять интеграционную функцию в обеспечении населения необходимой информацией. Такая интеграция заключается в функциональном объединении процессов наблюдения, постановки эксперимента, диагностики, экспертизы, оценки, прогноза и контроля качества среды.

Цель данной работы – дать концептуальное обоснование необходимости проведения фитомониторинговых программ оценки экологического состояния в Донбассе. Эти программы важны для формирования научно-практической базы уже существующих разработок и ориентации на более информационно востребованные технологические приемы.

Все этапы реализации предлагаемого фитомониторинга основываются на использовании индикационных функций растительных организмов: диагностических критериях, индексах, параметрах, баллах и пр. То есть, в системе мониторинговых программ базой является проведение разноплановой фитоиндикационной экспертизы.

Индикационная ботаника по сути – это любой реализованный прикладной проект с использованием растений, одним из результатов которого является получение информации о состоянии окружающей растительной среды.

Полученная информация весьма разнообразна. Это связано и с целями эксперимента, задачами реализуемой программы, возможностями глубины и детальности анализа на различном оборудовании с использованием различных методических приемов.

Индикационный аспект ботанико-экологических исследований никогда не может осуществляться как самоцель. Практическими выходами таких разработок могут быть и уже успешно реализуются, например, такие программы:

- геолого-разведывательные работы, успешно реализованные, когда ресурсный потенциал огромных территорий бывшего Советского Союза еще не казался человечеству таким исчерпаемым, как сейчас, – с помощью способов поисковой индикационной геоботаники были весьма эффективно открыты многие месторождения;

- определение не только качественных, но и основных количественных значений базовых экологических факторов; так, градиентный анализ эффективно реализован для ведущих экологических факторов, шкалы которых содержат различную размерность для влажности почвенного горизонта, кислотности почв, общего солевого и температурного режимов, содержания минерального азота и карбонатов, гумидности, континентальности и др. характеристик;

- реализация мониторинга экологических систем различного иерархического уровня: от локального и регионального до глобального в рамках биосферного; при этом имеются в виду все определяющие современного понятия "мониторинг" – "наблюдение", "оценка", "прогноз" и, как необходимость, придающая им смысл – "управление" и другие актуальные вопросы.

Основные проблемы организации экологического мониторинга (что справедливо для территории современно Донбасса) связаны с решением трех главных задач: создание сети пунктов наблюдения; возможность оперативного контроля объектов; выбор контролируемых параметров и показателей состояния объектов и индивидуальных аналитических параметров, необходимых и достаточных для адекватного описания состояния экосистемы.

Концепция создания комплексной системы мониторинга природной среды в целом в настоящее время практически не может быть реализована, т.к. существующая система фактически состоит из отдельных подсистем мониторинга качества объектов природной среды (воздух, вода, почва), которые слабо методологически связаны между собой. Хотя это тоже не абсолютное утверждение, если учитывать хотя бы

появляющиеся в большом количестве сейчас универсальные приборы-анализаторы, в числе которых часто используют и живые организмы, в первую очередь – растения. В последние годы создаются системы мониторинга отдельных сред с их методологической и метрологической увязкой. При этом интегрирование систем мониторинга количественных и качественных показателей отдельных сред (загрязнения воды и гидрологии, загрязнение атмосферы и метеорологии) необходимо сохранять и развивать с самого начала, т.к. в противном случае не будет обеспечена правильная оценка их состояния.

Одним из существенных достижений биологов Донбасса является огромная научно-практическая разработка экологической сети в рамках уже существующей Общеввропейской системы. На базе экологической сети, включающей все необходимые элементы (природные ядра, экологические коридоры и др.) реализуются многие вопросы и принципы экологического мониторинга.

Атрибутами проведения мониторинговых исследований (s.l. & s.st.) являются: - шкалы, балльная оценка, диапазоны варьирования, количественные коэффициенты, в том числе и отклонения, атипичности, выражения специфики корреляции, картографическая визуализация, оценочное районирование, алгоритмизированные выражения, модели в разных формах их существования и др., причем все эти способы реализации могут быть использованы как автономно, так и в комплексе обработки и интерпретации результатов и данных.

Любой из указанных атрибутов мониторинга, т.е. в данном случае – "инструмент способа", является основным или дополнительным, но также весьма важным и информативным, пунктом системы экологической экспертизы (ЭЭ). Одной из целей ЭЭ является нормирование нагрузки на природные среды, избежание критических дисбалансов, а значит и то же управление процессами, происходящими в природе, которое уже определено здесь как смысловой этап мониторинга.

Состояние растительных объектов нужно рассматривать как индикатор уровня антропогенной нагрузки на природную среду обитания (повреждение древостоев или хвой техногенными выбросами, уменьшение проективного покрытия и продуктивности пастбищной растительности и др.). Изменение проективного покрытия происходит в результате антропогенного воздействия на растительность разных типов, главными из которых являются механическое нарушение фитоценоза и химическое воздействие, приводящее к изменению жизненного состояния видовых популяций через изменение процессов метаболизма и водного баланса. Уменьшение запаса древесины основных лесобразующих пород свидетельствует о процессе деградации лесных экосистем в результате неудовлетворительной лесохозяйственной деятельности. Изменения качественных и количественных характеристик растительного покрова могут быть объективно интерпретированы только в сравнении с естественным состоянием растительных сообществ. При этом под фоновыми понимают относительно ненарушенные участки, аналогичные по своим природно-ландшафтным характеристикам исследуемой территории.

Важно, что принятие концепции абсолютной связи социальных, экономических и экологических процессов привело к развитию систем оценок состояния изменений окружающей среды и их причинно-следственных связей как юридического инструмента управления. Для предварительного и текущего фитоиндикационного тестирования необходимо разработать специальный аппарат интерпретации и индексирования для адекватного и корректного сравнения вариабельности признаков (формирования сопряженных групп) с показателями эколого-токсикологического состояния на определенной территории.

Нами предложено использовать следующие критерии (их дальнейшая детализация и конкретизация на стадии разработки): обоснованность, возможность дифференциального анализа, выявление специфичности, стоимость, быстрота анализа, возможность комплексного исследования, информативность, необходимость в материальном оснащении, возможность визуализации данных, территориального ранжирования и распределения, плоскостная зависимость, степень комплексности, наличие региональных стандартов, возможность использования при хозяйственном планировании, целесообразность в условиях природопользования, изучение прикладных аспектов, изучение классических теоретических аспектов, дистанционное овладение методическим блоком, возможность шкалообразования, ранжирование по наглядным стандартам, необходимость повтора эксперимента, экспрессивность, вариативность трактовки, возможность активного и пассивного мониторинга, альтернативность, возможность создания компенсаторности, возможность экстраполяции, достоверность прогнозирования, экологичность в широком и узком понимании и др.

Такие критерии позволяют рассматривать в качестве актуальных следующие категории фитомониторинга в Донбассе с позиций разных классификационных и целевых подходов: краткосрочный и долгосрочный; факториальный и импактный; специфический и неспецифический, программируемый автоматический и автоматизированный; стационарный и передвижной; экстренный, целевой и ситуативный; непрерывный цепной и дизъюнктивный; и обязательно – пенитенциарный.

Особенностью разрабатываемого фитомониторинга является ориентация на структурный анализ составляющих растительного организма (структурно-функциональная организация и диагностика на уровне клеток, тканей, комбинаторика систем органов и габитуальные особенности отдельных особей, структура сообществ различных степеней сложности), а также изучение репродуктивных характеристик, формирование семенного банка в эдафосреде, стратегий выживания и реализации генетической программы видов растений-индикаторов.

В настоящее время при разработке способов фитоиндикационного тестирования степени нарушенности экосистем и (или) уровней антропогенной нагрузки (в первую очередь токсикологического содержания) возникла необходимость обобщения полученных данных и апробации комплексного способа интегральной оценки.

Таким образом, растения-индикаторы используются человеком в огромнейшем количестве с давних времен. Типичные и феноменальные возможности растений содержатся в многочисленных информационных базах. В нашем промышленном регионе многие растения можно использовать как объективные научно-исследовательские лаборатории, по состоянию и реакции которых реально получать адекватную информацию о процессах, происходящих в окружающей среде. При этом перед исследователями стоит четкая задача получения адекватной информации и правильного, корректного интерпретирования данных.

Это направление важно как с фундаментально-теоретической, так и с прикладной точек зрения: проведение экологического мониторинга, планирование и нормирование антропогенной нагрузки на природные системы, территориальная оценка уровней загрязнения в широком и узком смыслах – эти и сопутствующие им практические выходы предопределяют современные фитоиндикационные исследования в Донбассе.

РАЗРАБОТКА СОРБЕНТА ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ СОЕДИНЕНИЙ ТРОЙНОГО ИНТЕРКАЛИРОВАНИЯ ГРАФИТА

А.А. Войташ¹, Ю.Н. Ганнова¹, Ю.В. Берестнева²

Донецкий национальный технический университет¹

Государственное учреждение «Институт физико-органической химии и
углехимии им. Л.М. Литвиненко»²

В докладе проанализирована возможность получения сорбентов на основе соединений тройного интеркалирования для очистки вод от органических загрязнителей. Представлен способ получения терморасширенного графита из соединений соинтеркалирования графита (СИГ). Исследована зависимость сорбционных свойств терморасширенного графита от состава СИГ.

Ключевые слова: ТЕРМОРАСШИРЕННЫЙ ГРАФИТ, ИНТЕРКАЛИРОВАНИЕ, АДСОРБЦИЯ.

Present report deals with the application of adsorption materials based on the graphite triple-intercalation compounds for water purification from organic pollution. Method of the thermally exfoliated graphite preparation from the graphite co-intercalation compounds is described. Dependence of adsorption properties of the thermally exfoliated graphite on the GIC composition is investigated.

Keywords: THERMALLY EXFOLIATED GRAPHITE, INTERCALATION, ADSORPTION.

Современные методы очистки промышленных сточных вод от углеводородов не позволяют достичь удовлетворительного уровня качества воды при минимальных затратах. Поэтому совершенствование таких процессов является актуальной задачей. Особое значение имеет применение адсорбционных технологий для удаления загрязняющих веществ. Перспективным материалом является термически расширенный графит (ТРГ), получаемый из природного графита.

Цель данного исследования состоит в разработке способа получения сорбента из природного чешуйчатого графита для очистки сточных вод от органических загрязнителей.

Для исследования были выбраны природный чешуйчатый графит Завальевского месторождения (Украина) марки ГТ-1 по ГОСТ 4596-75.

Новые соединения соинтеркалирования графита получены при внедрении в нитрат графита органических веществ: 1,4-диоксана, этилформиата, уксусной кислоты, этилацетата, диметилацетамида. Данные вещества проявили высокую способность к стабилизации нитрата графита. Для получения соединений соинтеркалирования нитрата графита (ССНГ) на первом этапе исходный графит обрабатывали азотной кислотой. К полученному таким образом нитрату графита добавляли соинтеркалянты. Полученные новые соединения представляют собой черно-серые порошки, по внешнему виду напоминающие исходный графит.

Свежеприготовленные образцы нитрата графита и ССНГ исследовали методом рентгенофазового анализа [1]. Рассчитанные межплоскостные расстояния (d , Å), периоды идентичности (I_c , Å), и высота заполненного межслоевого пространства (d_i , Å) нитрата графита и ССНГ представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Структурные характеристики нитрата графита и его соединений соинтеркалирования по данным рентгенофазового анализа

Интеркалант	IV стадия, α -фаза			II стадия, β -фаза		
	d , Å	I_c , Å	d_i , Å	d , Å	I_c , Å	d_i , Å
HNO ₃	3,562	17,809	7,729	3,331	9,994	6,634
HNO ₃ / Этилформиат	3,512	17,560	7,480	3,341	10,023	6,663
HNO ₃ /1,4-Диоксан	3,545	17,725	7,645	3,322	9,965	6,605
HNO ₃ /Уксусная кислота	3,579	17,893	7,813	3,298	9,892	6,532
HNO ₃ / Этилацетат	3,545	17,725	7,645	3,288	9,864	6,504
HNO ₃ / Диметилацетамид	3,443	17,213	7,133	3,346	10,038	6,678
HNO ₃ / Этилформиат /Уксусная кислота	3,567	17,837	7,757	3,302	9,907	6,547
HNO ₃ / Этилформиат / 1,4-Диоксан	3,551	17,753	7,673	3,307	9,921	6,561
HNO ₃ / Этилформиат /Этилацетат	3,556	17,781	7,701	3,283	9,850	6,490
HNO ₃ / Этилформиат /Диметилацетамид	3,448	17,239	7,159	3,351	10,053	6,693

Для всех ССНГ наблюдается увеличение межплоскостных расстояний по сравнению с исходным графитом (3,360 Å). При образовании бинарных соединений соинтеркалирования графита только в случае уксусной кислоты наблюдается увеличение периода идентичности и высоты заполненного интеркалантом слоя по сравнению с нитратом графита. Для тройных соинтеркалатов на основе этилформиата и диоксана, а также этилформиата и этилацетата высота заполненного слоя превышает соответствующие значения для бинарных соинтеркалатов. При соинтеркаливании нитрата графита смесью этилформиата и уксусной кислоты или смесью этилформиата и диметилацетамида полученная величина d_i находится в интервале значений соответствующих бинарных соинтеркалатов. Полученные результаты указывают на возможность регулирования прочности межмолекулярных взаимодействий в образующихся структурах за счет изменения природы соинтеркалантов.

Для изучения способности полученных соединений соинтеркалирования нитрата графита к терморасширению образцы ССНГ подвергали термической обработке при 900 °С в ударном режиме нагрева. Для количественной оценки способности полученных ССНГ к терморасширению использовали коэффициент вспучивания (K_v), определяемый из соотношения объема полученной графитовой пены к массе навески ССНГ[2]. Полученные значения K_v представлены в таблице 2.

Таблица 2– Коэффициенты вспучивания исследуемых соединений

Интеркалант			K_v , см ³ ·г ⁻¹
1	2	3	
HNO ₃	-	-	249
HNO ₃	Уксусная кислота	-	354
HNO ₃	1, 4 - Диоксан	-	260
HNO ₃	Этилацетат	-	273
HNO ₃	Диметилацетамид	-	125
HNO ₃	Этилформиат	-	318
HNO ₃	Этилформиат	Диметилацетамид	242
HNO ₃	Этилформиат	Этилацетат	340
HNO ₃	Этилформиат	1, 4 - Диоксан	357
HNO ₃	Этилформиат	Уксусная кислота	378

Во всех случаях использование органических веществ в качестве соинтеркалантов приводит к повышению значения коэффициента вспучивания по сравнению с нитратом графита. В результате обработки нитрата графита бинарной смесью органических модификаторов увеличивается способность ССНГ к термическому расширению.

ТРГ, полученный на основе ССНГ смесью этилформиата и уксусной кислоты, обладает наибольшим значением K_v , из чего следует, что удельная поверхность данного ТРГ выше по сравнению с другими исследуемыми соединениями. Вследствие чего является перспективным исследование сорбционных свойств данного ТРГ.

Были получены экспериментальные значения сорбционной емкости ТРГ, полученного на основе нитрата графита, модифицированного уксусной кислотой и этилформиатом по отношению к органическим загрязнителям: нефти, машинному маслу и бензолу. Полученные значения сорбционной емкости сравнивали с соответствующими величинами для традиционно применяемых ТРГ (таблица 3).

Таблица 3– Сорбционная емкость термически расширенного графита

Наименование вещества	Сорбционная емкость, г/г сорбента	
	ТРГ на основе бисульфата графита, модифицированного пероксидом водорода [3]	ТРГ на основе нитрата графита, модифицированного уксусной кислотой и этилформиатом
Нефть	55	62
Масло машинное	50	43
Бензол	35	71

В соответствии с данными таблицы 3, наблюдается увеличение сорбционной емкости исследуемого ТРГ по отношению к нефти и бензолу, по сравнению с традиционно используемым для очистки воды сорбентом на основе ТРГ.

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод о целесообразности использования полученного сорбционного материала на основе соединений тройного интеркалирования графита для очистки промышленных сточных вод и водоемов в случае аварийных разливов углеводородов.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Zhang X., Air stability and surface passivation of acceptor-type graphite intercalation compounds / X. Zhang, M. M. Lerner, H. Gotoh, M. Kawaguchi // Carbon. – 2000. – Vol. 38, № 13. – P. 1775-1783.
2. Мысык, Р. Д. Синтез, свойства и закономерности термического деинтеркалирования модифицированных нитратов графита: Дисс. канд. хим. наук: - Донецк. – 2004. – 122 с.
3. Темердашев, З. А. Исследование сорбционных свойств углеродных материалов при очистке вод от органических загрязнителей / З. А. Темердашев, Т. Н. Мусорина, Н.В. Киселева // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2007. – № 3. – С. 3-5.

ПРОБЛЕМЫ ОЧИСТКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ МЕТОДОМ КОАГУЛЯЦИИ

Т.И. Степаненко, С.П. Высоцкий

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

При подготовке питьевой воды методом коагуляции солями алюминия и железа в очищенной воде имеет место повышенное содержание соединений алюминия, которые являются опасными с точки зрения влияния на здоровье населения. Приведены факторы, влияющие на повышение содержания алюминия в очищенной питьевой воде.

Ключевые слова: АЛЮМИНИЙ; ЖЕЛЕЗО; ПИТЬЕВАЯ ВОДА; КОАГУЛЯЦИЯ.

In the preparation of drinking water by coagulation of aluminum and iron salts in purified water holds high content of aluminum compounds that are dangerous in terms of impact on public health. Presents the factors affecting the increase of the aluminum content in treated drinking water.

Keywords: ALUMINUM; IRON; DRINKING WATER; COAGULATION.

В мире существует острая нехватка питьевой воды надлежащего качества, поэтому проблемы водоподготовки играют ведущую и все возрастающую роль. Индустриальная деятельность сопровождается непрерывным сбросом многообразных по своему химическому составу сточных вод, которые, попадая в источники питьевой воды, создают серьезную угрозу природной среде и здоровью людей. В течение последних лет наблюдается тенденция к увеличению беспокойства по вопросу загрязнения тяжелыми металлами воды питьевого качества.

Наличие в питьевой воде соединений алюминия представляет опасность для здоровья человека. Алюминий обладает способностью к накоплению в организме, вызывая ряд заболеваний: нарушение двигательной активности, судороги, снижение или потерю памяти, психопатические реакции [1].

В настоящее время в процессе подготовки воды питьевого качества используются методы осаждения соединений металлов преимущественно в виде гидроокисей. Коагулянты на основе алюминия наиболее распространены и применяются на городских установках очистки природной воды (сульфат алюминия, гидроксохлорид алюминия, композитный коагулянт на основе сернокислого алюминия и др.). Достоинствами применения таких коагулянтов является их дешевизна, доступность, изученность, длительная история применения в практике водоочистки. Однако при высоких уровнях загрязнения источника, алюминиевые коагулянты требуют больших дозировок, что приводит к увеличению уже в очищенной воде концентрации ионов алюминия или его соединений [2]. В процессе коагуляции воды соединениями алюминия, содержание этого металла в питьевой воде, особенно в период паводка и цветения водоёмов, может увеличиваться в несколько раз.

На процесс очистки оказывают влияние многочисленные факторы: количество взвешенных и коллоидных частиц, степень их дисперсности; ионный состав воды; щелочность; количество растворенных органических соединений; температура – при низкой температуре воды повышается вязкость дисперсионной среды, снижается интенсивность броуновского движения и уменьшается степень гидролиза коагулянта.

В зимнее время при низких температурах очистка воды сульфатом алюминия протекает неудовлетворительно: процессы хлопьеобразования и седиментации замедляются, хлопья образуются очень мелкие, в очищенной воде появляется остаточный алюминий [3]. За счет увеличения содержания CO_2 в зимний период в исходной воде снижается pH, что также влечет за собой увеличение остаточного

содержания алюминия.

На увеличение содержания остаточного алюминия оказывает также влияние повышенное содержание взвешенных веществ в воде из-за снижения величины рН в межмицеллярном пространстве взвешенного осадка в осветлителях, вследствие так называемого эффекта Паллмана.

Практический опыт показывает, что при применении в качестве коагулянта сульфата железа концентрация железа в очищенной воде по сравнению с показателями в исходной воде возрастает в 4,5 раза, при применении в качестве коагулянта полиоксихлорида алюминия концентрация железа снижается в 5 раз. При этом при применении в качестве коагулянта полиоксихлорида алюминия в летний период концентрация остаточного алюминия по сравнению с концентрацией алюминия в исходной воде увеличивается в 5,25 раз.

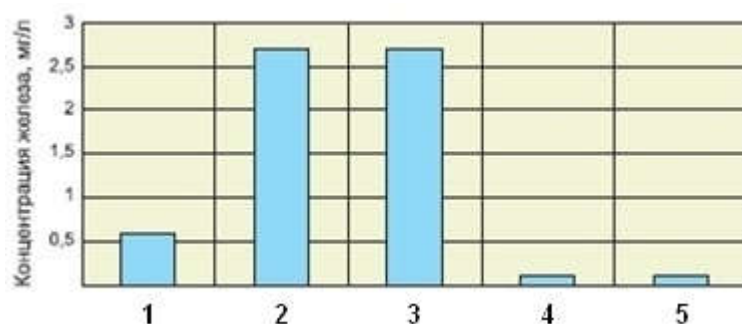


Рис. 1 – Зависимость концентрации железа от выбранного типа коагулянта (1 – исходная вода, 2 – сульфат железа, 3 – полиоксисульфат железа, 4 – сульфат алюминия, 5 – полиоксихлорид алюминия)

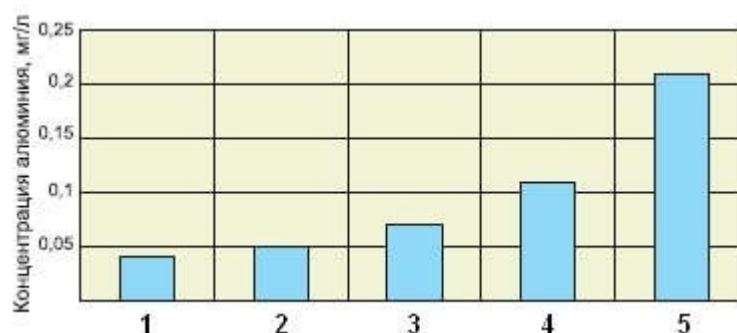


Рис. 2 – Зависимость концентрации алюминия от выбранного типа коагулянта (обозначения см. рис. 1)

Как известно растворимость ионов алюминия и железа после образования гидроокисей $M_xR_y = Al_2(OH)_3$ и $Fe(OH)_3$ может быть определена по формуле:

$$M^{n+} = \sqrt[x+y]{PP_{M_xR_y} \left(\frac{x}{y} \right)^y}, \text{ моль/дм}^3 \quad (1)$$

При произведении растворимостей $Al_2(OH)_3$ и $Fe(OH)_3$, соответственно, $1,9 \cdot 10^{-33}$ и $1,1 \cdot 10^{-36}$ равновесное содержание ионов алюминия и железа составляет 0,078 и 0,025 мкг/дм³. Однако фактическое содержание указанных элементов в растворе при обработке воды в отстойниках или осветлителях превышает указанные значения в 5–6 тысяч раз. Еще больше отклонение остаточной концентрации указанных металлов от теоретических равновесных концентраций имеет место при прямоточной коагуляции (рис. 1, 2).

Причиной указанных выше явлений является отклонение режима работы реакторов (отстойников) от режима идеального вытеснения, в результате чего даже небольшая часть реагента, непрореагировав, проскальзывает на выход отстойников, что приводит к ухудшению качества воды. При проточной коагуляции указанный процесс дополняется неполным завершением процесса гидролиза.

При проточной коагуляции процесс коагуляции воды в фильтрах может быть представлен как химическая реакция в трубчатом реакторе с продольным перемешиванием в незаполненной фильтрующим материалом зоне и близкий к идеальному вытеснению процесс в слое загрузки. При этом соотношение концентраций алюминия и железа на выходе фильтра C и на входе C_0 определяется из уравнения:

$$\frac{C}{C_0} = \frac{1}{2} \left[1 - \operatorname{erf} \left(\sqrt{\frac{WL}{D_A}} \cdot \frac{1 - \Theta}{\sqrt{\Theta}} \right) \right] \quad (2)$$

где W – скорость движения обрабатываемой воды, м/с;

L – высота фильтра, м.;

D_A – коэффициент продольной диффузии, м²/с;

$\Theta = \frac{\tau}{\bar{\tau}}$ – безразмерное время пребывания коагулянта в зоне реакции при текущем

τ и среднем времени пребывания, с.

Нетрудно убедиться, что проскок реагента за счет уменьшения « Θ » приводит к увеличению остаточной концентрации на выходе фильтра.

Для интенсификации процесса коагуляции предпочтительно использовать следующие методы: дробная коагуляция; создание условий перемешивания коагулянта с водой, близких к условиям идеального вытеснения в тонкослойных отстойниках.

Выводы

1. В холодный период года снижается эффективность процесса коагуляции за счет снижения скорости оседания продуктов коагуляции в 2–5 раз. Это приводит к увеличению выноса соединений алюминия в осветленную воду и, соответственно, превышению допустимых концентраций алюминия в питьевой воде, что влечет за собой опасность распространения заболеваний деменцией среди населения, употребляющего питьевую воду из городских водопроводных сетей.

2. В паводковые периоды происходит значительное повышение содержания алюминия в воде после очистки на водоподготовительных станциях в результате уменьшения pH воды за счет увеличения концентрации диоксида углерода, а также, за счет проявления эффекта Паллмана.

3. Оценено влияние гидродинамических факторов на увеличение проскока продуктов гидролиза коагулянтов в обрабатываемую воду.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Sabine Greßler*. Aluminium – Toxikologie und gesundheitliche Aspekte körpurnaher Anwendungen / Sabine Greßler, René Fries. Bundesministerium für Gesundheit, Sektion II, Wien. 2014. – 156 s.

2. *Запольский А.К., Баран А.А.* Коагулянты и флокулянты в процессах очистки воды [Текст] / А.К. Запольский, А.А. Баран. – Л.: Химия, 1987. – С. 48–79.

3. *Проскуряков В.А.* Очистка сточных вод в химической промышленности [Текст] / В.А. Проскуряков, Л.И. Шмидт – Л.: «Химия», 1977. – 464 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ТУРБУЛЕНТНЫХ СТРУЙ ДЛЯ РАСЧЕТА ПРОЦЕССА ОБНОВЛЕНИЯ ВЗВЕШЕННОГО СЛОЯ ИЛА В АЭРОТЕНКЕ-ОСВЕТИТЕЛЕ С ЗАТОПЛЕННОЙ ЭРЛИФТНОЙ СИСТЕМОЙ АЭРАЦИИ

Д.В. Заворотный, В.И. Нездойминов

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

В докладе описана разработанная конструкция аэротенка-осветлителя, применяющая новую систему обновления активного ила в зоне осветления. Представлен принцип расчёта гидродинамики зоны осветления. Методика расчета основывается на теории турбулентных струй.

Ключевые слова: АЭРОТЕНК-ОСВЕТИТЕЛЬ, ИЛОВАЯ СМЕСЬ, ЗАТОПЛЕННАЯ СТРУЯ.

The developed aerator-clarifier unit design applying new system of updating of activated sludge in a clarification zone has been described in the report. The calculation principle of hydrodynamics of clarification zone has been presented. The calculation procedure is based on the theory of turbulent jets.

Keywords: AERATOR-CLARIFIER UNIT, SLUDGE MIXTURE, SUBMERGED JET.

В области очистки бытовых и некоторых производственных сточных вод широко используются биореакторы. В них происходят процессы разложения органических соединений аналогичные тем, которые протекают в природной среде. В аэробных биореакторах, в частности в аэротенках, поддерживается жизнедеятельность сообщества аэробных микроорганизмов, осуществляющих биохимическую обработку сточных вод. После аэробной биологической очистки в аэротенках эти микроорганизмы, представляющие собой иловую массу и именуемые активным илом, подлежат извлечению из очищенной жидкости.

Аэротенки-осветлители представляют собой компактные сооружения, в которых происходят как процессы аэробной обработки стоков активным илом, так и процессы отделения биологически очищенной жидкости от активного ила. Аэротенки-отстойники состоят из двух зон: зона аэрации, в которой иловая смесь насыщается кислородом, необходимым для протекания аэробной очистки, и зона осветления, в которой происходит разделение иловой смеси. В зоне осветления активный ил не насыщается кислородом, что может привести к нежелательным физиологическим изменениям в его составе. Ввиду этого ил из зоны осветления должен постепенно возвращаться в аэрируемую зону.

Возврат ила в аэрируемую зону может осуществляться насосным оборудованием, чаще всего – эрлифтами. Альтернативный способ перемещения ила из зоны осветления в аэрируемую часть заключается в использовании циркуляционных потоков, возникающих в результате аэрации. В настоящее время на кафедре «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов» Донбасской национальной академии строительства и архитектуры разработана усовершенствованная конструкция аэротенка-отстойника (рис. 1), использующая данную систему массообмена. Насыщение иловой смеси кислородом воздуха в этом сооружении осуществляется посредством затопленного эрлифта – устройства, в котором эрлифтная труба целиком заглублена под уровень перекачиваемой жидкости и используется для циркуляции, но не для подъема. В результате эрлифтного эффекта в аэрируемой зоне возникает циркуляция: восходящее движение газожидкостной смеси в затопленном эрлифте и нисходящее – за его пределами. Зона осветления отделена перегородкой, снабженной

наклонным козырьком. Пройдя сквозь щель между стенкой эрлифтной трубы и козырьком, нисходящий поток инжектирует иловую смесь из зоны осветления.

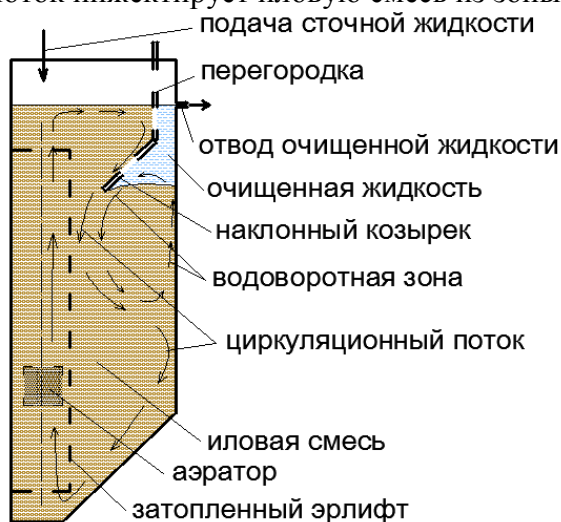


Рис. 1 - Схема усовершенствованного аэротенка-отстойника

Текущие исследования направлены на получение аналитических зависимостей, позволяющих оптимизировать геометрические параметры описанного выше аэротенка-осветлителя с затопленной эрлифтной системой аэрации.

Движение, наблюдаемое вне затопленного эрлифта, ниже уровня низа наклонного козырька, можно рассматривать с точки зрения теории затопленных турбулентных струй. Тогда нисходящий поток, прошедший через щель между стенкой эрлифта и наклонным козырьком, является затопленной пристенной струей (рис. 2).

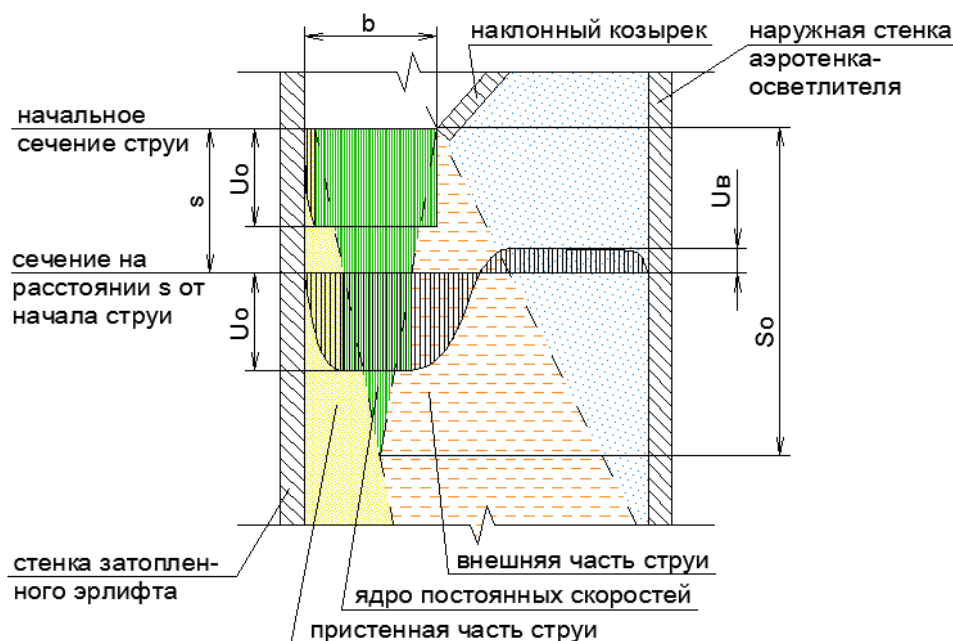


Рис. 2 - Эпюры скоростей движения жидкости под наклонным козырьком аэротенка-осветлителя

У стенки затопленного эрлифта находится постепенно расширяющаяся пристенная часть струи. Здесь скорость в местах соприкосновения со стенкой равна нулю, а средняя скорость, ввиду турбулентного режима движения, близка к максимальной и определяется через принятое значение коэффициента Кориолиса.

Во внешней части струи находится как поток, образующий струю, так и подмешанное в результате инъекции вещество внешней среды. В этой части струи скорость изменяется от максимальной скорости струи в данном сечении до значения скорости внешней среды. Изменение скорости описывается формулой 1.

$$U_H = U_0 \cdot (1 - (y/\delta)^{1.5})^2 \quad (1)$$

где: U_H – нисходящая скорость струйки на расстоянии y , м от максимальной скорости U_0 , м/с в данном сечении струи, м/с;

δ – ширина внешней части струи в данном сечении, м.

Ядро струи в начальном сечении занимает все сечение струи и постепенно сужается в пределах начального участка. Длина начального участка струи рассчитывается по формуле 2. В основном участке струи (при расстоянии до сечений свыше S_0) струя состоит только из пристенной и внешней частей.

$$S_0 = \frac{1,03 \cdot b}{a} \quad (2)$$

где: b – величина зазора между наклонным козырьком и стенкой затопленного эрлифта, м;

a – коэффициент структуры струи.

Интенсивность массообмена между зонами аэрации и осветления характеризуется горизонтальной составляющей скорости течения жидкости на границе внешней части струи в соответствующем сечении. Она рассчитывается исходя из изменения расхода жидкости за пределами струи:

$$u_\Gamma = \frac{d}{ds} \left[\frac{Q_{\text{восх}}}{\Omega} \right] \quad (3)$$

где: Ω – площадь поперечного сечения восходящего потока, находящегося за пределами внешней части струи, м^2 ;

$Q_{\text{восх}}$ – восходящий расход жидкости за пределами струи в сечении, расположенном на расстоянии s от начального сечения струи, $\text{м}^3/\text{с}$, которое рассчитывается по формуле:

$$Q_{\text{восх}} = u_B \cdot \Omega \quad (4)$$

где: u_B – вертикальная составляющая скорости течения жидкости за пределами струи в соответствующем сечении, м/с, принимаемая постоянной по всему сечению. Она вычисляется исходя из соблюдения равенства общего расхода жидкости в любом горизонтальном сечении:

$$u_B = \frac{Q_{\text{пр}} + Q_{\text{я}} + U_0 \cdot \Omega'_{\text{вн}} - Q_0}{\Omega - \Omega'_{\text{вн}}} + \frac{Q_{\text{ст}}}{\Omega} \quad (5)$$

где: $Q_{\text{пр}}$ – расход в соответствующем сечении пристенной части струи, $\text{м}^3/\text{с}$;

$Q_{\text{я}}$ – расход в соответствующем сечении ядра постоянных скоростей, $\text{м}^3/\text{с}$;

$\Omega'_{\text{вн}}$ – приведенная площадь сечения внешней части струи, м^2 , произведение которой на максимальную для данного сечения скорость струи равно расходу жидкости в соответствующем сечении внешней части струи;

Q_0 – расход жидкости в начальном сечении струи, $\text{м}^3/\text{с}$;

$Q_{\text{ст}}$ – дополнительный расход, образующийся в результате пропуска через сооружение стоков, $\text{м}^3/\text{с}$.

Данная система расчета позволит оптимизировать поперечные площади отстойной зоны и щели между козырьком и эрлифтом. Это даст возможность проектировать эффективные и более компактные аэротенки-осветлители при исключении необходимости использования дополнительного насосного оборудования.

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ВАГОННОГО ДЕПО

В.Н. Резниченко, В.И. Потапенко

Донецкий институт железнодорожного транспорта

В докладе проанализирована очистка сточных вод после обработки цистерн, содержащих нефтепродукты, с помощью нефтеловушек. Определены загрязняющие вещества, попадающие в сточные воды. Предложен метод по утилизации продуктов очистки.

Ключевые слова: НЕФТЕЛОВУШКА, ВАЛОВЫЙ ВЫБРОС, ГАШЕНАЯ ИЗВЕСТЬ.

The cleaning of waste waters after treatment of tank cars with petroleum products has been analyzed in this report. The oil traps were used for the cleaning. The pollution substances of waste waters were determined The method of cleaning products reclamation has been proposed.

Keywords: OIL TRAP, SHAFT EFFLUENT, SLAKED LIME.

Около 65 % общих потерь нефтепродуктов в окружающую среду составляют сбросы от промышленных механизмов и транспортных средств. Другим источником нефтесодержащих отходов являются очистные сооружения предприятий. Большинство из них не имеет замкнутого цикла и после принятой на заводе очистки сбрасывает загрязненную воду в общегородские канализационные системы или прямо в водоемы и реки. Во многих случаях содержание нефтепродуктов в сточных водах, поступающих в городскую канализацию, достигает 100 мг/л, а иногда доходит до нескольких сотен мг/л (автотранспортные предприятия).

Еще один источник нефтесодержащих отходов — технологическая вода после мойки автотранспортных средств. Со временем происходит накопление нефтепродуктов в водоемах, реках и в почве, поскольку объем попадающих в них отходов превышает возможности природы к самоочищению от нефтесодержащих отходов биохимическими методами.

Нефтесодержащие отходы можно разбить на следующие основные группы:

- отходы безреагентной и реагентной обработки нефтесодержащих сточных вод;
- смешанные отходы трудноразделяемых нефтесодержащих материалов (станочных эмульсий, синтетических поверхностно-активных веществ, флотоконцентратов и др.);
- не принимаемые на регенерацию масла и продукты очистки нефтяных резервуаров.

К первой группе относятся осадки и жидкие отходы, задерживаемые на очистных сооружениях предприятий, шламы из шламонакопителей нефтеперерабатывающих заводов. Такие отходы содержат много воды, но легко отделяются от нее гравитационными способами разделения.

Ко второй группе отходов относятся осадки, образующиеся при очистке сточных вод с применением химических веществ (сульфата алюминия, хлорида железа, гидроксида кальция и др.), что придает им сложные физические свойства (гелеподобность), в результате чего отделение воды от нефтепродуктов затруднено.

Третья группа отходов содержит мало горючих компонентов, а физико-химические свойства их таковы, что они практически не поддаются отделению от воды.

К четвертой группе отходов относятся, как правило, высококонцентрированные нефтепродукты, которые требуют специфических методов утилизации.

Железнодорожный транспорт — крупный потребитель водных ресурсов. Вода участвует практически во всех производственных процессах: при обмывке и промывке подвижного состава, его узлов и деталей, получении пара, реостатных испытаний тепловозов и т.д.

Вагонные депо имеют промывочно-пропарочные станции, где производится очистка цистерн от остаточных нефтепродуктов. При очистке цистерн выполняются следующие операции: пропарка внутренней полости паром, промывка горячей водой, продувка и удаление остаточных газов из цистерны (дегазация). Все они сопровождаются выделением загрязняющих веществ в окружающую среду.

Для очистки сточных вод, содержащих нефть и нефтепродукты при концентрации более 100 мг/л, применяются нефтеловушки. Эти сооружения представляют собой прямоугольные резервуары, аналогичные горизонтальным отстойникам, в которых происходит отделение нефти за счет разности их плотностей. Нефть и нефтепродукты всплывают на поверхность, их собирают и удаляют из нефтеловушки для последующей утилизации.

Выполним расчет выбросов загрязняющих веществ при очистке сточных вод вагонным депо. Тип очистного сооружения — нефтеловушка (с поверхности сточных вод, поступающих на очистку, нефтепродукты не удалены). Средняя скорость ветра на высоте 1,5 м от поверхности крыши перекрытия, $V_{cp} = 1,3$ м/с. Максимальная скорость ветра на высоте 1,5 м от поверхности крыши перекрытия $V_{max} = 6,0$ м/с.

Площадь поверхности объекта очистного сооружения $F = 150$ м², а площадь открытой поверхности объекта очистного сооружения $F_0 = 1,5$ м².

Средняя за год температура поверхности воды очистного сооружения $t_m = 18$ оС, максимальная за год температура поверхности воды очистного сооружения $t_m = 37$ оС. Продолжительность эксплуатации объекта за год $\tau = 7200$ ч. Среднее содержание загрязняющих веществ в сточных водах из 280 цистерн приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание в сточных водах загрязняющих веществ

Загрязняющее вещество	C_{cj} , мг/дм ³ мг/м ³	m_j , уг. ед.
Углеводороды предельные C1 – C10	28405	65
Бензол	712	78
Толуол	481	92
Ксилол	80,7	106
Углеводороды предельные C12–C19	4050	150

Коэффициент S , определяемый по средней скорости ветра:

$$S = 2,58 + 1,97 \cdot V_{cp} \quad (1)$$

$$S = 2,58 + 1,97 \cdot 1,3 = 5,14$$

Валовой выброс загрязняющих веществ при очистке сточных вод определим по формуле:

$$M_j = S \cdot F \cdot K_u \cdot C_{cj} \cdot K_w \cdot \frac{273 + t^{cp}}{\sqrt{m_j}} \cdot \tau \cdot 10^{-13} \quad (2)$$

где S – коэффициент, определяемый по средней скорости ветра V_{cp} , м/с, измеренной на высоте 1,5 м от поверхности воды или крыши перекрытия;

C_{sj} – средняя концентрация загрязняющего вещества, равновесная составу стоков, мг/м³, принимаем из таблицы 1;

$t_{ср}$ – средняя за год (или за период выброса) температура поверхности воды очистного сооружения, °C;

τ – продолжительность эксплуатации объекта за год, ч. Для объектов очистных сооружений, у которых в холодное время года поверхность покрыта льдом, продолжительность эксплуатации уменьшают на величину, равную продолжительности нахождения льда на их поверхности;

F – площадь поверхности объекта очистного сооружения, м²;

K_u – коэффициент укрытия объекта, в зависимости от отношения площади открытой поверхности объекта очистного сооружения F_0 , м², к общей площади F , м², равен 0,01;

K_w – коэффициент учета зависимости величин выбросов от стадии очистки, для нефтеловушек равен 0,53;

m_j – молекулярная масса j -го загрязняющего вещества, уг. ед., принимаемая по таблице 1.

Результаты вычислений валового выброса загрязняющих веществ при очистке сточных вод вагонного депо сводим в таблицу 2.

Таблица 2 – Валовой выброс загрязняющих веществ, кг/год

Загрязняющее вещество	Для 10 цистерн	Для 280 цистерн
Углеводороды предельные C1 – C10	30,18	8450
Бензол	0,71	198,8
Толуол	0,43	120,4
Ксилол	0,067	18,76
Углеводороды предельные C12–C19	2,83	792,4

Таким образом, валовый выброс при очистке сточных вод при обработке 280 железнодорожных цистерн, содержащих нефтепродукты, с помощью нефтеловушек, составляет до десяти тонн загрязняющих веществ в год: углеводороды предельные C1 – C10, C12–C19 которые составляют большинство выбросов, а также бензол, толуол и ксилол в количестве от 18 до 200 кг/год.

Предложен метод по утилизации продуктов очистки: в образующийся осадок нефтепродуктов добавляют известь (10 г/л) и интенсивно перемешивают. Образуется продукт, который можно использовать для производства строительных материалов или в дорожном строительстве.

ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ ШАХТНОЙ ВОДЫ ОП «ШАХТА ИМ. А.А. СКОЧИНСКОГО» ГИПОХЛОРИТОМ НАТРИЯ

Н.М. Аверина, Г.В. Чудаева

Донецкий национальный технический университет

Обеззараживание шахтной воды ОП «Шахта им. А.А. Скочинского» гипохлоритом натрия. В работе рассмотрен метод обеззараживания шахтной воды гипохлоритом натрия.

Ключевые слова: ШАХТА, ШАХТНАЯ ВОДА, ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ, ГИПОХЛОРИТ НАТРИЯ, ЖИДКИЙ ХЛОР.

Disinfection of water mine OP "Mine them. A.A. Skochinskiy "sodium hypochlorite. The paper presents a method of decontamination of mine water with sodium hypochlorite.

Keywords: MINE, MINE WATER, DISINFECTION, SODIUM HYPOCHLORITE LIQUID CHLORINE.

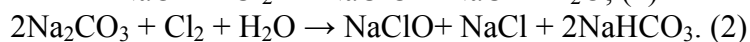
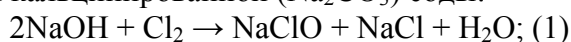
В настоящее время на шахте им. А.А. Скочинского обеззараживания шахтных вод осуществляется с применением жидкого хлора. Существующая хлораторная находится на основной площадке шахты им. А.А. Скочинского и предназначена для обеззараживания шахтной воды, что выдается на поверхность водоотливом шахты. Данным рабочим проектом предусматривается комплекс мероприятий по переводу работы существующей хлораторной на использование гипохлорита натрия.

Наиболее надежным и экономически целесообразным методом обеззараживания питьевой воды является ее хлорирование, а гипохлорит натрия относится к хлорсодержащим реагентам, которые характеризуются способностью консервировать обеззараживающий эффект в течение длительного времени транспортировки воды по трубам, но в то же время является менее токсичным, чем жидкий хлор. Гипохлорит натрия является наименее токсичным и достаточно дешевым по сравнению с другими реагентами, содержащие активный хлор [1].

Кроме того, жидкий хлор вследствие своей токсичности и взрывоопасности создает угрозу для обслуживающего персонала и населения, проживающего вблизи водоочистных станций.

Применение гипохлорита натрия вместо жидкого хлора для обеззараживания воды повышает экологическую безопасность, надежность и экономичность работы групповых водопроводов.

В технике раствор гипохлорита натрия NaClO получают методом хлорирования каустической (NaOH) или кальцинированной (Na₂CO₃) соды:



Наиболее устойчивыми являются растворы гипохлорита натрия при pH > 11. При избытке извести (20-30 г/л) растворы концентрацией 160-180 г/л могут храниться при температуре 15-20° С в течение 14 суток.

Из гидратов гипохлорита натрия наиболее устойчивым является гидрат NaClO·5H₂O.

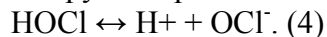
К факторам, которые резко влияют на стабильность растворов гипохлорита натрия, относятся концентрация и температура. Так, растворы, содержащие 250 г/л NaClO, теряют при комнатной температуре половину активного хлора за 5 месяцев, 100 г/л NaClO – за 7 месяцев, 50 г/л – за 2 года, 25 г/л – за 5-6 лет.

При температуре 60°C раствор с содержанием 50 г/л NaClO теряет половину активного хлора за 13 суток, а при 100°C – за 5 часов [2].

При введении в воду гипохлорита натрия происходит его быстрый гидролиз по уравнению:



Гипохлоридная кислота диссоциирует по реакции:

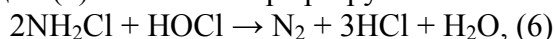


Соотношение между HOCl и OCl⁻ зависит от температуры и pH воды: при t = 20°C и pH = 7 в воде находится примерно 80% HOCl и 20% OCl⁻, а при pH = 8 примерно 30% HOCl и 70% OCl⁻.

Присутствие в воде аммония приводит к образованию хлораминов:



По завершении реакции (3) избыток хлора разрушается:



а избыточный хлор переходит в свободную форму (HOCl + OCl⁻).

В водопроводной воде перед потребителями содержание остаточного хлора должен быть не менее:

- свободного хлора 0,3 мг/л;
- связанного хлора 0,8 мг/л.

Величина остаточного хлора в воде зависит от качества обрабатываемой воды, дозы активного хлора и продолжительности контакта хлора с водой.

Объем пробы воды для определения содержания активного хлора не должен быть менее 500 мл. Пробы не консервируют. Определение необходимо проводить немедленно после отбора пробы.

Нами отобраны пробы воды на шахте им. А.А. Скочинского и определены некоторые показатели качества (физические, температура и плотность) и некоторое химические составляющие. Также приведены первые опыты по определению дозы хлора.

Схема введения гипохлорита натрия определяются в зависимости от общей схемы водоснабжения, концентрации и расположение водорегулирующих и водоочистных сооружений, качества воды источника водоснабжения и других факторов.

Реконструкция существующей хлораторной на основной площадке шахты им. А.А. Скочинского с переводом ее работы с жидкого хлора на гипохлорит натрия не окажет влияния:

- на геологическую среду – поскольку при этом сохраняется работа водоотливных комплексов шахты по существующим положениям, новое строительство не предполагается;

- на воздушную среду – поскольку на площадке шахты сохраняется без изменения весь существующий технологический комплекс (котельная и так далее), новое строительство отсутствует, исключаются возможные вероятные выбросы в атмосферу при использовании жидкого хлора, отсутствуют выбросы от оборудования дозирования раствора гипохлорита натрия;

- на микроклимат – новое строительство отсутствует, нет активной и масштабной деятельности, проецируется на климат и микроклиматические условия;

- на почву, растительный и животный мир, заповедные объекты – новое строительство отсутствует, в существующей хлораторной осуществляется замена технологического оборудования, расположенного на площадке действующей шахты с застройкой, предполагается только замена технологического оборудования.

Что касается действия деятельности, проецируется на водную среду, то в технологическом отношении обеззараживающее действие гипохлорита натрия идентична хлорной воде, которую получают в хлораторах при смешивании газообразного хлора и воды. Таким образом, эффективность обеззараживания шахтных вод сохраняется без изменения.

Принятые в рабочем проекте технические решения обеспечивают практически безаварийную работу хлораторной на гипохлорите натрия для обеззараживания шахтных вод. Вероятность возникновения аварийных ситуаций при ее эксплуатации с последующим развитием тяжелых экологических последствий отсутствует.

При использовании гипохлорита натрия практически отсутствуют выбросы вредных веществ в атмосферу, отсутствует образование отходов, технологическое оборудование, что используют, не имеет негативного влияния на обслуживающий персонал.

Таблица 1 – Результаты химического анализа шахтной воды шахты им. А.А. Скочинского

Название ингредиентов	Единица измерения	Массовая концентрация ингредиентов				
		28.03. 2012 г.	20.05. 2012 г.	02.08. 2012 г.	24.10. 2012 г.	Мах допуст. конц.
Минерализация	мг/дм ³	3800	3764	3675	3690	1500,0
Взвешенные вещества	мг/дм ³	10,5	13,0	34,0	13,5	15,0
Хлориды	мг/дм ³	626,1	633,0	631,8	631,8	350,0
Сульфаты	мг/дм ³	1218	1184	1196	1168	500,0
Азот аммонийный	мг/дм ³	0,16	0,14	0,37	0,38	0,2
Общее железо	мг/дм ³	0,17	0,15	0,36	0,34	0,2

Полученные данные подтверждаются исследованиями других авторов о превышении загрязняющих веществ в шахтных водах [3].

Высокие концентрации сульфатов, хлоридов, минерализации и общего железа характерны для шахтных вод.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Сидорова, Л. П. Методы очистки промышленных и сточных вод / Л. П. Сидорова. – ФГАОУ ВПО: УрФУ, 2012. – 133 с.
2. Технологическая инструкция по дохлорированию воды гипохлоритом натрия на насосной станции третьего подъема «Мирный» г. Мариуполя / Компания: «Вода Донбасса», 2009. – 15 с.
3. Коваленко, О. В. Обеззараживание шахтной воды шахты им. А.Ф. Засядько гипохлоритом натрия

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Д.И. Ермакова¹, Т.И. Степаненко², С.П. Высоцкий²
АДИ ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»¹
Донбасская национальная академия строительства и архитектуры²

Определены приоритеты по выбору технологий и реагентов при очистке сточных вод от тяжелых металлов. Предложены аналитические зависимости остаточной концентрации отдельных металлов при их осаждении раствором извести от уровня pH среды.

Ключевые слова: ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ, ОЧИСТКА, РЕАГЕНТЫ, ПРОИЗВЕДЕНИЕ РАСТВОРИМОСТИ, БИОПЛАТО, ВРЕМЯ СОРБЦИИ.

Priorities for choosing of technologies and chemicals in wastewater treatment from heavy metals are determined. Analytical dependences of residual concentration of certain metals during their deposition by lime solution on the level of pH are derived.

Keywords: HEAVY METALS, CLEANING, CHEMICALS, SOLUBILITY PRODUCT, BIOPLATO, SORPTION TIME.

В англо и русскоязычных публикациях уделяется большое внимание вопросам токсического действия тяжелых металлов на живые организмы и методам его нейтрализации. В работах [1-2] приведены данные об источниках поступления тяжелых металлов и характеристика токсических воздействий. Растворимость отдельных тяжелых металлов в водных растворах и степень их удаления с использованием щелочных агентов и сульфидов натрия приведена в рекомендациях агентства по охране окружающей среды (EPA) Соединенных Штатов Америки [3]. Показано, что области оптимальных значений pH для осаждения отдельных металлов существенно отличаются. В работе [2] показано, что кривые остаточной концентрации тяжелых металлов имеют V-образную форму. Это обусловлено амфотерными свойствами металлов. В зависимости от точности применяемых методов контроля металлов минимальные остаточные концентрации, а также значения pH существенно отличаются в различных литературных источниках. В работе [4] сделана попытка аналитического описания процесса осаждения в зависимости от уровня pH раствора. Учитывая то, что при химическом осаждении металлов имеет место вторичное загрязнение воды в мировой практике большое внимание уделяется применению биохимических методов очистки, а также использованию высших водных растений.

В мировой практике применяются значительное количество методов очистки сточных вод от соединений тяжелых металлов. При выборе технологического процесса очистки сточных вод и реагента для осаждения тяжелых металлов следует учитывать следующее:

1. При использовании реагента необходимо обеспечивать по возможности самую низкую остаточную концентрацию осажденного металла в растворе, т.е. произведение растворимости (ПР) ионов, составляющих осадок, должно быть минимальным.

2. При выборе реагента-осадителя учитывают приоритетные возможности использования полученных в результате осаждения продуктов.

3. Стоимость реагента-осадителя должна учитываться в расчете на стоимость активного вещества, т. е. руб/кг·экв (грн/кг·экв или дол. США/кг·экв).

4. С точки зрения обеспечения необходимой производительности технологического процесса предусматривают применение дополнительных реагентов типа затравочных кристаллов, коагулянтов и флокулянтов.

5. При выборе технологии обработки сточных вод необходимо отдавать предпочтение повторному использованию очищенной воды.

6. При аппаратурном оформлении для повышения эффективности процесса очистки необходимо приближение режима работы реакторов к идеальному вытеснению (например, за счет использования тонкослойных элементов в отстойниках).

7. При обработке потоков сточных вод с различными существенно отличающимися концентрациями соединений тяжелых металлов предпочтительно обрабатывать их отдельно. Это позволяет повысить производительность установок переработки сточных вод, уменьшить концентрацию тяжелых металлов в сточных водах и обеспечить большую степень рециркуляции очищенной воды.

Несмотря на значительное увеличение затрат применение сульфида натрия обеспечивает следующие преимущества. Производство растворимости (ПР) сульфидов большинства тяжелых металлов на много порядков ниже ПР гидроксидов, что позволяет осуществлять более полное осаждение загрязнителей. Например, по Cu^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+} , Fe^{2+} , Ni^{2+} соотношение ПР гидроксидов и сульфидов составляет, соответственно, $1,75 \cdot 10^{18}$; $6,6 \cdot 10^{15}$; $2,35 \cdot 10^{15}$; $1,26 \cdot 10^8$; $6,21 \cdot 10^5$ и $4,21 \cdot 10^5$. Растворимость сульфидов металлов уменьшается при увеличении значения pH. В то же время равновесное содержание большинства гидроксидов тяжелых металлов при увеличении значения pH существенно возрастает.

Из приведенного выше ряда тяжелых металлов отличительными свойствами обладают Cr^{3+} и Fe^{3+} . Гидроксиды последних имеют весьма низкие значения ПР, соответственно, $5,4 \cdot 10^{-31}$ и $1,1 \cdot 10^{-36}$. Поэтому растворы, загрязненные соединениями указанных металлов целесообразно обрабатывать раствором извести в восстановительной среде для хрома Cr^{3+} и окислительной для железа Fe^{3+} .

Диапазон оптимальных значений pH для осаждения тяжелых металлов существенно отличается. Поэтому возникает необходимость использования ступенчатого осаждения, что следует из работ [1]. Такое решение целесообразно также при использовании вначале процесса обработки сточных вод осаждения тяжелых металлов раствором извести, а затем сульфидом натрия. Это позволяет существенно увеличить степень удаления тяжелых металлов из сточных вод.

При обработке данных агентства по окружающей среде США [3], а также данных [4] нами получены значения растворимости отдельных металлов в зависимости от pH среды и оптимальных значений pH для осаждения, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Аналитические зависимости, полученные при обработке данных

Элемент	Агентство по охране окружающей среды США [3]	pH _{опт}	Источник [4]	pH _{опт}
Cu	$c = \frac{10^{25,84} + 10^{2,9 \cdot \text{pH}}}{10^{1,89 \cdot \text{pH}} \cdot 10^{12,69}}$	pH=8,91	$c = \frac{10^{30,474} + 10^{3,221 \cdot \text{pH}}}{10^{1,869 \cdot \text{pH}} \cdot 10^{17,284}}$	pH=9,42
Zn	$c = \frac{10^{30,34} + 10^{3,3 \cdot \text{pH}}}{10^{2,11 \cdot \text{pH}} \cdot 10^{12,6}}$	pH=9,13	$c = \frac{10^{31,808} + 10^{3,291 \cdot \text{pH}}}{10^{1,817 \cdot \text{pH}} \cdot 10^{17,36}}$	pH=9,62
Ni	$c = \frac{10^{36,85} + 10^{3,64 \cdot \text{pH}}}{10^{2,32 \cdot \text{pH}} \cdot 10^{16,82}}$	pH=10,13		
Fe ⁺⁺⁺			$c = \frac{10^{19,848} + 10^{2,557 \cdot \text{pH}}}{10^{1,6 \cdot \text{pH}} \cdot 10^{14,248}}$	pH=7,79
Al			$c = \frac{10^{25,788} + 10^{3,535 \cdot \text{pH}}}{10^{2,479 \cdot \text{pH}} \cdot 10^{14,228}}$	pH=7,3

Нормированные уровни значений показателей содержания элементов в окружающей среде приведены в таблице 2 [3].

Таблица 2 – Максимальные уровни загрязнения тяжелыми металлами воздуха, почвы и воды, согласно агентству по охране окружающей среды Соединенных Штатов [3].

Тяжелый металл	Макс конц. в воздухе (мг/м ³)	Макс. конц. в иле (почва) (мг/кг или частей на миллион)	Макс. конц. в питьевой воде (мг/л)	Макс конц. в H ₂ O поддерживая водную жизнь (мг/л или частей на миллион)
Cd	0,1-0,2	85	0.005	0.008
Pb	- -	420	0.01	0,0058
Zn ²	1, 5	7500	5.00	0.0766
Hg	- -	<1	0.002	0,05
Ca	5	терпимый	50	приемлемый >50
As	- -	- -	0,01	- -

В мировой практике и на предприятиях стран СНГ для очистки сточных вод от соединений металлов широко используют биоплато. Такие металлы как алюминий, железо, барий, кадмий, медь, кобальт, хром, марганец, свинец, ванадий, цинк могут накапливаться в растениях. Такие растения как: *A. Azigrea*, *B. Vulgaris*, *C. Fuscatum*, *C. Arvensis* и *C. Dactylon* накапливают свинец, цинк, медь, кадмий, сурьму и мышьяк в 100 раз лучше, чем другие представители флоры. При выборе растений для биоплато необходимо выбирать их тип и учитывать то, что, например, камыш активно аккумулирует марганец, ирис – кальций, осока – железо, а ряска – медь. Процесс сорбции при использовании высушенных водорослей происходит в три стадии. Первая стадия длится примерно 20 мин. Вторая стадия с линейной зависимостью степени сорбции от времени длится от 20 до 120 мин и от 20 до 180 мин, соответственно для свинца и меди. Третья стадия сорбции является весьма медленным процессом вследствие низкого градиента концентраций.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *David M. Ayres Removing Heavy Metals from Wastewater* / David M. Ayres, Allen P. Davis, Paul M. Gietka // University of Maryland. Engineering Research Center Report, 1994. p. 21.
2. *Aube B. The Science of Treating Acid Mine Drainage and Smelter Effluents* / Bernard Aubé // P. Eng., M.A.Sc. EnvirAubé. 361 Aumais, Ste-Anne-de-Bellevue. Québec, Canada, H9X 4A9. 2004. p. 21.
3. *Corbitt R.A. Standard Handbook of Environmental Engineering* / Robert A. Corbitt // McGraw-Hill Professional. 1998. p. 1216.
4. *Высоцкий С.П.* Влияние различных факторов на растворимость металлов и степень удаления соединений железа из раствора / С.П. Высоцкий, Т.И. Степаненко // Вести Автомобильно-дорожного института / Bulletin of the Automobile and Highway Institute 2016, № 1(18). стр. 96-104.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ СЖИГАНИЯ ВОДОУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА НА ВЫБРОСЫ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Е.В. Липуга¹, О.Э. Иванова², О.Н. Калинихин²
Донецкая национальная академия строительства и архитектуры¹
Донецкий национальный технический университет²

В представленной работе приведены результаты расчёта рассеивания выбросов тепловой электростанции по результатам внедрения данной технологии. Выявлены количественные и качественные изменения состава выбросов связанные с внедрением новой технологии.

Ключевые слова: ВОДОУГОЛЬНОЕ ТОПЛИВО, ВЫБРОСЫ, РАСЧЁТ РАССЕИВАНИЯ, КОНЦЕНТРАЦИЯ, ТЕПЛОВАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ.

Results given in the presented work calculations of dispersion by emissions thermal power stations as results of introduction technology and burning of water-coal fuel are resulted. Quantitative and qualitative structure changes of emissions connected with introduction new technology revealed.

Keywords: WATER-COAL FUEL, EMISSIONS, CALCULATION OF DISPERSION, CONCENTRATION, THERMAL POWER STATION.

Повышение уровня экологических нормативов в совокупности с необходимостью поиска дополнительных источников энергии в условиях роста цен импортируемых энергоносителей в экономике стимулируют разработку и использование новых технологий использования твёрдого топлива в теплоэнергетике и смежных областях. К соответствующим технологиям, безусловно, следует отнести технологию сжигания водоугольного топлива (ВУТ) [1]. ВУТ простое в эксплуатации и не требует значительных изменений в конструкции котлоагрегатов, требуется лишь установка форсунки для распыления водоугольной смеси, таким образом, на данном топливе могут работать практически любые котлы [2]. Таким образом, вопрос использования ВУТ в энергетических процессах становится всё более актуальным. При этом, особый интерес представляет природоохранный аспект вовлечения ВУТ в энергетический баланс крупных тепло- и энергогенерирующих предприятий, в частности анализ влияния на количественный и качественный состав выбросов загрязняющих веществ, процесса замены штатного твёрдого топлива на ВУТ. Цель данной работы – оценить влияние внедрения технологии сжигания ВУТ на количественные и качественные показатели выбросов тепловых электростанций. Производство ВУТ сводится к двум последовательным этапам: 1) Измельчение каменного угля до частиц размером не более 0,2 мм; 2) Смешивание полученных частиц с водой.

Наиболее перспективным представляется внедрение данной технологии на крупных энергетических предприятиях где конечный эффект от её внедрения может достигать наибольших величин. Поэтому дальнейшая работа была направлена на калькуляцию и сравнение величин выбросов загрязняющих веществ при работе типовой тепловой электростанции по стандартной схеме сжигания пылеугольных смесей и сжиганию ВУТ.

В качестве показателей необходимых для расчёта выбросов загрязняющих веществ использовались технические характеристики тепловой электростанции “Зуевская”. Данное предприятие, одно из самых высокопроизводительных в восточной Европе, является типичным примером предприятия энергетического комплекса, где

вопросу введения в эксплуатацию нового и более эффективного оборудования до сих пор не уделялось достаточного внимания, прежде всего по причине недостаточного финансирования. Исходя из количества, сжигаемого ежегодно на электростанции угля марки ГР (2440758 т) и данных технического анализа угля и ВУТ [3,4] (таблица 1) в соответствии с методикой [5] был произведён расчёт величин валовых выбросов загрязняющих веществ при работе тепловой электростанции.

Таблица 1 – Показатели технического анализа топливной загрузки

Показатели технического анализа топливной загрузки	Каменный уголь марки ГР	ВУТ
Общее содержание влаги в топливе, % масс.	12,00	35,00
Зольность топлива на сухую массу, % масс.	13,21	11,03
Содержание углерода в топливе, % масс.	60,45	43,62
Содержание общей серы топливе, % масс.	2,21	1,60
Рабочая теплота сгорания топлива, МДж/кг	26,00	27,00

Расчёт величины валового выброса загрязняющих веществ проводился по четырём компонентам: веществам в виде суспендированных частиц, оксиду углерода, диоксиду азота, диоксиду серы. На долю данных компонентов приходится 99% выброса нормируемых загрязняющих веществ. Результаты расчёта указывают на значительное уменьшение валового выброса загрязнителей при переходе от сжигания пылеугольных смесей на сжигание ВУТ. Наибольшая величина снижения выброса наблюдаются по таким компонентам как: вещества в виде суспендированных частиц в 6,5 раз, оксид углерода 6 раз. Наблюдаемые изменения могут быть объяснены изъятием балластных составляющих топлива на этапе подготовки ВУТ и полным выгоранием углерода в топливной смеси.

Последующая работа была направлена на анализ изменения концентраций загрязняющих веществ по результатам внедрения технологии ВУТ. Применение специализированного программного комплекса ЭОЛ + (номер лицензии № 3536) позволило отследить динамику концентраций загрязнителей, как в устье трубы источника, так и на границе санитарно-защитной зоны предприятия. Результаты расчёта рассеивания загрязняющих веществ позволяют не только сравнить два варианта сжигания топливной загрузки, но и произвести сравнение величины концентрации в устье источника с текущими технологическими нормативами [6] (таблица 2).

Таблица 2 – Сравнительная характеристика концентрации загрязняющих веществ в устье источника выделения при сжигании угля и ВУТ, мг/м³

Наименование загрязняющего вещества	Уголь ГР	ВУТ	Норматив допустимой концентрации в выбросе
Вещества в виде суспендированных частиц	190,1	16,4	400
Оксид углерода	53,4	2,3	250
Диоксид азота	5092,3	939,2	5100
Диоксид серы	1872,1	11,5	1300

Как следует из полученных результатов внедрение технологии производства и сжигания ВУТ, в сравнении со сжиганием пылеугольных смесей, позволяет достичь технологического норматива допустимой концентрации загрязнителя в выбросе. При этом значительное уменьшение концентрации, связанное с внедрением технологии производства и сжигания ВУТ делает актуальным вопрос о возможности ужесточения технологического норматива. Анализ карт рассеивания загрязняющих веществ полученных по результатам расчётов в программе ЭОЛ + производился исходя из требований природоохранного законодательства, согласно которому концентрация загрязняющего вещества на границе санитарно-защитной зоны должна быть меньше либо равной величине среднесуточной предельно допустимой концентрации вещества.

Результаты анализа расчёта рассеивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Сравнительная характеристика концентрации загрязняющих веществ на границе санитарно - защитной зоны, единицы ПДК

Наименование вещества	Концентрация на границе санитарно-защитной зоны	
	Уголь марки ГР	ВУТ
Диоксид азота	3,04	0,21
Диоксид серы	1,47	0,30
Оксид углерода	0,0015	0,000073
Вещества в виде суспендированных частиц	0,12	0,0087

Полученные результаты однозначно указывают на то, что только процесс сжигания ВУТ, в отличие от сжигания пылеугольных смесей, обеспечивает соблюдение природоохранного норматива концентрации загрязняющих веществ на границе санитарно - защитной зоны. Таким образом, внедрение технологии производства и сжигания ВУТ является одной из первоочередных задач, стоящих перед энергетической отраслью, решение которой позволит не только снизить долю импортируемых энергоносителей, но и существенно снизить выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Мосин С.И., Морозов А.Г., Делягин Г.Н. Российский опыт внедрения промышленной технологии производства водоугольного топлива. // Новости теплоснабжения. – 2008 – №9 – С.162 – 168.
2. Зайденварг В.Е., Трубецкой К.Н., Мурко В.И., Нехороший И.Х. Производство и использование водоугольного топлива. – М.: изд-во Академии горных наук, 2001. – 173 с.
3. Тайц Е.М., Андреева И.А. Методы анализа и испытания углей. [справочник] – М.: Недра, 1983. – 380 с.
4. Редькина Н.И., Ходаков Г.С. Технология приготовления и физико-химические свойства водоугольной суспензии. – М.: изд-во МНПО «Гидротрубопровод», 1991. – 286 с.
5. Методика расчета выбросов загрязняющих веществ при сжигании водоугольного топлива. [справочник] – М.: изд-во МНПО «Гидротрубопровод», 1990. – 42 с.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ РАБОТЫ СУЩЕСТВУЮЩИХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Д.А. Денисенко, В.В. Хазипова

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

Приведена информация об источниках образования и системах отведения сточных вод, факторах, влияющих на качество сточных вод, тенденциях интенсификации городских очистных сооружений.

Ключевые слова: СТОЧНЫЕ ВОДЫ, ИНТЕНСИФИКАЦИЯ, ОЧИСТКА.

Information is provided on sources of education and wastewater disposal systems, factors affecting the quality of wastewater, trends in the intensification of urban treatment facilities.

Keywords: WASTE WATER, INTENSIFICATION, CLEANING.

Острой проблемой остается загрязнение водных источников, поскольку они служат приемниками хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод. Все возрастающее загрязнение водоемов и ухудшение экологической обстановки повышают требования к очистке сточных вод. Проблема очистки сточных вод в городском поселении Новый Свет Старобешевского района Донецкой области остается сложной. Недостаточная очистка промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод приводит к загрязнению водостоков, изменяет физические свойства и химический состав воды.

Хозяйственно – бытовые сточные воды от городских поселений Новый Свет и Старобешево через приемную камеру поступают на ручные решетки и далее, через водомерный лоток - счетное устройство на песколовку №1,2. Первичное отстаивание на очистных сооружениях отсутствует. Два первичных отстойника используются в качестве накопительно – усреднительных емкостей: усреднитель №1,2.

С каждого из этих усреднителей, отдельно, не смешиваясь, сточная вода подается на аэробный стабилизатор для стабилизации и уплотнения избыточного ила и на аэротенк – отстойник. Далее сточные воды с аэробного стабилизатора, через распределительную чашу поступают на аэротенки – отстойники №1...№4, а с аэротенка – отстойника №5, после смешения с осветленными водами с аэротенков – отстойников №1...№4, на вторую ступень очистки, а именно, на блок фильтров – биореакторов (ершовые биореакторы). После биореакторов, хлорирования и контактных резервуаров, очищенные хозяйственно-бытовые сточные воды сбрасываются в водоем.

Существующие технологические решения не позволяют достигнуть оптимального режима очистки по всем основным показателям: активный ил после всех пяти аэротенков – отстойников подается в аэробный стабилизатор, откуда – на иловые площадки. Рециркуляции активного ила не производится, за исключением его незначительной части, поступающей на аэротенки – отстойники №1...№4 в составе осветленной воды аэробного стабилизатора; отсутствие рециркуляции активного ила не позволяет достигнуть оптимальных значений его возраста, что особенно сказывается на процессах нитрификации/денитрификации; концентрация активного ила в аэротенках поддерживается на уровне $4...6 \text{ г/дм}^3$, а на иловые площадки подается стабилизированный осадок с содержанием твердого - $6...8 \text{ г/дм}^3$. В этом режиме работы, аэробный стабилизатор не выполняет одной из основных своих функций – уплотнения стабилизированного избыточного ила, а отдельный уплотнитель в составе технологической схемы отсутствует.

Существующая технологическая схема имеет несколько принципиальных отклонений от классической схемы полной биологической очистки хозяйственно-бытовых сточных вод: отсутствие первичных отстойников, что приводит к существенному увеличению нагрузки на аэротенки – отстойники, как по механическим примесям, так и по органическим загрязнениям; не предусмотрены технические решения и аппаратное оформление по удалению фосфора; нет реакторов с аноксичными и/или анаэробными зонами, расположенными после или в конечной стадии нитрификации, т.е. отсутствуют условия для осуществления глубокой денитрификации; отсутствуют вторичные отстойники, что приводит к выбросам взвешенных веществ в очищенную сточную воду. Сброс очищенных хозяйственно-бытовых сточных вод осуществляется через сбросной канал в Старобешевское водохранилище реки Кальмиус. Модернизация существующих очистных сооружений экономически нецелесообразна, ввиду того, что они морально устарели и не соответствуют современным требованиям.

В связи с вышеизложенным, необходимо осуществить интенсификацию работы существующих городских очистных сооружений канализации городского поселения Новый Свет Старобешевского района Донецкой области, которая является комплексной проблемой, поскольку все элементы очистных сооружений связаны в единую технологическую цепочку и изменение параметров работы одного из них неизбежно сказывается на работе других. Основными задачами интенсификации работы биологических очистных сооружений являются: повышение их пропускной способности и эффективности (глубины) очистки сточных вод; снижение капитальных и эксплуатационных затрат, в том числе трудоёмкости обслуживания и энергоёмкости технологического процесса.

Для решения этих задач необходимо внедрить новые конструкции сооружений и технологические процессы, а также реконструировать и модифицировать действующие очистные сооружения. В концепцию интенсификации рассматриваемого объекта положен принцип оптимального сочетания организации и технологии производства с возможностью использования существующих площадей, эффективным использованием существующих энергетических мощностей, рациональной прокладкой технологических коммуникаций. Для достижения предельно допустимых показателей качества сточных вод и по результатам проведенного анализа фактической ситуации, проектом реконструкции предусматривается: установка механических решеток с прозорами 16 и 8 мм во вновь проектируемом здании, взамен существующих ручных с прозорами 16 и 10 мм, для более эффективного отделения от сточных вод крупного мусора и отбросов, а также замена распределительных лотков на полимерные; реконструкция процесса отделения песка, заключающаяся в восстановлении песковой площадки; стабилизация нагрузки на очистные сооружения посредством создания системы автоматического управления расходом с использованием регулирующего резервуара, объемом, рассчитанным исходя из фактической суточной неравномерности поступления сточных вод на очистные сооружения. Существование этой системы кроме нормализации режима работы очистных сооружений, позволит минимизировать расходы реагентов и упростить схемы узлов дозировки; удаление фосфора физико – химическим методом с применением реагентов (коагуляторов), осуществляемое в голове процесса биологической очистки, с установкой емкостей хранения раствора сульфата железа в здании реагентного хозяйства; организация первичного отстаивания сточных вод в существующем усреднителе №1, 2 для существенного снижения нагрузки на стадию аэробного окисления органических загрязнений и снижения содержания в активном иле инертных взвешенных веществ исходной сточной воды и нерастворимых солей

фосфатов; анализ и внесение изменений в процесс аэробного окисления и нитрификации в части организации рециркуляции активного ила, необходимой для увеличения его возраста, что существенно скажется на глубине нитрификации аммонийного азота; а также в части организации аэробной стабилизации избыточного активного ила и его уплотнения; изменить процесс аэробной стабилизации избыточного ила, включив стадию уплотнения последнего, что позволит существенно снизить нагрузку на иловые площадки; включить в технологическую схему узел денитрификации - реактор-денитрификатор №1, №2 с дополнительным вводом органических элементов - органического питания, или отвод в денитрификатор некоторого количества исходной сточной воды; организация вторичного отстаивания во вторичных отстойниках №1, №2 для достижения нормативных параметров сточных вод на выходе из очистных сооружений по взвешенным веществам; доочистка сточных вод на дисковом фильтре, установленном в здании фильтра тонкой очистки; применение для обеззараживания очищенных сточных вод гипохлорита натрия, взамен токсичного хлор газа, с установкой емкостей хранения гипохлорита натрия в здании реагентного хозяйства. В результате проведенных мероприятий количественный состав хозяйственно-бытовых сточных вод будет соответствовать установленным требованиям (таблице 1).

Таблица 1- Качественный и количественный состав хозяйственно-бытовых сточных вод

Наименование сброса	Расход сточных вод		Температура, °С, режим сброса	Загрязняющие вещества	Концентрация загрязняющих веществ, мг/л		Кол-во загрязняющих веществ, кг/сут		Предельно допустимая концентрация, мг/л
	м³/ч	м³/сут			До очистки	После	До очистки	После	
Хозяйственно-бытовые сточные воды пгт. Новый Свет	180	4320	20	Взвешенные вещества	175,0	15,0	756,0	64,8	20,0
				БПК ₅	195,0	5,0	-	-	12,0
				ХПК	465,0	20,0	-	-	40,0
				Азот аммонийный	81	0,5	349,9	2,16	2,0
				Нитраты	3,08	40,0	13,31	172,8	40,0
				Фосфаты	15,9	1,0	68,89	4,32	3,12
				Нитриты	0,35	0,1	1,51	0,432	1,0
				Железо	1,17	0,1	5,05	0,432	0,2
				Нефтепродукты	2,92	0,1	126,14	0,432	0,2

Реализация программы по интенсификации городских очистных сооружений позволит обеспечить:

- повышение надежности функционирования систем водоотведения, обеспечение стандартов качества сбрасываемых очищенных сточных вод;
- обновление основных производственных фондов организации канализационного хозяйства;
- улучшение экологической обстановки;
- стабилизацию и улучшение медико-демографических показателей, характеризующих здоровье, повышение показателей ожидаемой продолжительности жизни населения.

АНАЛИЗ СОСТАВА И РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ЭЛЕКТРОСВАРНЫХ ТРУБ Г. ЛУГАНСКА

В.В. Павлова, А.И. Сердюк

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

В докладе рассматриваются состав сточных вод предприятия их источники поступления, системы очистки и мероприятия по охране и рациональному использованию вод. Показано, что при соблюдении правил эксплуатации очистных сооружений состав сточных вод, в основном, соответствует нормам.

Ключевые слова: ОЧИСТКА, СТОЧНЫЕ ВОДЫ, СОСТАВ.

Composition of waste water in department, their sources, purification systems and measures for protection and rational use of water was covered in the report. It is shown that, under the rules of operation of sewage treatment plants waste water composition, mainly, conforms.

Keywords: PURIFICATION, WASTE WATER, COMPOSITION.

Существенный вклад в загрязнения сточных вод г. Луганска вносят предприятия по производству труб.

Продукция завода ЗАО "Луганский трубный завод" поставляется как в Украину, так и в Россию, Беларусь, Казахстан, Германию, Италию и другие страны.

На заводе освоен выпуск водогазопроводных труб с оцинкованным покрытием, профильных труб для различных металлоконструкций, деталей транспортных и сельскохозяйственных машин, начат выпуск элементов строительных лесов. Совместно с иностранными фирмами ведутся работы по освоению выпуска прецизионных труб для производства амортизаторов на автомобильную и тракторную технику.

Проблемы очистки сточных вод предприятия по производству электросварных труб г. Луганска рассмотрены нами на примере ЗАО «Луганский трубный завод».

Загрязнения являются очень вредными, они способны уничтожить в определенных условиях всякое жизни в природных водах или сооружениях биологической очистки коммунальных сточных вод.

Наиболее часто встречаются такие загрязнения: неорганические кислоты и их соли (в сточных водах процесса травления металлов), щелочи, поверхностно активные вещества и неорганические соли тяжелых металлов.

Это обуславливает необходимость глубокой обработки этих стоков с целью их обезвреживания, очистки, кондиционирования и повторного использования. Поэтому эти растворы, целесообразно подвергать полной регенерации с утилизацией продуктов, которые образуются [1].

Проблема переработки травильных растворов очень актуальна много лет и является экологически необходимым мероприятием. Сегодня большое внимание уделяется сокращению выбросов вредных веществ в окружающую среду и замене старого оборудования на более современное. Все это позволит уменьшить количество кислотосодержащих элементов в стоках, а значит, и сократить вредное воздействие на окружающую среду.

Во время травления металлических изделий (труб, прутьев и др.) серной кислотой, основным продуктом химической реакции является сернокислое железо в виде гидратов, которое вместе с серной кислотой образует главную часть загрязнений, находящихся в растворенном состоянии в сточных водах.

В результате реагентной или электрохимической очистки металлосодержащих стоков осуществляется коагуляция эмульгированных частиц и сорбция их на поверхности хлопьев малорастворимых соединений металлов [2]. Кроме металлов, малорастворимые соединения в сточных водах также образуют кальций и магний, содержащиеся в воде, используемой в технологических операциях. Результаты лабораторных исследований показывают, что присутствие в сточных водах таких распространенных металлов, как алюминий и железо в концентрациях 30-75 мг/л обеспечивает достаточно эффективную очистку сточных вод от эмульгированных частиц фильтрацией. При этом алюминий и трехвалентное железо коагулируют эти частицы в нейтральной среде, а двухвалентное железо – в щелочной. Если в сточных водах содержится больше чем 40-50 мг/л магния, то в щелочной среде при pH 10,5–11,5 эмульгированные частицы эффективно удаляются даже в случае отсутствия тяжелых металлов.

В других случаях необходимо дополнительное введение металлических коагулянтов или использования как коагулянтов ионов железа (II), которые в виде реагентов-восстановителей или с помощью электрокоагуляции вводятся в сточную воду для восстановления хрома (VI).

Общее снижение ХПК сточных вод с помощью гидроксидов металлов протекает прежде всего за счет коагуляции и сорбции органических примесей, находящихся в коллоидном и молекулярном состоянии. При этом основным процессом является коагуляция, поскольку растворена и некоторая другая органика (например, спирты, органические растворители, комплексные соединения) довольно трудно адсорбируется на гидроксидах металлов и коагулянта, что мало влияет на снижение ХПК.

Согласно исследованиям технология разделения фаз влияет на снижение ХПК только относительно степени извлечения скоагулированной взвеси. Так, основное снижение ХПК протекает после предварительного разделения фаз отстаиванием или флотацией (в среднем на 30-50 %), а дальнейшее фильтрование сточной воды дополнительно снижает ХПК всего на 5-10 %.

При этом во многих случаях после фильтрации остается коллоидная взвесь, которая не исчезает даже при повышении дозы коагулянта перед предыдущим разделением фаз до 400–600 мг/л. Это одновременно приводит также к значительному снижению эффективности очистки сточной воды от ионов металлов. Только после дополнительного введения коагулянта с дозой 50–100 мг/л после предварительного разделения фаз взвесь коагулирует и задерживается при фильтрации, что дает возможность повысить общий степень снижения ХПК до 60-70 %. То есть за необходимости максимального снижения ХПК и повышения качества очистки воды от ионов металлов наиболее целесообразным является двухступенчатое разделение фаз с промежуточным вводом коагулянта, что позволяет при минимальном расходе реагента достичь наиболее эффективной очистки сточной воды от органических примесей и ионов металлов [3].

Основные показатели состава очищенных сточных вод приведены в таблице 1.

Анализируя данные таблицы, делаем вывод, что по выпуску 1 вода не соответствует нормам по сульфатам, БПК, магнию, алюминию, фосфатам, железу, СПАВ и взвешенным веществам. Для водного объекта рыбохозяйственного водопользования доли ПДК суммируются для веществ имеющих одинаковый признак вредности (нитраты, нитриты, сульфаты). Исходя из этого, сумма долей ПДК этих веществ будет равна 3,875. По выпуску 2 доли ПДК суммируются для веществ 1 и 2 классов опасности. К ним относится только одно вещество – нитриты.

Таблица 1– Основные показатели состава сточных вод по выпускам после очистки

№ п/п	Основные показатели состава сточных вод	Выпуск 1 (Категория водопользования: рыбохозяйственная)			Выпуск 2 (Категория водопользования: коммунально-бытовая)		
		С _{факт} , мг/л	ПДК _{рх} , мг/л	С/ПДК _{рх}	С _{факт} , мг/л	ПДК _{кб} , мг/л	С/ПДК _{кб}
1	Взвешенные вещества	10,0	0,75	13,3	1,5	0,75	2,00
2	БПК ₅	6,50	4,5	1,44	5,6	4,5	1,24
3	ХПК	10,8	-	-	11,4	-	-
4	Магний	500	300	1,66	700	300	2,33
5	Сульфаты	200	100	2,00	300	500	0,60
6	Алюминий	400	300	1,33	420	350	1,20
7	Азот аммонийный	1,5	2	0,75	2,4	2,0	1,20
8	Нитриты	0,08	0,08	1,00	5,7	3,3	1,72
9	Нитраты	35	40	0,875	32	45	0,71
10	Фосфаты	25	3,12	8,01	13	3,5	3,7
11	Железо двухвалентное	1,2	0,1	12	4,1	0,3	13,66
13	СПАВ	0,5	0,1	5,0	1,2	0,5	2,4

Таким образом, очистные сооружения, в основном, очищают воду от органических загрязнений и взвешенных веществ до проектных показателей для биологических очистных сооружений полного биологического цикла очистки.

Итак, отходами на трубопрокатном заводе являются отработанные травильные растворы, содержащие до 10 % серной кислоты и до 25 % железного купороса, поэтому недопустимым является сброс отработанных растворов в водоемы, а целесообразно их регенерировать с извлечением ценных компонентов (серной кислоты и железного купороса).

Для того, чтобы частично или полностью исключить сброс отработанных травильных растворов в природные воды, нужно создать замкнутые системы водопотребления. Поэтому необходимы четкие требования к качеству воды для различных нужд и нормативы ее расхода. Все вышеперечисленное даст возможность повысить уровень экологической безопасности предприятий.

Мероприятия по охране и рациональному использованию вод на данном предприятии включают соблюдения правил эксплуатации очистных сооружений, содержание в технически исправном состоянии очистных сооружений и насосного оборудования для забора воды.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Инженерная защита поверхностных вод от промышленных стоков: Учеб. пособие / Д.А. Кривошеин, П.П. Кукин, В.Л. Лапин и др. – М.: Высшая школа, 2013. – 344 с.
2. Очистка производственных сточных вод: Учеб. пособие для вузов/С.В. Яковлев, Я.А. Карелин, Ю.М. Ласков; Под ред. С.В. Яковлева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1985. – 335 с.
3. Хенце М. Очистка сточных вод: Пер. с англ./ Хенце М., Армоэс П., Ля-Кур-Янсен Й., Арван Э.- М.: Мир, 2014. – 480 с.

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ РАДИОАППАРАТУРЫ ОТ СОЕДИНЕНИЙ СВИНЦА

С.В. Хижняк, А.И. Сердюк

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

Приведены результаты исследований по очистке сточных вод от ионов свинца электрохимическим способом. Установлено, что использование кусковых электродов позволяет интенсифицировать процесс, что способствует увеличению степени очистки сточных вод от ионов свинца (II).

Ключевые слова: СТОЧНЫЕ ВОДЫ, ИОНЫ СВИНЦА (II), ЭЛЕКТРОЛИЗ, КУСКОВЫЕ ЭЛЕКТРОДЫ.

The results of studies on wastewater treatment from ions of lead electrochemical method. The use of bulk electrodes allows to intensify the process, thus increasing the degree of sewage treatment from ions of lead (II).

Keywords: WASTEWATER, LEAD IONS (II), ELECTROLYSIS, LUMPY ELECTRODES.

Сточные воды, содержащие тяжелые металлы (промышленные сточные воды), образуются в автомобильной и химической промышленности, при производстве гальванических элементов и обработке металлических поверхностей, в электронной промышленности, в типографии и других производствах. Они представляют большую опасность для окружающей среды и для человека.

Проведен анализ состава сточных вод предприятия по производству радиоаппаратуры. В состав производства входят следующие подразделения:

- механический комплекс;
- монтажно-сборочный цех (цех микроэлектроники – корпус) ;
- гальванический цех и участок лакокрасочных покрытий;
- гараж;
- инженерно-лабораторный корпус;
- механический цех;
- ремонтно-строительный участок;
- административные, инженерные и бытовые службы.

Отведение сточных вод предприятия осуществляется в городскую канализацию и природный поверхностный водоем. Загрязненные сточные воды производств гальванических покрытий, печатных плат и микроэлектроники поступают на локальные очистные сооружения. Принцип очистки заключается в обработке стоков химическими реагентами для перевода растворимых соединений в нерастворимые и последующем отделении образовавшегося осадка отстаиванием. Сброс ливневых и дренажных сточных вод на предприятии производится в пруд, расположенный восточнее промышленной площадки предприятия в балки без названия [1].

Контроль качества сточных вод на выпуске и работы локальных очистных сооружений производит собственная лаборатория охраны природы и промышленной санитарии предприятия. За утверждаемые допустимые концентрации загрязняющих веществ при расчете ПДС приняты нормативные величины ПДК для водоемов коммунально-бытового водопользования, поскольку выпуск сточных вод находится в черте населенного пункта.

Основные показатели состава сточных вод по выпуску №1 приведены в таблице 1.

Таблица 1– Основные показатели состава сточных вод по выпуску №1.

№ п/ п	Основные показатели состава сточных вод	Выпуск 1 (Категория сточных вод: возвратные (хозяйственно-бытовые) воды. Категория водопользования водного объекта: коммунально-бытовая)		
		Фактическая концентрация, мг/л	ПДК _{кб} , мг/л	С/ПДК _{кб}
1	Взвешенные вещества	7,0	0,75	9,33
2	БПК ₅	3,22	4,5	0,72
3	ХПК	30,8		
4	Минерализация	1173	1000	1,17
5	Сульфаты	479	500	0,9
6	Хлориды	89	350	0,25
7	Азот аммонийный	1,03	2	0,52
8	Нитриты (NO ₂ ⁻)	0,26	3,3	0,07
9	Нитраты (NO ₃ ⁻)	14,8	45	0,33
10	Фосфаты	1,49	3,5	0,42
11	Нефтепродукты	0,68	0,3	2,2
12	Железо общее	0,12	0,3	0,4
13	Свинец	0,047	0,03	1,56

Анализируя данные мониторинга химического состава сточных вод в реку Кальмиус, следует отметить, что из всех перечисленных показателей имеет место превышение ПДК и является самым токсичным веществом - свинец в 1,6 раз. Поэтому рассмотрим электрохимический метод очистки от свинца.

Существует много методов очистки воды от тяжелых металлов, к которым относятся химические, электрохимические, адсорбционные, ионообменные методы и другие. Важной задачей очистки сточных вод является применение наиболее энергосберегающих методов, а также возвращения извлеченных из сточных вод металлов обратно в производство.

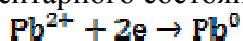
Электрохимические методы имеют некоторые недостатки: расход электроэнергии и применение дорогостоящих металлов, низкий выход по току, сложные по конструктивным разработкам отдельных узлов производственных установок [2].

Для решения этих проблем нами рассмотрена возможность применения кусковых электродов, составленных из металлических кусков, имеющих большую развитую поверхность. Использование таких электродов примечательно тем, что затраты минимальные, процессы практически безреагентные. Этот метод, являясь безреагентным, имеет возможность стать перспективным направлением в создании новых безотходных и эффективных технологий очистки сточных вод, а использование кусковых электродов позволяет упрощать процесс, что способствует увеличению степени очистки сточных вод от ионов свинца (II).

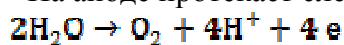
Исследование проводилось в проточном режиме в электрохимической ячейке. Для ведения электролиза в проточном режиме на дне электролизёра располагается токопроводящая графитовая пластина с мелкими отверстиями. В качестве катода использовали кусковые электроды, которые насыпаются на пластину. Анодом служил графитовый стержень, располагающийся в верхней части электролизера. Сточная вода, содержащая ионы свинца, пропускается с определенной скоростью через слой кускового электрода. Содержание ионов тяжелых металлов в анализируемом растворе до и после опытов определяли в инверсионно – вольтамперометрическим методом.

Исследовано влияние плотности тока и толщины слоя кускового электрода на степень извлечения свинца.

Исследования основывались на очистке отработанных растворов от ионов свинца, путем их электролитического восстановления на кусковом катоде до элементарного состояния, по реакции:



На аноде протекает следующий процесс:



Исследования влияния плотности тока на степень очистки раствора от ионов свинца (II) проводились в пределах плотности тока от 100 А/м^2 до 500 А/м^2 .

При увеличении плотности тока, степень извлечения свинца при 300 А/м^2 достигает 65,7 %, дальнейшее увеличение плотности тока приводит к снижению степени извлечения металла до 31,23%.

Максимальная степень извлечения металла достигается, когда весь объем электрода работает в режиме предельного диффузионного тока. Снижение степени извлечения свинца (II) с увеличением плотности тока можно объяснить усилением конкурентного процесса – выделения водорода. При увеличении толщины слоя кускового графитового электрода до 1,5 см, степень извлечения свинца достигает 68% при толщине 0,5 см, далее она уменьшается.

В объеме кусковых электродов большой высоты при наложении катодного потенциала могут возникать зоны анодной поляризации, это объясняется образованием сгустка частиц, приобретающих функции биополярного электрода. Также могут возникнуть зоны максимальной поляризации и электроактивные зоны. При отсутствии кусковых электродов степень извлечения свинца не превышает 15%.

Таким образом, результаты исследований, проведенных по очистке сточных вод от ионов свинца с использованием кусковых электродов, показали возможность применения указанного электрохимического способа для очистки сточных вод. Наилучший показатель степени очистки раствора от ионов свинца (II) был получен при толщине слоя кускового электрода – 0,5 см и при плотности тока 300 А/м^2 .

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Яковлев, С.В. Механическая очистка сточных вод / С.В. Яковлев, В.И. Калицун. – М.: Стройиздат, 1992. – С. 112-115.
2. Нурдиллаева, Р.Н. Разработка электрохимического метода очистки сточных вод/Р.Н. Нурдиллаева, А.Н. Жылысбаева, А.Б. Баяшов // Геология, География и Глобальная энергия. – 2010. – №2(37). – С. 75-78.

ПУТИ СНИЖЕНИЯ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ОТ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕПЛОЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

Я.А. Казакова, В.С. Кравченко, А.И. Панасенко
Донецкий национальный технический университет

В докладе приведена сравнительная характеристика двух предприятий теплоэлектроэнергетики, а также предложены возможные пути решения проблем выбросов в атмосферный воздух наиболее сильных загрязнителей.

Ключевые слова: ТЕПЛОЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА, ВЗВЕШЕННЫЕ ВЕЩЕСТВА, ДИОКСИД СЕРЫ, ЭЛЕКТРОФИЛЬТР, РАСПЫЛИТЕЛЬНАЯ АБСОРБЦИЯ.

The comparative characteristic of two entities of heatpower industry is provided in the report, and also possible solutions of problems of emissions in atmospheric air of the strongest pollutants are offered.

Keywords: TEPLOELEKTROENERGETIKA, WEIGHED SUBSTANCES, SULFUR DIOXIDE, ELECTRIC PRECIPITATOR, SPRAY ABSORPTION.

Донбасс – регион с разветвленной системой предприятий теплоэлектроэнергетики, работающих на ископаемом угле.

Старобешевская тепловая электрическая станция (ТЭС) расположена в пгт. Новый Свет (юго-западная часть Донбасса, на левом берегу р. Кальмиус) входит в энергетическую систему ПАО «Донбассэнерго», снабжающую электроэнергией потребителей Донбасса. Установленная мощность Старобешевской ТЭС - 2010 МВт, в эксплуатации 9 энергоблоков. В течение 2015-2016 гг. в работе одновременно находится от 2 до 5 энергоблоков. В генерации задействованы блоки с наиболее высокими показателями экономичности и экологичности, в том числе реконструированные в 2013-2014 гг. энергоблоки №№ 12,13.

Зона влияния Старобешевской ТЭС охватывает практически всю Донецкую область, а также юго-западную часть Луганской области и западную Приазовскую часть Ростовской области РФ, крайние восточные районы Днепропетровской и Запорожской областей, основную часть Таганрогского залива Азовского моря.

Мироновская ТЭС расположена в Донецкой области в пгт. Мироновский, на левом берегу р. Лугань, входит в энергетическую систему ПАО ДТЭК (Донецкоблэнерго). Установленная мощность Мироновской ТЭС – 160 МВт, в эксплуатации находится только 1 из 3 энергоблоков.

Для работы этих тепловых электрических станций необходимы такие природные ресурсы, как антрацитный уголь, природный газ, водные и земельные ресурсы. Проектное топливо исследуемой Старобешевской ТЭС – уголь марки АШ с калорийностью 5600 ккал/кг, зольностью 28,8 %, влажностью 8 %, Мироновской ТЭС – ДМ. В качестве растопочного и подсветочного топлива используют мазут и газ.

Наиболее существенно негативное воздействие деятельности данных предприятий на атмосферу. Основным источником выделения загрязняющих веществ в атмосферу на Старобешевской ТЭС являются котлоагрегаты ТП-100 (энергоблоки ст. №№ 5-13), на Мироновской ТЭС - ТП-230-3. Основными загрязняющими веществами атмосферного воздуха являются продукты сгорания органического топлива: оксиды серы, азота, углерода, суспендированные твердые частицы (пыль неорганическая с содержанием SiO₂ 70-20 %).

Ещё одна проблема, связанная с угольными ТЭС – золоотвалы, так как для их обустройства требуются значительные территории, они являются очагами скопления

тяжёлых металлов и обладают повышенной радиоактивностью. Кроме того, ТЭС загрязняют водоёмы, сбрасывая в них воду с повышенной температурой. Объектом непосредственного воздействия Старобешевской ТЭС на поверхностные воды является Старобешевское водохранилище, Мироновской ТЭС – Мироновское водохранилище и р. Лугань.

Для выброса дымовых газов в атмосферу Старобешевская ТЭС имеет 4 организованных источника, а Мироновская ТЭС – 2 организованных источника. Кроме того, в технологическом процессе Старобешевской ТЭС выделяются загрязняющие вещества в виде неорганизованных выбросов от склада угля, золоотвала, а также мелких источников, которые являются незначительными (около 0,1 % от общего объема выбросов) и практически не оказывают воздействие на общий баланс выбросов загрязняющих веществ, на Мироновской ТЭС – неорганизованные выбросы отсутствуют из-за отсутствия условий для их осуществления.

В таблице 1 приведены выбросы загрязняющих веществ от данных предприятий на единицу мощности.

Таблица 1 – Выбросы загрязняющих веществ и парниковых газов за 2008 г.

Наименование загрязняющих веществ, парниковых газов	Старобешевская ТЭС	Мироновская ТЭС
	выброшено в атмосферный воздух, $\times 10^4$ т/кВт	
Всего по предприятию (без учета диоксида углерода)	1681,619	349,366
Взвешенные вещества	753,162	28,351
Диоксид азота (NO ₂)	192,993	98,725
Диоксид серы (SO ₂)	715,526	215,914
Оксид углерода (CO)	19,938	6,376
Диоксид углерода (CO ₂)	126 400	50 154,698

Из приведенной выше таблицы следует, что наибольшее количество выбросов приходится на взвешенные вещества и диоксид серы. Исходя из этого, целесообразно производить очистку от этих веществ.

Согласно всей мировой практике, установка весьма дорогостоящих систем дымоочистки – проекты однозначно затратные и не влияющие на производственный цикл предприятия, не повышающие эффективность производства. Именно поэтому важен комплексный подход к решению вопроса – наряду с поэтапной модернизацией оборудования – внедрение специализированных решений по дымоочистке.

В настоящее время очистка дымовых газов от взвешенных веществ на Старобешевской ТЭС осуществляется в мокрых золоуловителях-скрубберах МП-ВТИ с трубами Вентури, проектная эффективность которых составляет 96,2 %. На Мироновской ТЭС очистка осуществляется в батарейном эмульгаторе. Газоочистное оборудование котлоагрегатов ТЭС морально и физически устарело.

С целью улучшения экологической обстановки в районе расположения предприятия можно рекомендовать применение электрофильтров, которые имеют ряд преимуществ:

- способность улавливать частицы размером менее 10 мкм;
- высокая эффективность очистки – 99-99,8 %;
- умеренные затраты электроэнергии при эксплуатации электрофильтров – от 0,1 до 0,5 кВт в ч на 1000 м³ газа;

- возможность использования для очистки больших объёмов дымовых газов – выше $1000000 \text{ м}^3/\text{ч}$;

- использование для очистки дымовых газов с температурой до $400\text{-}450 \text{ }^\circ\text{C}$ [1].

Уменьшение содержания серы в топочных газах может достигаться различными методами: использованием малосернистых углей, предварительным удалением серы из угля, снижением количества серы, выделяющейся в газовую фазу при горении такими методами, как сухой, полусухой, мокрая сероочистка.

К особенностям сероулавливающих установок электростанций относится их крупномасштабность (во всех отношениях): площадь, занимаемая сероулавливающими установками, соизмерима с площадью основных сооружений электростанции, стоимость комплексов сероочистки может составлять десятки миллионов EURO, эксплуатация сероулавливающих установок связана с потреблением значительного количества реагентов (известняка, извести и др.) и образованием соответствующего количества отходов сероулавливания (гипс и др.).

Все более широкое применение находит постоянно совершенствующийся полусухой метод связывания диоксида серы - метод распылительной абсорбции. Этот метод распылительной абсорбции не получил пока такого широкого распространения, как мокрые известняковые методы. В основе метода лежит поглощение (абсорбция) диоксида серы из дымовых газов испаряющимися в них мелкими каплями известнякового раствора. Количество вводимого раствора регулируется таким образом, чтобы очищаемый газ не насыщался влагой, а тепла дымовых газов хватало бы для испарения всей влаги, содержащейся в щелочном сорбенте [2].

Этот метод применим для ТЭС с такими характеристиками:

- используется топливо с низким содержанием серы;
- периодическая работа котла;
- большие изменения газового потока;
- переменное содержание серы в топливе.

Основными достоинствами метода являются:

- сравнительная простота;
- возможность внедрения на действующем оборудовании;
- низкие капитальные и эксплуатационные затраты;
- высокая степень очистки газов;
- отсутствие необходимости в подготовке газов;
- меньшие (примерно на $25\text{-}30 \%$), по сравнению с мокрым способом, капитальные и эксплуатационные затраты.

Таким образом, установлено, что эффективными способами снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду от деятельности предприятий теплоэлектроэнергетики являются установка электрофильтров для очистки от взвешенных веществ и применение распылительной абсорбции для связывания диоксида серы из дымовых газов.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Беспалов, В. И. Природоохранные технологии на ТЭС / В. И. Беспалов, С. У. Беспалова, М. А. Вагнер – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 240 с.

2. Ветошкин, А. Г. Защита атмосферы от газовых выбросов / А. Г. Ветошкин – Пенза: Изд-во Пензенского государственного университета, 2004. – 271 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ СИСТЕМ ДЕСУЛЬФУРИЗАЦИИ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ

А.С. Гавриленко В.В. Лихачева

АДИ ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»

В докладе рассмотрены основные методы очистки от диоксида серы. Предложена малозатратная технология снижения выбросов. Проанализирована выгода данной схемы.

Ключевые слова: ДИОКСИД СЕРЫ, СОРБЕНТ, КОТЛОАГРЕГАТ.

The report considers the main methods of purification from sulfur dioxide. A technology for reducing emissions is proposed. The benefit of this scheme is analyzed.

Keywords: SULFUR DIOXIDE, SORBENT, PACKAGE BOILER.

Диоксид серы является одним из распространенных компонентов вредных выбросов промышленности и энергетики. Во время сжигания топлива сера, содержащаяся в нем, находится в виде окислов SO_2 и SO_3 . Во время выброса влага газов конденсируется тем самым образуя сернистую кислоту H_2SO_3 в виде аэрозоля, поглощающий из дымовых газов тяжелые металлы, мелкую золу, а также углеводороды. Собственно, эти миллионы тонн ежегодных выбросов особенно токсичны и не только для регионов ТЭС. Поэтому вопрос очистки дымовых газов очень актуален.

Таким образом, устранение загрязнения атмосферного воздуха диоксидом серы важно с точки зрения охраны окружающей среды. Большинство углей адсорбирует за счет окиси кальция, содержащейся в золе, в среднем 0,1 содержащейся в топливе серы. Для увеличения поглощения SO_2 при тех малых концентрациях, в которых он содержится в дымовых газах (0,1-0,3%), необходимо применять более эффективные поглотители - водные растворы или взвеси веществ, переводящие окислы серы в сульфаты и сульфиты.

Для сухого аддитивного процесса очистки в качестве реагентов для очистки газов от SO_2 могут быть использованы доломит $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$, известь CaO и известняк CaCO_3 . Сорбент подается в верхнюю часть топки дозирующим устройством для создания однородной смеси с дымовыми газами. В зависимости от конструкции котла и его производительности изменяется количество сопел для отвода сорбента и их расположение. Реакция сорбента с SO_2 является гетерогенной и зависит от следующих факторов: температуры дымовых газов; максимальной скорости реакции SO_2 с CaCO_3 (850 °C); оптимальной температуры (для доломита $t = 800 - 850$ °C).

Активный метод очистки относительно дешевый, он используется при содержании серы до 0,51% и при расходе дымовых газов до 300 тыс. м³/час. Расход энергии составляет приблизительно 1 кВт/час на 1 МВт мощности. Количество отходов составляет 5-8 кг/кг SO_2 .

Для внедрения этого метода нужна установка дозирующего и распределяющего прибора, наличие фильтров очистки дымовых газов от пыли установка приборов для отгрузки золы. Это капитальные траты. Кроме этого нужны, эксплуатационные траты на приготовление добавки и её приобретение. Эксплуатационные затраты составляют 50%, а затраты на отгрузку - 40%.

Десульфуризация дымовых газов мокрым известняковым методом является наиболее распространенным среди известных до сих пор высокоэффективных методов удаления SO_2 . Эффективность по этому методу состоит в пределах 90 - 95%. Метод

сероочистки базируется на нейтрализации сернистой кислоты, которая получается вследствие растворения SO_2 , содержащейся в дымовых газах, щелочными реагентами: карбонатом кальция или гидратом окиси.

Достоинством известнякового способа сероочистки являются простота технологической схемы, дешевизна сорбента, относительно небольшие капитальные затраты, возможность очистки газа без предварительного охлаждения.

К минусам данного способа можно отнести низкий коэффициент использования известняка, который зависит от типа применяемого минерала и достигающий 40-50%, получение в качестве продукта утилизации неиспользуемого шлама, относительно низкая эффективность очистки, подверженность забиванию кристаллическими отложениями абсорбционной аппаратуры и жидкостных коммуникаций.

Нами была рассмотрена схема очистки от окислов серы, при помощи котлоагрегата с малозатратной сероочисткой, которую можно применить к Старобешевской ТЭС, где объем выбросов газообразных веществ составляет 60-70% от общего объема токсичных веществ в атмосферный воздух на Старобешевской ТЭС.

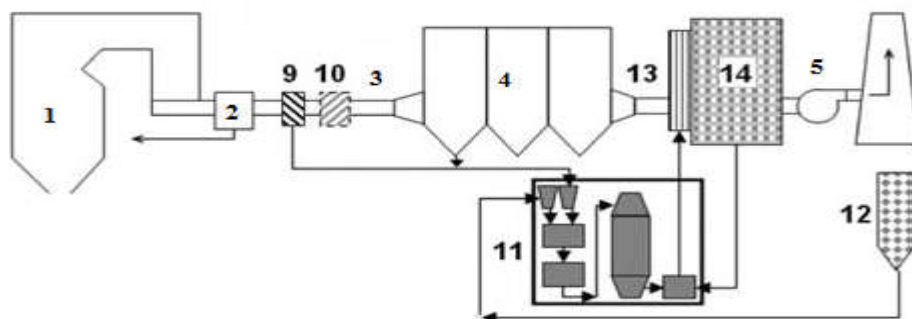


Рис. 1 – Котлоагрегат с малозатратной сероочисткой

1 – котел; 2 – регенеративный воздухоподогреватель; 3 – газоход; 4 – электрофильтр (ЭСФ); 5 – дымосос; 6 – газоход; 7 – дымовая труба; 8 – гидрозолоуловитель; 9 – узел отбора золы из газохода (если нет сухого отбора золы с ЭСФ); 10 – узел инъекции сорбента DALSICA в газоход; 11 – модуль подготовки сорбента; 12 – запасник мелкого немолотого известняка. Срок и условия хранения немолотого известняка – без ограничений. Система DALSICA отбирает золу, готовит сорбент и вводит его в газоход. Зола используется как топливо для получения извести из известняка (за счет невыгоревшего углерода в угольной золе), и как компонент сорбента. 13 – реактор малогабаритный взаимодействия сорбента с диоксидом серы SO_2 и мелкими частицами; 14 – рукавный фильтр, малогабаритный – за счет меньшей кратности.

Модуль DALSICA включает: дозирующие бункеры золы и мелкого немолотого известняка, смеситель - 1 золы и известняка, гранулятор смеси золы и известняка, шахтный узел самообжига зольно-известняковых гранул (работает при $900-1000^\circ\text{C}$ за счет газификации невыгоревшего углерода золы), смеситель - 2 приготовления сорбента. Основные механические узлы модуля, автоматика и другие – типовое серийное оборудование.

Результат: эффективность сероочистки 98+% при $\text{Ca/S}=1,1-1,3$; эффективность очистки от пыли – 99-99,9%. Для применения рассмотрим очистку от серы на энергоблоке на 300 мВт, для которого понадобится около 450 тысяч тонн угля в год, серы в угле около 11 000 т/год. Количество диоксида серы в газах составит 30000 т/год. Эффективным по нашему мнению является использование сорбентов DALSICA,

исследуемых в США [3]. Сырьем для сорбента послужит известняк, расход его на тонну SO_2 составит 2,5. Стоимость сорбента 400 р. на тонну SO_2 . Особенность в том, что SO_2 связывается в порах частиц сорбента DALSICA, которые имеют фракционный состав, схожий золеуносу, вследствие чего примененный сорбент выводится с помощью гидрозолоуловителя совместно с золой, что дает возможность не создавать новый вид отходов; при определенном избытке извести в составе отхода или сорбента DALSICA, отход очистки от серы, включающий все загрязнители газов сорбентом, является эффективным и востребованным нейтрализатором кислых гудронов для дорожного строительства, цена которого может полностью компенсировать капиталовложения на очистку от серы. При окислительном обжиге отходов вместе с золой возможно получение вяжущих стройматериалов с сопротивлением сжатию около 500 кг/см^2 . Необходимым условием обеспечения эффективной очистки дымовых газов от SO_2 является предварительное удаление пыли из газов. Эта пыль после сжигания топлива называется летящей золой. При сжигании топлива примерно 5% золы уходит в шлак и через систему гидрозолоудаления направляется на золоотвал, а основная часть золы поступает на установки обеспыливания, каковыми являются рукавные фильтры. Дымовые газы очищаются от золы в золоуловителе, установленном перед дымососом, и затем направляются в скруббер, который орошается раствором, содержащим мелкоразмолотый известняк и продукты нейтрализации.

Для того чтобы строительство серо-очищающего оборудование было экономически обосновано, необходимо, чтобы экологические платежи за выбросы были уменьшены. Требуемые инвестиции составят около 160 млн. грн или 320 млн. р. [1] Среднегодовой выброс диоксида серы за последние пять лет на Старобешевской ТЭС составил около 60000 т/год и сумма платежей за выброс диоксида серы в атмосферу будет равен:

$$P_n = 6000 \times 2800 = 168 \text{ млн. руб.}$$

Благодаря внедрению данной системы сероочистки эффективностью 98% выброс составит:

$$60000 \times 0,2 = 12000 \text{ т/год.}$$

Следовательно, сумма платежа за выброс диоксида серы будет равна:

$$P_n = 12000 \times 2800 = 33,6 \text{ млн. руб.}$$

Таким образом, представленная технологическая схема малозатратной сероочистки позволяет очистить газы до санитарных норм и сэкономить на платежах за выброс SO_2 около 135 млн. рублей в год.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Долгополов В.Н. Безотходная сероочистка дымовых газов угольных ТЭС до европейских норм с полной окупаемостью затрат // Энерг. та електриф. - 2014. - N 1. - С.27-34. - Библиогр.: 14 назв. - Рус.; рез. укр., англ.

2. Сябер М.О. Використання відходів спалювання вугілля на ТЕС – нагальна потреба часу // Енергетика та електрифікація. – 2010. – №3.

«FGD in the USA: why the future looks increasingly Dry». Modern Power Systems Magazine. May, 2013. P.53–56.

РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО УМЕНЬШЕНИЮ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ КОММУНАЛЬНЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ «КОМПАНИЯ «ВОДА ДОНБАССА»

Е.В. Контурская, Ю.Н. Ганнова
Донецкий национальный технический университет

В докладе рассмотрено поступление загрязняющих веществ в атмосферу от Верхне-Кальмиусской фильтровальной станции, принадлежащей Коммунальному предприятию «Компания «Вода Донбасса», а также рассмотрены методы предотвращения поступления этих веществ в окружающую среду.

Ключевые слова: АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ, ЗАГРЯЗНЯЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА.

The report deals with the receipt of pollutants into the atmosphere from Verkhne-Kalmius filtering station belonging to the Utility Company "Water of Donbass" Company, as well as the methods of preventing the entry of these substances into the environment.

Keywords: ATMOSPHERIC AIR, SHRAMMER, POLLUTANT SUBSTANCES.

Природные ресурсы – это средства к существованию, без которых человек не может жить и которые он находит в природе. Это вода, почвы, растения, животные, минералы, которые мы используем непосредственно или в переработанном виде. Они дают нам пищу, одежду, кров, топливо, энергию и сырье для работы промышленности, из них человек создает предметы комфорта, машины и медикаменты. [1]

Атмосфера – одна из систем, в которой протекает жизнедеятельность человека. Мы дышим атмосферным воздухом, и его чистота является необходимым условием здоровья людей.

Атмосферный воздух является самой важной жизнеобеспечивающей природной средой и представляет собой смесь газов и аэрозолей приземного слоя атмосферы, сложившуюся в ходе эволюции Земли, деятельности человека и находящуюся за пределами жилых, производственных и иных помещений. Результаты экологических исследований свидетельствуют о том, что загрязнение приземной атмосферы – самый мощный, постоянно действующий фактор воздействия на человека, пищевую цепь и окружающую среду. Атмосферный воздух имеет неограниченную емкость и играет роль наиболее подвижного, химически агрессивного и всепроникающего агента взаимодействия вблизи поверхности компонентов биосферы, гидросферы и литосферы.

Многочисленные вредные вещества, поступающие в атмосферу от антропогенных источников, перемешиваются, перемещаются и вымываются из нее. В воздушном бассейне постоянно происходят фотохимические процессы, приводящие к появлению новых соединений, иногда более вредных, чем исходные. [2] Вода – основа жизни на Земле и ее родина. К сожалению, обилие воды только кажущееся, в действительности гидросфера – самая тонкая оболочка Земли, потому что на воду во всех ее состояниях и во всех сферах приходится менее 0,001 массы планеты. Природа устроена так, что вода постоянно обновляется в едином гидрологическом круговороте и охрана водных ресурсов должна осуществляться в самом процессе использования вод путем влияния на отдельные звенья круговорота воды. Потребности в воде возрастают из года в год.

Коммунальное предприятие «Компания «Вода Донбасса» - крупнейшее предприятие сферы жилищно-коммунального хозяйства. Это уникальный комплекс гидротехнических и водопроводных сооружений, обеспечивающих бесперебойный процесс водообеспечения Донецкой области.

Основная задача предприятия - транспортировка, очистка воды, бесперебойное снабжение питьевой и технической водой населенных пунктов и предприятий области, а также обработка стоков. Источниками водоснабжения служат река Северский Донец через канал «Северский Донец-Донбасс», водохранилища, артезианские скважины. Производственные объекты предприятия - более 10000 км магистральных водоводов и сетей на территории области, фильтровальные станции, объекты энергообеспечения и связи.

Направления деятельности предприятия:

- 1) Водозабор с целью подачи питьевой и технической воды в маловодные регионы;
- 2) Подготовка питьевой и технической воды;
- 3) Внешнее централизованное водоснабжение питьевой и технической водой;
- 4) Муниципальное водоснабжение;
- 5) Сбор и обработка сточных вод (централизованное водоотведение);
- 6) Сбор и уничтожение иных отходов;
- 7) Производство пара и горячей воды;
- 8) Разработка и осуществление мероприятий по предотвращению загрязнения водных источников и зон санитарной охраны. [3]

Основной производственной деятельностью предприятия является очистка воды, поступающей из канала «Северский Донец-Донбасс», до воды питьевого качества.

В комплекс фильтровальной станции входят такие очистные сооружения как: смесители, реагентное хозяйство, камеры хлопьеобразования, отстойники, резервуары чистой воды и шламонакопители.

На промплощадке предприятия расположены также вспомогательные производства, такие как: лаборатории контроля качества воды, оборудованные химическими вытяжными шкафами, котельные, склады инертных материалов, склады горюче-смазочных материалов, автозаправочные станции, гаражи, механические мастерские, мастерские деревообработки кузнечные и сварочные отделения. Все они являются источниками выделения в атмосферный воздух таких загрязняющих веществ, как оксиды азота, оксид углерода, сернистый ангидрид, твердые частицы, тяжелые металлы, метан, парниковые газы, азотная кислота, хлористый водород, серная кислота, гидроксид натрия, аммиак, фенол, четыреххлористый углерод, этиловый спирт.

От источников промплощадки №3 выбрасывается 28 загрязняющих веществ, выброс которых составляет 731,9939 т/год. Из этих загрязняющих веществ пять являются наиболее распространенными (свинец и его соединения, вещества в виде суспендированных твердых частиц, оксиды азота, диоксид серы, оксид углерода), потенциальный выброс которых составляет 60,152 т/год, двадцать одно загрязняющее вещество, которое относится к опасным с потенциальным выбросом 0,043 т/год (мышьяк и его соединения, железо и его соединения, кадмий и его соединения, медь и ее соединения, никель и его соединения, ртуть и ее соединения, селен и его соединения, свинец и его соединения, хром и его соединения, цинк и его соединения, марганец и его соединения, азотная кислота, сульфатная кислота, аммиак, хлороводород, гидроксид натрия, этиловый спирт, фенол, четыреххлористый углерод, бензин и метан) и два вещества, для которых не установлены ПДК (ОБУВ) в атмосферном воздухе населенных городов с потенциальным выбросом 671,799 т/год (оксид диазота и диоксид углерода).

Основным загрязнителем атмосферного воздуха на предприятии является котельная, которая служит для обеспечения теплом помещений участка в холодное время года, оборудована угольными котлами. Расход топлива в отопительный сезон

составляет 377,5 тонн угля, марки ГР. При сжигании топлива в котлоагрегате выделяются оксиды азота, оксид углерода, сернистый ангидрит, углекислый газ, твердые частицы, тяжелые металлы, метан, которые через трубу (высотой 46 м и диаметром 0,7 м) выбрасываются в атмосферу. Режим работы котельной составляет 180 дней. Котельная оборудована специальной газоочистной установкой, которая очищает выделяющиеся в процессе работы котельной загрязняющие вещества.

Для предотвращения превышения выбросов в атмосферу в процессе производства предприятию необходимо: обеспечить соблюдение технологии эксплуатации оборудования, установленной производителем оборудования; поддерживать в полной технической исправности технологических установок; соблюдать нормы и правила и реконструкции по эксплуатации, технике безопасности и охране труда.

Для уменьшения объемов залповых выбросов на предприятии мероприятий не проводилось, так как на предприятии технологией не предусматриваются залповые выбросы. На предприятии также имеется станция розлива хлора, хлораторная и склад хлора, которые, при их повреждении, являются очень опасными. Для того чтобы не допустить образования нежелательных загрязняющих веществ в процессе производства, компания должна не допускать деформацию корпуса контейнера с жидким хлором, разогрев корпуса контейнера, выше температуры окружающей среды, не допускать образование потока сниженного газа при утечке жидкого хлора или разрушение емкости, выделения желто-зеленого газа с редким запахом, не допускать разрушение или разгерметизацию трубопровода с хлором и запорной арматуры, разрушение змеевика испарителя, не допускать интоксикацию людей, не допускать образования и распространения хлорной волны на территории предприятия. [4]

Компания «Вода Донбасса», стремясь к более эффективной очистки загрязняющих веществ от попадания в атмосферный воздух, ведет работу над достижением следующих целей. Установка нового газоочистного оборудования для котельной; сокращение до минимума неорганизованных выбросов; усиление контроля за соблюдением технологических регламентов работы как производственного, так и очистного сооружения; замена старого оборудования на более новое; создание и внедрение малоотходных и безотходных технологий; разработку и использование новых, более эффективных методов пыле- и газоочистки; поиск и применение топлива и сырья с меньшим содержанием вредных примесей.

Из этого мы можем сделать вывод, что прогресс не стоит на месте, компания «Вода Донбасса» развивается и всячески расширяет свой потенциал, разрабатывая и внедряя в производство более новые и эффективные мероприятия по уменьшению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Сетевое издание KM.RU [Электронный ресурс] / М .- Режим доступа : <http://www.km.ru/referats> / - 01.03.2001 г. - Природные ресурсы ;
2. *Исидоров В.А.* Органическая химия атмосферы / В.А. Исидоров. – СПб.: Химия, 2008. – 311 с.
3. Коммунальное предприятие «Компания «Вода Донбасса» [Электронный ресурс] / Донецк - Режим доступа : <http://www.voda.dn.ua/o-kompanii> - 2011 г. - О компании
4. Документы, в которых обосновываются объемы выбросов, для получения разрешения на выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух стационарными источниками для ДРВУ КП «Компания «Вода Донбасса» (Верхне-Кальмиусская станция).

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ОТРАБОТАННОГО ИЛА И ПОЛУЧЕННОГО ИЗ НЕГО БИОГУМУСА МЕТОДОМ ВЕРМИКОМПОСТИРОВАНИЯ

А.А. Зуб, Ю.Н. Ганнова

Донецкий национальный технический университет

В докладе проанализирована возможность обработки и утилизации осадков сточных вод с получением ценного товарного продукта - биогумуса. Описаны условия проведения эксперимента по получению биогумуса методом вермикомпостирования отработанного ила. Установлен химический состав отработанного ила и полученного из него биогумуса, проведен его сравнительный анализ.

Ключевые слова: ОСАДКИ СТОЧНЫХ ВОД, ОТРАБОТАННЫЙ ИЛ, ИЛОВЫЕ ПЛОЩАДКИ, ВЕРМИКОМПОСТИРОВАНИЕ, УТИЛИЗАЦИЯ, БИОГУМУС.

In the report the possibility of processing and utilization of sewage sludge with production of a valuable commodity of the product - vermicompost. Describes the experimental conditions for the preparation of vermicompost method of vermicomposting of waste sludge. Installed the chemical composition of waste sludge obtained from it of vermicompost carried out a comparative analysis.

Keywords: SEWAGE SLUDGE, WASTE SLUDGE, SLUDGE DRYING BEDS, VERMICOMPOSTING, UTILIZATSATION, VERMICOMPOST.

На канализационных очистных сооружениях в результате механической и биологической очистки хозяйственно-бытовых и смешанных сточных вод образуется значительное количество осадков (осадок первичных отстойников и отработанный ил), которые содержат органические вещества, соединения азота и фосфора, серы, тяжелые металлы и прочие элементы, накопление которых на иловых площадках представляет опасность для окружающей среды [1].

Осадки сточных вод (ОСВ) с очистных сооружений направляются на иловые площадки, где занимают большие площади плодородных земель, загрязняют почву, поверхностные и подземные воды, атмосферу, а так же требуют постоянного осуществления экологического мониторинга и контроля. Загрязнение окружающей среды осадками сточных вод происходит в результате эмиссии целого ряда химических элементов, содержащихся в данном виде отходов.

Согласно литературным данным [1], высокое содержание тяжелых металлов при поступлении в подземные воды прослеживается в нескольких геологических горизонтах, при этом существенную долю баланса подземных вод составляет инфильтрат с иловых площадок. Особую опасность для поверхностных вод, при неудовлетворительной работе иловых площадок, представляет поступление с дренажными водами загрязняющих веществ, что практически сводит на нет эффективность работы очистных сооружений. При длительном хранении ОСВ на иловых площадках, в результате анаэробных процессов разложения, происходит эмиссия биогаза и загрязнение атмосферы. Помимо этого, большинство иловых площадок по заполнению подходят к пределу своих проектных мощностей и требуют новых площадей для размещения осадков, что сопряжено с финансовыми платежами за размещение отходов и деградацией новых территорий занятых под иловые площадки.

Таким образом, одной из важнейших и на данный момент наименее решенных экологических проблем является выбор оптимального способа обработки и утилизации осадков сточных вод с целью максимального уменьшения их объема, а также

подготовка их к последующему размещению в окружающей среде [1]. Перспективным для решения данной экологической проблемы является метод, основанный на использовании вермикультуры – вермикомпостирование [2].

Вермикомпостирование - это один из способов обработки, обеззараживания и утилизации осадков сточных вод, который представляет собой процесс переработки осадка дождевыми червями, при котором органические соединения, содержащиеся в осадке, трансформируются в гумус. Вермикомпостирование позволяет в короткий срок переработать значительные количества осадка сточных вод и получить ценный товарный продукт - вермикомпост (биогумус). Осадок, переработанный червями, обеззараживается от яиц гельминтов и частично обезвреживается. Биотехнологический процесс получения биогумуса основывается на способности червей использовать органические остатки в качестве питательного субстрата, трансформировать их в кишечном канале и выделять в виде копролитов (экскрементов) [2].

Нами на базе Центральной контрольно-исследовательской и проектно-изыскательской водной лаборатории КП «Компания «Вода Донбасса» был проведен эксперимент по получению биогумуса путем вермикомпостирования отработанного ила отобранного с иловых карт канализационных очистных сооружений города Макеевки. Процесс вермикомпостирования осуществлялся следующим образом. На площадке, имеющей бетонное дно, выкладывалась песчаная основа штабелем толщиной 20 см, где песок играл роль дренажа, через который отводится вода. На песчаную основу был выложен слой почвы, содержащей культуру дождевых червей «Старатель». На этот слой в свою очередь добавлялся слой обезвоженного на иловых площадках отработанного ила. Далее протекал процесс переработки этого осадка сточных вод вермикультурой.

Для червя «Старатель» осадки сточных вод не являются природным субстратом для проживания, а наоборот представляют собой агрессивную среду для их обитания, по этому, при заселении ОСВ червями потребовался длительный период адаптации вермикультуры к условиям работы в такой среде. В период адаптации происходило вырождение популяции червей – измельчение, потеря окраски, ослабление способности к размножению и, как следствие, потеря производственной мощности вермикультуры. Однако, после прошедшего периода адаптации началось постепенное обновление популяции червей, так в лабораторных условиях при периодическом добавлении нового субстрата и поливе штабеля переработка осадка сточных вод шла быстро.

Процесс вермикомпостирования длился на протяжении четырех месяцев, и после того, как переработка органических веществ осадка была закончена, черви вылезли на поверхность штабеля в поисках нового субстрата, после чего рядом был выложен новый аналогичный штабель, на который переместились черви и был начат новый процесс вермикомпостирования.

В результате процесса переработки осадка сточных вод культурой червей «Старатель» длительностью 4 месяца, образовалось гумифицированное органическое удобрение в виде сыпучей мелкогранулированной массы темно-коричневого цвета – «копролиты», не имеющие запаха, обладающие высокой влагоёмкостью с размером гранул 1-3 мм. Отработанный на канализационных очистных сооружениях ил, используемый для получения биогумуса, потерял характерный неприятный запах и приобрел новые свойства и состав.

Нами было принято решение выполнить анализ химического состава исходного сырья для вермикомпостирования и полученного биогумуса, что бы определить удобрительную ценность данного продукта. Был проведен анализ на содержание азота аммонийного, валового содержания азота и фосфора, содержание ионов кальция и

магния в исследуемых образцах, а также определена их реакция среды pH, влажность и зольность. Результаты данного анализа приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав отработанного ила канализационных очистных сооружений г. Макеевки и полученного из него биогумуса

№ п/п	Показатель	Отработанный ил	Биогумус
1	Реакция среды pH	8,25	7,75
2	Влажность, %	56,08	52,57
3	Зольность, %	65,88	73,58
4	Азот аммонийный, г/кг	5,3	1,4
5	Фосфор общий, г/кг	3,7	5,6
6	Азот общий, г/кг	45,5	47,9
7	Кальций, г/кг	85,6	54,3
8	Магний, г/кг	6,6	6,1

Анализ данных, приведенных в таблице 1, показывает, что реакция среды отработанного ила и биогумуса – слабощелочная. В результате осуществления процесса вермикомпостирования снижается влажность и увеличивается зольность биогумуса по сравнению с исходным субстратом, процент минеральной составляющей увеличивается и становится достаточно высоким, что является положительной характеристикой биоудобрения и очень полезно для растений. Наличие в биогумусе азота аммонийного говорит о том, что полученный продукт имеет удобрительную ценность, ведь именно удобрения, произведенные на основе соединений ионов аммония, широко используются в сельском хозяйстве. В результате вермикомпостирования отработанного ила увеличивается валовое содержание азота и фосфора, которые являются основными удобрительными компонентами. Полученный биогумус содержит кальций и магний, которые являются абсолютно необходимыми элементами питания растений, однако их содержание в процессе вермикомпостирования частично снижается.

Таким образом, в результате процесса вермикомпостирования осадков сточных вод, а именно отработанного ила канализационных очистных сооружений города Макеевки, мы получили качественное удобрение – биогумус, которое согласно [3] может использоваться для собственных нужд объектов КП «Компания «Вода Донбасса» при уходе за зелёными насаждениями, а также передаваться другим предприятиям для зеленого строительства.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Гриценко, А. В. Влияние канализационных осадков на экологическое состояние природной среды, обработка и утилизация осадков сточных вод / А.В. Гриценко, Н.С. Горбань, Н.Ю. Ревякина и др. // Проблемы охраны навколишнього природного середовища та екологічної безпеки: зб. наук. пр./ УкрНДІЕП.– Харків, 2011.–С.111–122.

2. Зуб, А. А. Вермикомпостирование как возможность решения экологических проблем связанных с осадками сточных вод / А. А. Зуб, Ю. Н. Ганнова // Материалы Межвузовской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов по направлению «Проблемы развития и внедрения систем управления, стандартизации, сертификации, метрологии в регионах Донбасса и России». – Донецк: ДонНТУ, 2016. – С. 51–53.

3. ГСанПин 2.2.7.029-99 «Гигиенические требования обращения с промышленными отходами и определение их класса опасности для здоровья населения»

ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АСПИРАЦИОННОГО ПЫЛЕОЧИСТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В.А. Юдина Ю.Н. Ганнова

Донецкий национальный технический университет

В докладе произведена оценка возможной реконструкции пылеочистного оборудования на производственных технологических линиях, которое обеспечит снижение выбросов загрязняющих веществ стационарными источниками предприятий горнодобывающей промышленности до нормативных.

Ключевые слова: ГОРНОДОБЫВАЮЩАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, АСПИРАЦИЯ, ПЫЛЬ, РУКАВНЫЙ ФИЛЬТР, НОРМАТИВЫ.

The report assesses the possible reconstruction of dust-cleaning equipment on production process lines, which will ensure a reduction in emissions of pollutants from stationary sources of mining enterprises to regulatory ones.

Keywords: MINING INDUSTRY, ASPIRATION, DUST, BAG FILTERS, NORM.

Для промышленно развитых регионов, таких как Донбасс, тенденция к увеличению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, является неминуемой. Это приводит к значительному ухудшению различных компонентов биосферы. Газообразные выбросы очень неблагоприятно влияют на экологическую обстановку в местах расположения промышленных предприятий, а также ухудшают санитарно-гигиенические условия труда. К агрессивным массовым выбросам относят оксиды азота, сероводород, углерода диоксид, серы диоксид и много других газов, а также неорганическую пыль и золу.

Наряду с металлургической и химической промышленностью, энергетикой и тяжелым машиностроением, большой вклад в загрязнение атмосферного воздуха вносит горнодобывающая промышленность. В выбросах горнодобывающих предприятий присутствуют оксиды азота, серы, углерода, сероводород, однако, наибольший объём приходится на долю твёрдых веществ - около 70% [1].

Так как в Донецкой области имеются несколько крупных месторождений известняка и доломита, более детально рассмотрим проблемы этой отрасли промышленности на примере Докучаевского флюсо-доломитного комбината (ДФДК).

Общая схема производства включает в себя добычу сырья в карьерах, обжиг доломита во вращающихся печах, переработку и обогащение известняков и доломитов на дробильно-обогажительных фабриках и циклично-поточной линии. Технология переработки известняков и доломита сопровождается обильным пылевыделением на участках дробления, транспортировки, сортировки и перегрузки продукта, а также выделением диоксидов азота и серы в процессе обжига доломита. Химический состав пыли: CaO – 30.07-53.85%, MgO – 2.09-20.69%, SiO₂ – 1.38-2.92%, Al₂O₃+Fe₂O₃ – 0.18-1.35%, S – 0.064-0.15%, P – 0.0047-0.029%, прочие – 0-21%. Фракционный состав пыли: фракции менее 2 мкм – 52%; 2-4 мкм – 24%; 4-6 мкм – 6,4%; 6-8 мкм – 7,6%; 8-10 мкм – 2,7%; более 10 мкм – 2,3%. Причина значительных выбросов пыли состоит в отсутствии эффективной системы газоочистки и устаревшем по всем параметрам основного пылеочистного оборудования.

Большинство аспирационно-вытяжных установок (АВУ) на ДФДК в настоящее время находятся в нерабочем состоянии. В окружающую среду выбрасывается

известково-доломитовая пыль, средняя концентрация которой по отдельным линиям производства составляет:

Дробильно-обоганительная фабрика № 1 – 540 мг/м³;

Дробильно-обоганительная фабрика № 2 – 302 мг/м³;

Дробильно-обоганительная фабрика № 3 – 559 мг/м³;

Цех обжига доломита – около 5000 мг/м³;

Ремонтно-механический цех – 485 мг/м³;

Железнодорожный цех – 1000 мг/м³;

Электроцех – 1000 мг/м³;

Циклично-поточная технологическая линия – 1189 мг/м³.

Такое значительное превышение концентрации пыли пагубно влияет не только на состояние атмосферного воздуха в черте города и, как следствие, на здоровье населения, но и обязывает руководство платить высокие штрафы, что сказывается на бюджете предприятия.

Аспирация предназначена для удаления мелких сухих частиц из-под укрытий транспортно-технологического оборудования и рабочей зоны. Вместе с потоком воздуха, который используется в качестве среды – носителя, пыль засасывается в трубопровод системы аспирации. Далее частички передвигаясь по нему достигают места назначения (фильтра, отстойника) и собираются в какую-либо тару[2].

Существует два вида систем аспирации — это моноблочные и модульные. Моноблочная конструкция мобильна и полностью автономна – такую аспирационную систему располагают, как правило, в непосредственной близости от места сбора отходов. Модульная система аспирации, в большинстве случаев, включает в себя вентиляторы низкого давления, воздухопроводы, сепараторы.

Следует отметить, что система аспирации может быть рециркуляционной или прямоточной:

- рециркуляционная аспирационная система пылегазоочистки возвращает полностью или частично после очистки воздух внутрь производственного помещения.

- прямоточные системы аспирации захватывают загрязненный воздух из цеха, очищают его в пылеулавливающих агрегатах и затем выбрасывают в атмосферу.

Одним из преимуществ аспирационных установок является малоотходная технология, так как уловленная пыль, состав которой идентичен составу обрабатываемого сырья, будет возвращаться в производство на повторное использование. Планируемые мероприятия не окажут отрицательного воздействия на геологическую и водную среду, земельные ресурсы, а опосредованное воздействие на почвы, растительный и животный мир будет положительным ввиду сокращения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

Мы предлагаем системы пылеудаления и газоочистки на основе рукавных фильтров. В большинстве отраслей промышленности рукавные фильтры стабильно обеспечивают уровень пылеулавливания: до 99,9% для частиц размером более 1 мкм. При этом благодаря системе импульсной очистки фильтров в системе аспирации достигается ее максимальная эффективность и значительная экономия электроэнергии.

Внедрение аспирационных систем не требует изменения существующего технологического процесса. После обработки всех исходных данных аспирационная система проектируется таким образом, чтобы стать встроенным звеном в работе производственного оборудования, и только в подобной связке система аспирации выполняет свои функции с максимальной отдачей, эффективно выполняя очистку выбросов в атмосферу.

Примером самых крупных источников образования пыли на ДФДК являются: вращающиеся, электродуговые и медеплавильные печи, сушилки песка и камеры обдува. Для каждого источника образования пыли предлагается внедрить прямооточную аспирационную систему.

На схеме, представленной на рисунке 1, видно, что аспирационные выбросы от источников образования с температурой окружающей среды будут поступать из укрытий и зонтов по газоходам в рукавные фильтры. После обеспыливания до остаточной запылённости 50 мг/м^3 с помощью вентиляторов выбросы будут подаваться в дымовую трубу и выбрасываться в атмосферу. Уловленная пыль будет возвращается в производство, для этого в комплекте рукавных фильтров предусмотрены легко съёмные герметичные ёмкости, из которых раз в смену её выгружают на конвейеры.

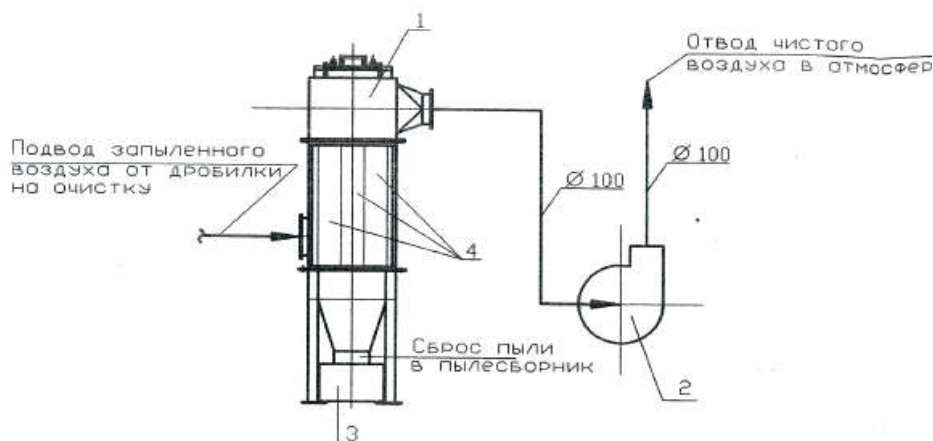


Рис. 1 – Принципиальная схема очистки запылённого воздуха. 1 – опытный рукавный фильтр; 2 – вентилятор; 3 – пылесборник; 4 – фильтровальный элемент.

Предложенная нами аспирационно-вытяжная система обеспечит сокращение запылённости в выбросах до 50 мг/м^3 и снижение выбросов диоксида азота на 50%.

Пыль, уловленную в АВУ дробильно-обогажительных фабрик, цеха обжига доломита и циклично-поточной технологической линии в количестве 176166,7 т/год предлагается возвращать в технологию или отправлять потребителю. Пыль, уловленная в АВУ ремонтно-механического, железнодорожного цехов и электроцеха в количестве 224 т/год будет размещена на полигоне промышленных отходов. Эффективность обеспыливания по расчётным данным составит около 98%.

Таким образом, реконструкция пылеочистного оборудования на предприятиях горнодобывающей промышленности является целесообразной и необходимой из-за простоты эксплуатации, и высокой эффективности процесса.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Бошняков Е. Н. Аспирационно – технические установки предприятий цветной металлургии / Е. Н. Бошняков – М.: Металлургия. 1987. - 160 с.
2. Килин П. И. Промышленная вентиляция. Монография / П. И Килин – М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». 2010. – 340 с.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД КАНАЛИЗАЦИИ ПО КОНЦЕНТРАЦИЯМ МЕТАНА (НА ПРИМЕРЕ СТАНЦИИ АЭРАЦИИ ГОРОДА РОСТОВА-НА-ДОНУ)

В.В. Сухоруков, Д.Н. Гарькуша

Институт наук о Земле Южного федерального университета

В работе представлены результаты исследований на канализационной очистной станции г. Ростова-на-Дону по замерам концентраций метана на каждом этапе обработки сточных вод и представлено описание технологической схемы процесса. Наблюдаемые при очистке изменения концентраций метана свидетельствуют о возможности использования уровня его содержания для оценки эффективности очистки сточных вод на очистных канализационных сооружениях.

Ключевые слова: СТОЧНЫЕ ВОДЫ КАНАЛИЗАЦИИ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ ОЧИСТКИ, КОНЦЕНТРАЦИЯ МЕТАНА.

The paper presents results of researches on sewage treatment plant in Rostov-on-don for measurements of methane concentrations at each stage of wastewater treatment and provides a description of the technological scheme of the process. Observed when you clear the change of methane concentrations indicate the possibility of using levels to assess the effectiveness of sewage treatment sewage treatment sewage facilities.

Keywords: WASTE WATER SEWAGE, THE TECHNOLOGICAL STAGES OF PURIFICATION, THE CONCENTRATION OF METHANE.

В настоящей работе авторами на примере Ростовской станции аэрации изучено поведение концентраций метана на основных этапах технологического цикла очистки сточных вод канализации, а также рассмотрена возможность использования уровня его концентрации как показателя эффективности очистки сточных вод. В основу работы положен фактический материал, собранный при проведении исследований на очистных сооружениях канализации Ростовской станции аэрации (ОСК РСА).

ОСК РСА размещаются на левом берегу р. Дон в ее пойме и обслуживают большую часть городов Ростова-на-Дону и Батайска. Услугами этой системы пользуются около 850000 человек. Фактическая мощность очистных сооружений (I и II очередь) составляет в среднем $\sim 310000 \text{ м}^3/\text{сутки}$ [2].

Технологический цикл очистки сточных вод, поступающих на очистные сооружения, состоит из следующих этапов: 1) удаление мусора путем процеживания сточных вод через решетку; 2) удаление песчаной фракции за счет выпадения в осадок во время движения через песколовку; 3) удаление в осадок тяжелой части органической взвеси в первичном отстойнике; 4) биологическая очистка активным илом (сообществом микроскопических детритофагов, закрепленных на частицах органики) в аэротенке; 5) удаление активного ила во вторичном отстойнике; 6) дополнительная биологическая очистка в биореакторе; 7) хлорирование очищенной воды.

Из первичного отстойника извлекается сырой осадок, из вторичного – активный ил (АИ), большая часть которого, возвратный активный ил, повторно направляется в аэротенк, а меньшая, избыточная часть активного ила, вместе с сырым осадком – уплотняется, образуя осадок влажностью 96%, и направляется на дальнейшую переработку. Переработка смеси сырого осадка и активного ила, ежедневно накапливающихся в количестве около 2600 м^3 , включает два этапа: 1) обезвоживание осадка в центрифуге с выделением отжатой воды (фугата) и твердой

органоминеральной части (кека) влажностью 70%; 2) захоронение кека на иловых картах (площадках).

Дренажные воды с иловых площадок и фугат, образующийся после обезвоживания осадка, направляются на насосную станцию избыточного активного ила и далее, смешиваясь с первичной поступающей на станцию аэрации сточной водой, проходят новый технологический цикл очистки.

В зависимости от даты опробования наблюдается заметное различие в параметрах качества поступающих на станцию аэрации сточных вод, и особенно значительное для величин ХПК, БПК₅, концентраций биогенных элементов, взвешенных веществ и сульфидных соединений [2]. Для этих же параметров, как правило, характерно и наиболее сильное снижение содержаний и величин на выходе из очистных сооружений, за исключением нитритного и нитратного азота, концентрация которых, напротив, после прохождения всех этапов очистки заметно возрастает, что обусловлено процессами окисления аммонийного азота.

Отбор проб на метан и определение его концентраций выполнено в лаборатории ФГБУ «Гидрохимический институт» (г. Ростов-на-Дону) методом фазово-равновесной дегазации в соответствии с методикой [3]. В первичной поступающей на станцию аэрации сточной воде концентрация метана варьирует в пределах от 348,9 до 1640,4 мкл/л (в среднем 1130 мкл/л), что на 1-2 порядка превышает значения, характерные для вод реки Дон (табл. 1). Существенная вариабельность уровня содержания газа в первично поступающей сточной воде, вероятно, обусловлена изменяющимся температурным режимом, составом сточных вод, и главным образом, количеством лабильного органического вещества [2], показателем которого является БПК₅.

Таблица 1 – Содержание метана в воде очистных сооружений станции аэрации

Место отбора пробы	Содержание СН ₄ , мкл/л		
	24.06.04 г. t = 20-21 °С	16.07.04 г. t = 23-24 °С	25.05.05 г. t = 25-26 °С
Первичная поступающая сточная вода	348,9 (1)	1184,2-1342,0 (2)	1640,4 (1)
Вода перед песколовками	–	1136,8-1263,0 (2)	–
Вода перед первичным отстойником	239,2-287,1 (2)	947,4-978,9 (2)	–
Вода в первичном отстойнике	–	–	337,7-973,7 (4)
Вода после первичного отстойника	463,5-607,1 (2)	1342,0-1421,0 (2)	–
Вода в аэротенке	–	–	0,7-80,7 (3)
Вода на выходе из аэротенка	2,3-4,9 (2)	2,8-3,1 (2)	–
Вода после вторичного отстойника	8,1-15,0 (2)	10,9-12,6 (2)	–
Вода перед хлорированием, после биореакторов	–	10,5-12,3 (2)	–
Вода в контактном резервуаре (бассейне) для хлорирования	–	–	1,4-15,8 (3)
Вода р. Дон, в 0,5-0,8 км выше станции аэрации	48,4-62,8 (2)	42,1-46,3 (2)	–
Примечание. t – температура воздуха в период проведения исследований; в скобках – количество измерений.			

Наблюдается резкое снижение (в 100-400 раз) концентраций метана после аэротенка (до 2-5 мкл/л), что обусловлено интенсивной аэрацией воды и пропусканием ее через биомассу активного ила, вследствие чего подавляется активность метаногенных микроорганизмов и создаются благоприятные условия для окисления метана. На последующих этапах очистки (вторичный отстойник, биореактор, хлорирование) уровень содержания метана остается низким, в среднем составляя 11,0 мкл/л, что в 4,5 раза меньше его содержания в р. Дон.

Таким образом, наблюдаемые изменения концентраций метана в сточных водах при прохождении технологических этапов их очистки свидетельствуют, что метан может являться не только показателем уровня загрязненности водных экосистем и состояния водопроводной воды [1–3], но и показателем эффективности очистки сточных вод канализации.

Авторы благодарят с.н.с. ФГБУ «Гидрохимический институт» Тамбиеву Н.С., выполнившую определение содержания метана, а также директора ПП «РСА» Шинкоренко В.А. и главного инженера Носова С.В. за оказанное содействие при проведении исследований.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Минобрнауки (№ 5.5791.2017/ВУ) и внутреннего гранта ЮФУ (№ ВнГр-07/2017-24).

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Гарькуша, Д. Н.* Метан как индикатор условий раннего диагенеза и экологического состояния водных экосистем / Д. Н. Гарькуша, Ю. А. Федоров, Н. С. Тамбиева // Известия Вузов. Северо-Кавказский регион. Серия Естественные науки. 2013. № 6. – С. 78–82.

2. *Федоров, Ю. А.* Метан как показатель эффективности очистки сточных вод на примере станции аэрации города Ростова-на-Дону / Ю. А. Федоров, Д. Н. Гарькуша // Вода и экология: Проблемы и решения. 2015. №2(62). – С. 66–72.

3. *Федоров, Ю. А.* Метан в водных экосистемах: 2-е изд., перераб. и доп. Ю. А. Федоров, Н. С. Тамбиева, Д. Н. Гарькуша, В. О. Хорошевская. – Ростов-на-Дону – Москва: ЗАО «Ростиздат», 2007. – 330 с.

ОБОСНОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ КАЧЕСТВА ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ВОДЫ ДЛЯ ОБОРОТНЫХ ЦИКЛОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Д.С. Рожкова, С.П. Высоцкий

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

Проанализированы процессы использования воды в оборотных циклах металлургических предприятий. Рассмотрены требования к качеству воды оборотных циклов и определены источники загрязнения охлаждающей воды.

Ключевые слова: ОБОРОТНЫЕ ЦИКЛЫ, МЕТАЛЛУРГИЯ, КАЧЕСТВО ВОДЫ, ТРЕБОВАНИЯ.

Analyzes of the water use processes in reverse cycles metallurgical and enterprises are analyzed. Requirements to cooling water and sources of water pollutions are considering.

Keywords: REVERSE CYCLE, METALLURGY, WATER QUALITY, REQUIREMENTS.

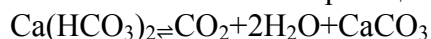
Основная часть воды, используемой на промышленных предприятиях, применяется в охлаждающих системах прямоточного и оборотного водоснабжения. В отечественной и зарубежной практике основными потребителями охлаждающей воды являются предприятия энергетики и металлургии.

Требования к качеству охлаждающей воды определяются условиями ее использования в конкретных технологических схемах с учетом специфики производства. Тем не менее, все они сводятся к обеспечению высокоэффективной работы теплообменного оборудования, инженерных сооружений и коммуникаций, входящих в состав производства.

Для обеспечения надежности и экономичности эксплуатации оборотных циклов необходимо поддерживать водные режимы, при которых на поверхности охлаждающих элементов и в самой системе не должно возникать активных коррозионных процессов и образования каких-либо солевых, механических и биологических отложений. В противном случае нарушаются условия теплопередачи, вызывающие снижение производительности основных технологических потоков и оборудования, а также ухудшение качества вырабатываемой продукции, увеличение энергетических затрат циркуляционных насосных станций на преодоление гидравлических сопротивлений, резко ухудшаются эксплуатационные характеристики оборотных систем, происходит разрушение конструкционных материалов.

При использовании в оборотных системах очищенных и доочищенных сточных вод необходимо соблюдать санитарно-гигиенические требования по созданию безопасной токсикологической и эпидемиологической обстановки на предприятиях и на прилегающих к ним территориях.

Водный режим оборотных систем существенно отличается от режима прямоточных. Многократный нагрев оборотной воды и ее последующее охлаждение в градирнях и брызгальных бассейнах приводит к потерям равновесной углекислоты и отложению на поверхности теплообменников и холодильников главным образом кальциевых карбонатных отложений в соответствии с реакцией:



При работе оборотных систем с ограниченными добавками подпиточной воды, а следовательно, при больших коэффициентах концентрирования солей содержание карбоната кальция достигает предела растворимости в циркуляционной воде, и он в зависимости от температуры воды и наличия в ней определенных примесей может выпадать из раствора в виде арагонита и кальцита.

Кроме этого, при использовании в оборотных циклах вод повышенной минерализации возможно отложение гипса $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$.

В оборотной и добавочной воде ограничивается концентрация взвешенных веществ, так как взвешенные вещества могут формировать в теплообменниках слой отложений, снижая, таким образом коэффициент теплопередачи. При скорости движения жидкости 1 м/с и концентрациях грубодиспергированных примесей в оборотной воде 150 мг/л и 1000 мг/л коэффициент теплопередачи снижается соответственно на 20% и 35%. В свою очередь, увеличение скорости, движения воды в трубках теплообменных аппаратов приводит к уменьшению интенсивности образования механических отложений. Минимальная самоочищающая скорость движения жидкости, обеспечивающая вынос и транспортирование механических примесей (песка, накипи и других взвесей) крупностью 0,1-4 мм из охлаждаемых элементов, составляет 0,01-0,5 м/с. При наличии в оборотной воде окарины скорость циркуляционного потока должна быть не менее 0,8-1 м/с [1].

Источником загрязнений оборотной воды взвешенными веществами являются неосветленные воды поверхностных водоемов, вторичные продукты коррозионных и карбонатных отложений, биообрастаний, а также пыль минерального и органического происхождения, проникающая в охладители из атмосферного воздуха.

Концентрация пыли в воздухе зависит от регионального фактора, степени загрязненности воздуха выбросами предприятий, скорости ветра и т.д. Концентрацию взвешенных веществ, вносимых в оборотную воду из воздуха, возможно прогнозировать исходя из формулы:

$$\Delta C = K C_{\text{воз}},$$

где ΔC — прирост концентрации взвешенных веществ в оборотной воде при прохождении ее через градирню, г/м³;

K — эмпирический коэффициент, изменяющийся в пределах 0,93-1,45 при плотности орошения от 10 до 6 м³/(м²×ч);

$C_{\text{воз}}$ — запыленность атмосферного воздуха, мг/м³.

Взвешенные вещества осаждаются в паузах холодильников, забивают трубную систему теплообменников, отлагаются на отдельных участках коммуникаций, а мелкодисперсные включения, входящие в состав карбонатных и сульфатных отложений, вызывают повышение их прочностных характеристик.

Накопление взвешенных веществ в холодильниках и коммуникациях наблюдается также при развитии биологических обрастаний, которые аккумулируют механические примеси, находящиеся в оборотной воде.

Биологическое окисление оказывает самое высокое термическое сопротивление. Присутствующие в водах оборотных циклов серобактерии в процессе жизнедеятельности окисляют H_2S до S и при недостатке сероводорода выделяют серную кислоту, которая вызывает сульфатную коррозию, приводящую к разрушению деревянных и железобетонных конструкций.

Повышение температуры воды также вызывает увеличение коррозии. В вентилируемой системе эта тенденция снижается за счет уменьшения растворимости кислорода при более высоких температурах.

Кривая А (рис. 1) отображает данные из полностью закрытой системы, не предусматривающей отвод кислорода в атмосферу. Кривая В показывает данные для вентилируемой системы. При температуре до 77 °С кривые по существу параллельны. За 77 °С кривая В падает. Это происходит потому, что более низкая растворимость кислорода при повышении температуры в свободно вентилируемой системе снижает скорость коррозии быстрее, чем повышение ее температуры [2].

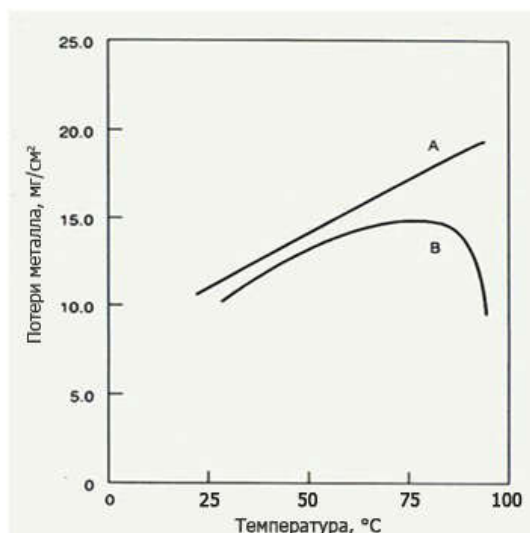


Рис. 1 – Зависимость увеличения коррозии от температуры

При обслуживании, обратные системы могут подвергаться серьезным повреждениям от кислотной и щелевой коррозии, а также от гальванического воздействия. Замкнутые системы охлаждения, которые периодически закрываются, подвергаются воздействию температур воды, которые могут варьироваться от комнатной до 82 °C или выше. Во время остановки кислород может попасть в воду до достижения предела насыщения. Когда система возвращается к высокотемпературной работе, растворимость кислорода снижается, и выделяемый кислород вызывает коррозию металлических поверхностей.

Замкнутые рециркуляционные системы имеют много преимуществ. Они обеспечивают лучший контроль температур в теплогенерирующем оборудовании, а их требования к малому расходу подпиточной воды значительно упрощают контроль над потенциальными водными проблемами. Подпитка воды необходима при утечке, при продувке или когда вода была слита для ремонта системы. Поэтому для подпитки можно использовать воду, свободную от накипеобразователей и, как следствие, отложения накипи не будут оставаться. Закрытые системы также менее восприимчивы к биологическому обрастанию от шламовых и водорослевых отложений, чем открытые системы.

Замкнутые системы также резко снижают проблемы коррозии, поскольку рециркуляционная вода не насыщается кислородом, как в открытой системе. Единственные точки возможного входа кислорода находятся на поверхности расширительного бака или горячей воды, уплотнений циркуляционного насоса и подпиточной воды. При небольшом количестве необходимой подпиточной воды адекватная обработка может практически устранить коррозию и накопление продуктов коррозии.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Сомов М.А. Водопроводные системы и сооружения. Учебник для вузов. – М.: Стройиздат, 1988. – 399с.
2. GE Water & Process Technologies. [Электронный ресурс]. URL: https://www.gewater.com/handbook/cooling_water_systems/ch_32_closed.jsp

АНАЛИЗ РЕАГЕНТНОГО МЕТОДА УДАЛЕНИЯ ИЗ СТОЧНЫХ ВОД ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

В.В. Павлова, С.П. Высоцкий

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

В докладе рассматривается реагентный метод очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов. Проанализированы недостатки и достоинства данного метода.

Ключевые слова: ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ, СТОЧНЫЕ ВОДЫ, РЕАГЕНТНЫЙ МЕТОД.

The report deals with the reagent method of wastewater treatment from heavy metal ions. The shortcomings and advantages of this method are analyzed.

Keywords: HEAVY METALS, WASTE WATER, REAGENT METHOD.

Промышленные сточные воды многих химических, текстильных, машиностроительных, электротехнических заводов, предприятий цветной металлургии и других отраслей промышленности в большей или меньшей степени загрязнены солями цветных и тяжелых металлов. Наиболее часто они загрязнены солями цинка, кадмия, меди, хрома, никеля, ртути, железа реже содержат кобальт, марганец. В сточных водах практически никогда не содержится только один вид катионов, а содержится смесь нескольких солей минеральных кислот.

С каждым годом расширяется сфера использования редких металлов - это радиоэлектроника, металлургия, авиация, химическая промышленность. Высокая стоимость, сложность переработки редких металлов привели к необходимости получения тонких металлических пленок на поверхности деталей. Для этой цели в настоящее время в гальванической технике используются такие редкие металлы как индий, молибден, германий, галлий и таллий. Промывные воды, как правило, содержат достаточное количество этих элементов.

Истощение природных ресурсов и загрязнение окружающей природной среды стимулирует к поиску способов получения металлов из производственных отходов. Загрязнение водной среды ионами тяжелых металлов опасно для всей биосферы, а также свидетельствует о расточительном отношении к ресурсам. Со сточными водами гальванотехники теряется более 50 % металлов, предназначенных для декоративных, защитных и других покрытий. Кроме того, тяжелые металлы оказывают токсичное воздействие на живые и растительные организмы, имеют тенденцию к накоплению в пищевых цепочках, что усиливает их опасность для человека. Наиболее опасны ионные комплексные формы тяжелых металлов. Медь, марганец, кобальт, никель, цинк, кадмий, железо, хром относятся к группе токсичных тяжелых металлов. Это вызывает необходимость строгого контроля за их поступлением в окружающую среду, что требует на практике использование сравнительно недорогих, доступных методов их улавливания [1].

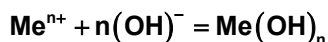
Реагентный метод наиболее распространенный метод, заключающийся в переводе растворимых веществ в нерастворимые при добавлении различных реагентов с последующим отделением их в виде осадков.

Метод включает в себя процессы нейтрализации, коагуляции, окислительно-восстановительные реакции, осаждение и обезвоживание образующегося осадка, и позволяет довольно полно удалять из стоков ионов тяжелых металлов (ИТМ).

При этом методе ионы тяжелых металлов переводятся, как правило, в гидроксидные соединения путем повышения pH усредненных стоков до pH их

гидратообразования с последующим осаждением, фильтрацией. В необходимых случаях до достижения pH очищенных стоков регламентируемого для сброса.

В качестве реагентов используют гидроксиды кальция и натрия, сульфиды натрия, феррохромовый шлак, сульфат железа(II), пирит. Наиболее широко для осаждения металлов используется гидроксид кальция, который осаждает ионы металла в виде гидроксидов:



Наиболее эффективным для извлечения цветных металлов является сульфид натрия, т.к. растворимость сульфидов тяжелых металлов значительно ниже растворимости других труднорастворимых соединений - гидроксидов и карбонатов.

Сульфиды тяжелых металлов образуют устойчивые коллоидные системы, и поэтому для интенсификации процесса их осаждения вводят коагулянты и флокулянты. Так как коллоидные частицы сульфидов имеют отрицательный заряд, то в качестве коагулянтов используют электролиты с многозарядными катионами - обычно сульфаты алюминия или трехвалентного железа, также их смеси. Соли железа имеют ряд преимуществ перед солями алюминия: - лучшее действие при низких температурах; - более широкая область оптимальных значений pH среды; - большая прочность и гидравлическая крупность хлопьев; - возможность использовать для вод с более широким диапазоном солевого состава.

При использовании смесей $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ и FeCl_3 в соотношениях от 1:1 до 1:2 достигается лучший результат коагулирования, чем при раздельном применении реагентов. Кроме вышеназванных коагулянтов, могут быть использованы различные глины, алюминийсодержащие отходы производства, травильные растворы, пасты, смеси и шлаки, содержащие диоксид кремния, который в этом случае функционирует как флокулянт.

Для ускорения процесса коагуляции используют ряд флокулянтов, в основном полиакриламид. Добавка его в количестве 0.01% от массы сухого вещества увеличивает скорость выпадения осадков гидроксидов металлов в 2 ÷ 3 раза.

Метод реализован на большинстве предприятий в виде станций нейтрализации сточных вод [2].

В США предложен способ получения неопасных осадков сточных вод, содержащих тяжелые металлы. Способ заключается в осаждении тяжелых металлов фосфорной кислотой или ее солей. Преимущество этого способа заключается в том, что фосфаты значительно менее растворимы, чем гидроксиды и сульфаты тех же металлов. Кроме того, фосфаты не амфотерны. Процесс осаждения металлов включает следующие стадии:

- 1) добавление фосфорной кислоты или ее кислой соли к водному раствору из расчета моль фосфата на моль тяжелого металла;
- 2) понижение pH до 3 добавлением серной кислоты;
- 3) добавление коагулянта FeCl_3 в концентрации 0.75 ÷ 1.5 г/л;
- 4) увеличение pH раствора до 8,5 добавлением гидроксида кальция и получение осадка, включающего скоагулированные фосфаты металлов;
- 5) обезвоживание осадка.

Положительной стороной процесса является то, что полученный осадок мало выщелачивается. Если водный раствор содержит цианид-ионы, то их окисляют до ступени 1 добавлением гипохлорита натрия и гидроксида натрия. Cr^{6+} в сточных водах восстанавливают до Cr^{3+} метабисульфитом натрия между 2-й и 4-й ступенью

обработки. В качестве флокулянта используют ионные полимеры (анионный полиакриламид).

В США также предложен способ удаления ионов тяжелых металлов из промышленных сточных вод добавлением 1-2 %-ной водной суспензии FeS_2 . В результате обменной реакции в осадок выделяются тяжелые металлы в форме сульфидов. Еще один способ удаления ионов тяжелых металлов из сточных вод, также разработанный в США, предполагает осаждение их в виде сульфида тритиокарбоната щелочного или щелочноземельного металла (Na_2CS). Предпочтение отдается тритиокарбонатам Na, K, Ca; значение pH раствора устанавливают в интервале $6 \div 9$. Для полноты осаждения тритиокарбонат добавляют в небольшом избытке по отношению к содержанию тяжелых металлов в сточных водах. Часто требуется предварительная обработка сточных вод окислителем или восстановителем, например, восстановление хрома Cr^{6+} в хром Cr^{3+} гидразином или метабисульфитом натрия. Осажденные сульфиды тяжелых металлов легко отделяются от воды. Следует отметить, что гидразин и его соединения являются высокотоксичными веществами, поэтому в качестве восстановителей используются соединения сульфита, а в некоторых случаях диоксид серы. Из полученных осадков известными способами получают металлы, которые повторно используют в производстве.

В ФРГ для удаления тяжелых металлов из сточных вод предлагается метод осаждения с гипсом при pH $7 \div 9$ использованием ксантогенатов этих металлов, являющихся центрами кристаллизации. Очищенная сточная вода поступает на биологические очистные сооружения, остаточная концентрация ксантогенатов безопасна в гигиеническом и токсикологическом отношении [3].

Достоинствами реагентного метода являются: широкий интервал начальных концентраций ИТМ; универсальность; простота эксплуатации; отсутствие необходимости в разделении промывных вод и концентратов.

Недостатками метода являются отсутствие обеспечения ПДК для рыбохозяйственных водоемов; громоздкость оборудования; значительный расход реагентов; дополнительное загрязнение сточных вод; невозможность возврата в оборотный цикл очищенной воды из-за повышенного солесодержания; затрудненность извлечения из шлама тяжелых металлов для утилизации; потребность в значительных площадях для шламоотвалов. Недостатком является также то, что многие металлы осаждаются при существенно отличающихся показаниях pH. Поэтому возможна необходимость применения ступенчатого осаждения последовательным выключением реакторов.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Алферова Л.А. Замкнутые системы водного хозяйства промышленных предприятий, комплексов и районов/ Л. А. Алферова, А. П. Нечаев. – М.: Стройиздат, - 1984. – 323 с.
2. Высоцкий С.П. Кристаллизация карбоната кальция в оборотных системах охлаждения воды / С.П. Высоцкий, С. Канда // Химия и технология воды. 1994. № 5. С. 541-544.
3. Гоба В.Е., Ставицкая С.С. Сорбционная очистка сточных вод химических производств с помощью активных антрацитов. //ХиТВ, 2003, т. 25, №5, с. 476-485.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЭКОЛОГИЗАЦИИ ГОРНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ ППП «ГОРНЯК-95» ПУТЕМ УМЕНЬШЕНИЯ ВЛИЯНИЯ НА АТМОСФЕРУ

М.В. Назарова, Т.С. Башевая

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

Исследование возможности экологизации выбросов горноперерабатывающего предприятия ППП «Горняк-95» путем уменьшения влияния на атмосферу, с целью охраны атмосферного воздуха в местах проживания населения и условий жизнедеятельности человека, среды обитания растений, животных и других организмов.

Ключевые слова: АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ, ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ, ГОРНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ.

Investigation of the possibility of greening emissions of the mining enterprise "Gornyak-95" by reducing the effect on the atmosphere, with the aim of protecting atmospheric air in the places where people live and the conditions of human life, the habitat of plants, animals and other organisms.

Keywords: ATMOSPHERIC AIR, ATMOSPHERE POLLUTION, MINING INDUSTRY.

В настоящее время экологические проблемы стали одними из важнейших социально - экономических проблем общества.

Горноперерабатывающая промышленность является одним из основных загрязнителей окружающей среды.

С каждым годом ситуация с загрязнением атмосферного воздуха ухудшается, что связано с применением устаревшего технологического оборудования, отсутствия современных очистных установок на выбросах в атмосферный воздух.

Так как предприятие является источником различных вредных веществ, окружающей среде, а так же человеку, приносят техногенные выбросы от предприятий горноперерабатывающей промышленности.

В приземном слое атмосферы г. Макеевка, присутствуют вредные пылевые и газовые выбросы действующих горных предприятий и тех, добычные работы на которых завершены, но остались отвалы, терриконы, нарушенные горными работами поверхности. За счет атмосферного переноса их концентрации в приземных зонах весьма существенны.

Данная тема является актуальной, так как раскрывает проблемы загрязнения атмосферного воздуха, что непосредственно связано с защитой населения от влияния вредных производственных факторов. ППП «Горняк -95» является действующим предприятием по добыче угля подземным способом. Добываемый уголь - марок "К" и "ОС" с содержанием серы 0,9%, зольностью 22%, низшей теплоты сгорания - 22,5 МДж / кг. На территории предприятия находится промышленная котельная, которая обеспечивает теплом и водой объекты предприятия. Котельная оборудована 3-мя котлами «ДКВР-6,5 / 13» (2 котла в рабочем состоянии, 1 котел в резерве) с циркуляционным кипящим слоем. Труба котла № 1 направлена на дымосос ДН-12,5, труба котла № 2 направлена на дымосос Д-10, труба котла № 1 направлена на дымосос ДН-12,5. Максимально в отопительный сезон работают 2 котла

На предприятии дымовые газы от котлов проходят очистку в таких сооружениях, как :

- батарейный циклон БЦ-2-6х(4+2), эффективность очищения которого составляет 80%;

- батарейный циклон БЦ-259, эффективность очищения которого составляет 80%.

Газоходы после циклонов выведены в одну общую трубу.

С дымовыми газами в воздушный бассейн выбрасывается большое число твердых и газообразных загрязнителей, среди которых такие вредные вещества как зола, оксиды углерода, серы и азота. Помимо этого в воздушный бассейн попадает огромное количество диоксида углерода и водяных паров.

Батарейные циклоны БЦ-2-6х(4+2), БЦ-259 предназначены для очистки дымовых газов от золы и недогоревшего топлива, представляют собой пылеулавливающий аппарат, составленный из большого количества параллельно установленных циклонных элементов, объединенных в одном корпусе и имеющих общие подвод и отвод газов, а также сборный бункер.

Экологизацию горноперерабатывающего предприятия ППП «Горняк-95» возможно провести путем замены батарейных циклонов БЦ-2-6х(4+2), БЦ-259 на более эффективное оборудование, например центробежно-барботажный аппарат.

Центробежно - барботажный аппарат (ЦБА) – устройство предназначенное для «мокрой» очистки газа. Принцип работы ЦБА основан на прохождении газа через вращающийся слой жидкости, удерживаемый центробежными силами в барботажной ступени (завихрителей).

Основными функциями центробежно - барботажных аппаратов являются:

- абсорбционная очистка газов от вредных примесей (окислы серы, азота; фтористый и хлористый водород, хлор, фтор, аммиак и т. д.);

- мокрая очистка выбросов от мелкой пыли;

- сухая очистка от средне дисперсной пыли;

- испарительное увлажнение воздуха;

- снижение температуры дымовых газов;

- утилизация тепла отходящих газов.

Преимуществами аппаратов ЦБА являются:

- в ЦБА скорость газа на порядок выше, чем в других аппаратах, в результате чего в десятки раз повышается удельная поверхность контакта фаз, увеличивающая коэффициенты тепло- и массообмена;

- при сопоставимой производительности аппараты ЦБА обладают значительно меньшими габаритами;

- высокая степень очистки (до 99,9%);

- простота и надёжность конструкции: отсутствие каких-либо вращающихся узлов; отсутствие форсунок (имеют свойство часто забиваться), что не предъявляет жёстких требований к качеству используемой жидкости;

- давление воды на входе в ЦБА значения не имеет. Основную роль здесь играет кинетическая энергия газа, за счёт которой удерживается барботажный (газожидкостный) слой, в котором происходят процессы теплообмена;

- за счёт разных скоростей движения жидкости и газа в барботажном слое, пузырьки воздуха постоянно обтекаются жидкостью, уносящей продукты реакции с границы раздела газ-жидкость, что увеличивает коэффициенты тепло- и массообмена.

В таблице, расположенной ниже представлено сравнение показателей работы батарейных циклонов БЦ-2-6х(4+2), БЦ-259 и центробежно - барботажного аппарата.

Таблица 1 - Сравнение показателей работы батарейных циклонов БЦ-2-6х(4+2), БЦ-259 и центробежно - барботажного аппарата

№	Наименование параметра	БЦ-2-6х(4+2)	БЦ-259	Центробежно-барботажный аппарат
1	Гидравлическое сопротивление	0,263 кПа	0,014 кПа	2,94 кПа
3.	Массовая концентрация загрязняющих веществ в очищаемом газопылевом потоке	52,9 мг/м ³	49,6 мг/м ³	До 0,25 мг/м ³
4.	Эффективность работы установки	80%	80%	До 99,9%

Таким образом, при замене батарейных циклонов БЦ-2-6х(4+2), БЦ-259, на центробежно - барботажный аппарат мы уменьшаем негативное влияние на атмосферу, так как во-первых – центробежно - барботажный аппарат имеет более высокую эффективность улавливания взвешенных частиц (до 99,9%), по сравнению с батарейными циклонами БЦ-2-6х(4+2), БЦ-259 (80%), во-вторых, наряду с твердыми частицами одновременно улавливает загрязнения которые входят в состав выброса в газообразном и парообразном состоянии.

Зола, оксиды серы, азота и многие другие компоненты дымовых газов являются вредными веществами, превышение концентрации которых над санитарными нормами в воздушном бассейне недопустимо.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Кувишинов Г.Г., Трачук А.В. Расчет основных характеристик центробежно-барботажного аппарата // Химическая промышленность сегодня - 2003. №8. - с. 39-50.
2. Певзнер М.Е., Костовецкий В.П. Экология горного производства. М.: Недра.- 1990.-235 с

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ ПО ИЗВЛЕЧЕНИЮ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОГО ТЕПЛА КОММУНАЛЬНО БЫТОВЫХ СТОКОВ НА СОСТОЯНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Н.А. Бурдаковский¹, О.Н. Калинин²

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры¹

Донецкий национальный технический университет²

Представлены результаты исследования влияния внедрения системы по извлечению низко потенциального тепла коммунально бытовых стоков на состояние атмосферного воздуха, с целью охраны атмосферного воздуха в местах расположения объектов повышенной социальной значимости.

Ключевые слова: АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ, ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ, ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ, КОММУНАЛЬНО БЫТОВЫЕ СТОКИ.

The results of a study of the impact of the introduction of a system for extracting low potential heat of municipal sewage into the state of atmospheric air are presented, with the aim of protecting the atmospheric air in the locations of sites of high social significance.

Keywords: ATMOSPHERIC AIR, ATMOSPHERIC POLLUTION, HEAT PUMPS, MUNICIPAL HOUSEHOLD STOKES.

Проблема охраны атмосферного воздуха принадлежит к числу наиболее актуальных и наименее решаемых. Суммарный выброс вредных веществ в воздух Донецкой области по состоянию на 2014 г. составлял более 40 % объема таких выбросов в Украине. Если по состоянию на 2013-2014 гг. основными загрязнителями атмосферного воздуха в регионе выступали предприятия черной металлургии (42 %). угледобывающие (16 %). машиностроительные (11 %). коксохимические (7 %). химические (2 %). тепловые электростанции (11 %) и другие отрасли (11 %), то в виду активных боевых действий произошло резкое изменение структуры и объёмов выбросов в атмосферу.

Так важной тенденцией по состоянию на 2015-2016 гг. является увеличение доли от общего количества выбросов предприятий республики, коммунальными предприятиями теплоснабжения, доля которых, для выбросов по отдельным населённым пунктам достигает 20-25% при одновременном уменьшении потребления природного газа более чем на треть.

При этом наше государство имеет достаточный потенциал возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Основные направления развития нетрадиционных и возобновляемых источников энергии (НВИЭ) сложившиеся на территории ДНР - добыча и утилизация шахтного метана, освоения небалансовых месторождений углеводородов, использование вторичных энергоресурсов, освоение гидропотенциала малых рек, гелиоэнергетики и т.п [1].

Технически достижимый годовой энергopotенциал НВИЭ в пересчете на условное топливо, составляет около 79 млн т у.т., в том числе 63 млн т у.т. - за счет освоения альтернативных источников энергии и 16 млн т у.т. - за счет использования небалансовых (нетрадиционных) источников. Несмотря на значительный потенциал НВИЭ, их доля в энергобалансе Украины по состоянию на 2013-2014 гг. составляла лишь 7.2% (из которых лишь 0.7% - возобновляемые).

Одним из путей решения проблемы снижения выбросов в атмосферный воздух при одновременном активном вовлечении в тепловой баланс НВИЭ является

повсеместное использование низкопотенциальной тепловой энергии и установок по её извлечению - тепловых насосов.

Целью данной работы стало выявление путей повышения энергоэффективности процесса теплоснабжения предприятий коммунальной сферы при одновременном уменьшении выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

В качестве объекта исследования была выбрано типовое дошкольное учреждение № 302 «Журавушка» Пролетарского района, города Донецка. Спецификой данного объекта является высокий уровень требований, предъявляемый к защите здоровья детей от воздействия потенциальных загрязнителей поступающих в атмосферный воздух.

На данный момент теплоснабжение учреждения осуществляет котельная, в которой работают 3 тепловых котла ПТВМ – 30М, работающий на таком природном ресурсе как природный газ. Характеристики котельной установки приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики котельной установки ПТВМ – 30М

Наименование показателя	Величина
Теплопроизводительность номинальная, МВт:	35
Вид топлива:	газ/мазут
Диапазон регулирования теплопроизводительности по отношению к номинальной:	30-100 %
Расход воды:	3 т/ч
Расход топлива:	газ - 52 м ³ /ч, мазут - 43 кг
Средняя наработка на отказ:	не менее 5000
КПД котла не менее	газ - 92,2%, мазут - 89,5%
Эквивалентный уровень шума в зоне обслуживания:	80 ДБ
Температура уходящих газов:	С газ - 150, мазут - 270

Вследствие сжигания в атмосферу выбрасываются следующие загрязняющие вещества: оксиды азота (оксид и диоксид) в перерасчете на диоксид азота, оксид углерода, ртуть и её соединения (в перерасчете на ртуть), метан, оксид диазота (N₂O), диоксид углерода. Количественные показатели выброса полученные авторами в результате использования методики [2] представлены в таблице 2.

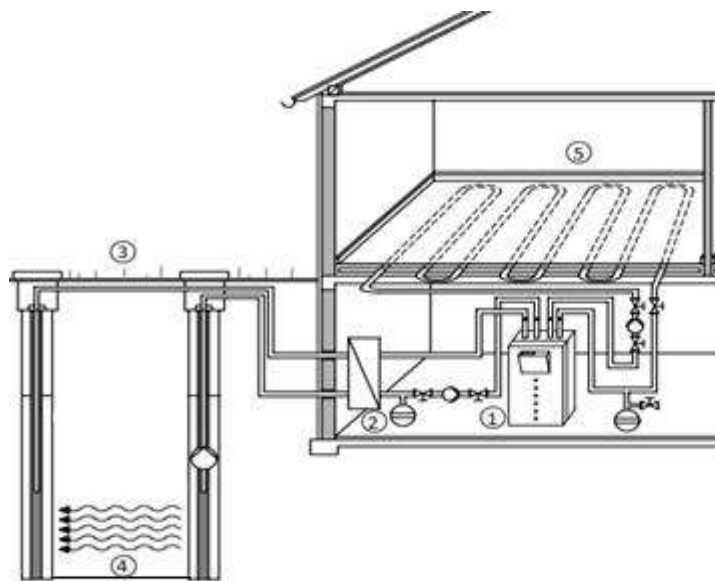
Таблица 2 – Характеристики эмиссии при сжигании природного газа котельной установкой

Наименование ингредиента выброса	CO ₂	CO	N ₂ O	NO ₂	CH ₄	Hg
Выброс, т/год	81,35	3,8	0,022	15,1	0,221	0,000022

Перевод котельной учреждения на тепловой насос предлагается с целью сокращения выбросов вследствие сжигания природного газа.

Тепловой насос представляет собой устройство для перевода низкотемпературной энергии в высокотемпературную и обратно. В качестве источника тепла насосом используется возобновляемая энергия воздуха, воды и земли. Для предприятия социальной сферы наиболее перспективным представляется генерация тепла с использованием коммунально бытовых сточных вод. Коммунально бытовые стоки хорошо аккумулируют тепло и имеют постоянную температуру от +15 до +20. В этом заключается преимущество данного источника тепла. Вследствие постоянного

температурного уровня данного источника тепла КПД такого теплового насоса (рисунок 1) в течении всего года остаётся высоким [3].



1 – тепловой насос; 2 – теплообменник промежуточного контура; 3 – сборный коллектор с насосом; 4 – направление движения стоков; 5 – низкотемпературная отопительная установка

Рис. 1 – Схема расположения теплового насоса использующего тепло коммунально-бытовых стоков

По количеству преимуществ, тепловой насос превосходит любую из современных систем отопления:

- Экономичность. Тепловой насос использует введенную в него энергию на голову эффективнее любых котлов сжигающих топливо, тем самым снижаются затраты на такой дорогостоящий продукт как природный газ.
- Экологичность. Агрегат не сжигает топливо, значит, не образуются вредные окислы типа CO , CO_2 , NO_x , SO_2 , PbO_2 . Применяемые в тепловых насосах фреоны не содержат хлоруглеродов и озонобезопасны.
- Безопасность. Эти агрегаты практически взрыво- и пожаробезопасны. Нет топлива, открытого огня, опасных газов и смесей.

Таким образом, после установки такой системы на предприятии полностью исключится потребность в сжигании дорогостоящего природного газа, тем самым полностью исключатся выбросы вредных веществ в атмосферный воздух.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Сибикин Ю.Д.*, Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии / Издательство Knorus, 2010. – 227 с.
2. ГKD 34.02.305-2002 Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от энергетических установок. Методика определения
3. *Трубаев П.А., Гришко Б.М.* Тепловые насосы учебное пособие, Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2009. – 142 с.

ИЗУЧЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ СОСТАВА ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД В РАЙОНЕ РАЗМЕЩЕНИЯ ПОЛИГОНА

Н.С. Дорохин, Е.Л. Головатенко

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

Проведены исследования и обобщены результаты экологических исследований состояния поверхностных и подземных вод в районе размещения полигона промышленных отходов.

Ключевые слова: ОТХОДЫ, ПОЛИГОН, СУММАРНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ КОНЦЕНТРАЦИИ.

Ecological research of the state of surface and groundwaters of the area where the industrial waste landfill is located was studies and generalized results.
Keywords: WASTE, RANGE, TOTAL INDEX OF CONCENTRATION.

В течение последних десятилетий скорость образования отходов в мире постоянно увеличивается. Захоронение остается основной моделью обращения с отходами, несмотря на то, что захоронение имеет сильное отрицательное влияние на окружающую среду и здоровье человека. Степень загрязнения окружающей среды в результате функционирования полигона отходов определяется концентрацией загрязняющих веществ в природных объектах и продолжительностью эксплуатации полигона. Период безопасной эксплуатации полигона продолжается до того момента, пока не происходит превышение норм предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в подземных водах. При загрязнении подземных вод, как правило, почти всегда обнаруживается загрязнение поверхностных водных источников и всей экосистемы в целом. Основным источником поступления загрязнителей в подземные горизонты грунтовых вод является фильтрат, формирующийся в анаэробных условиях в толще полигона в результате протекания процессов деполимеризации, сбраживания органического вещества. Изучаемый полигон промышленных отходов расположен в 3 км юго-восточнее окраины г. Донецка, в 0,5 км юго-западнее поселка Ларино на правом высоком склоне долины реки Кальмиус. Отходами заполняются бывшие каменные карьеры, расположенные вдоль асфальтированной автодороги Донецк-Ларино, которые вытянуты с северо - запада на юго-восток. В течение длительного периода времени на полигоне складировались промышленные отходы различных предприятий г. Донецка. При организации полигона более 30 лет назад никаких природоохранных мероприятий, характерных для санитарного полигона, таких как устройство противифльтрационного экрана, сбор, отведение и очистка фильтрата не было. В настоящее время полигон не отвечает как потребностям города, так и современным экологическим и санитарным нормам.

Цель данной работы - проведение инженерно-геоэкологических исследований, необходимых и достаточных для уточнения границ зоны влияния и выявления наиболее значимых воздействий полигона на поверхностные и подземные воды.

Полигон ориентирован параллельно долине реки Кальмиус, борт долины ограничивает ее с северо- востока. С юга и юго-запада полигон ограничивает балка № 13, простирающаяся под углом к речной долине. С востока полигон ограничивается балкой Четвертной в месте раскрытия ее в реку Кальмиус. Т.е., полигон находится на водоразделе 2-го порядка между рекой Кальмиус и балкой № 13. С целью определения химического состава и органолептических свойств поверхностных и подземных вод

были намечены точки отбора и отобраны представительные пробы из водоемов и скважин. Карта – схема с нанесенными точками отбора проб приведена на рис. 1.

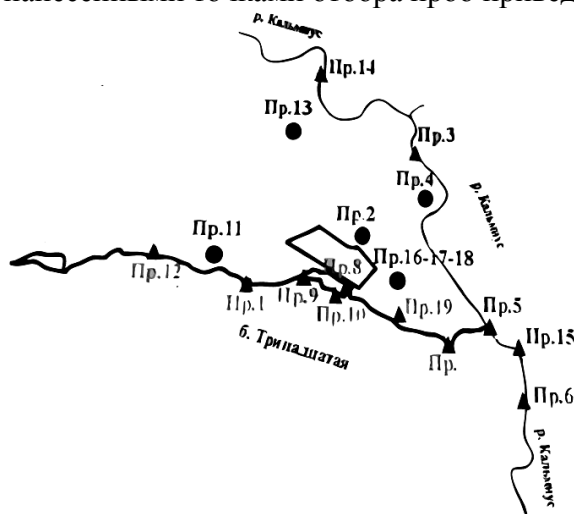


Рис. 1 – Карта – схема с нанесенными точками отбора проб

Для характеристики уровня загрязнения поверхностных и подземных вод используется индекс загрязнения. Индекс загрязнения – суммарный показатель концентрации (СПК) определен по формуле:

$$СПК = \frac{C_1}{C_{g1}} + \frac{C_2}{C_{g2}} + \dots + \frac{C_n}{C_{gn}}, \quad (1)$$

где C_1, C_2, C_n – концентрация элементов загрязнителей ;
 C_{g1}, C_{g2}, C_{gn} – соответствующие ПДК.

Наглядно изменение концентрации элементов в поверхностных и подземных водах (их увеличение или уменьшение) иллюстрируют диаграммы, представленные на рис.1,2. Самые высокие значения СПК зафиксированы в родниках, расположенных в конце выемки (заполняемой отходами). Сюда мигрируют подземные воды, обогащенные растворимыми веществами из отходов, попавшие в грунтовые воды вместе с атмосферными осадками.

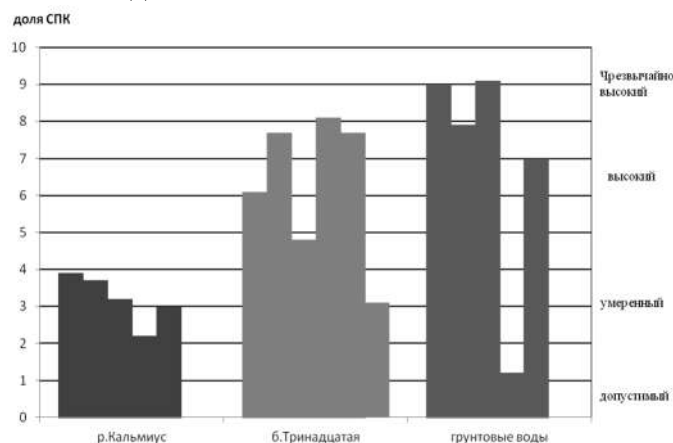


Рис. 2- Уровень суммарного органолептического загрязнения по показателю СПК

Пробы воды в балке Тринадцатой, балке Четвертной и реке Кальмиус в процессе одновременных обследований отбирались примерно в одних и тех же пунктах, что дало возможность проследить изменение состава вод в течение 4 последних лет в разные периоды гидрологического года (июнь 2010 г. и июль 2013 г. характеризуют летнюю и зимнюю межень) рис.4,5. По химическому составу воды реки Кальмиус сульфатные и

гидрокарбонатно-сульфатные, со смешанным катионным составом. Воды балки Тринадцатой сульфатные (на всем протяжении) натриевые.

По степени загрязнения река Кальмиус имеет умеренное загрязнение (санитарно-токсикологический и органолептический лимитирующие признаки) рис.3.

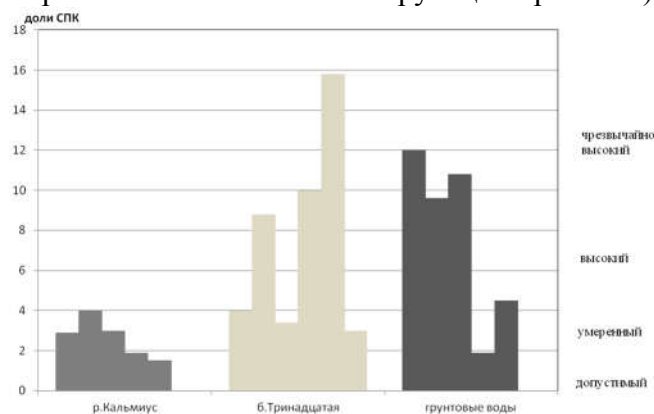


Рис. 3- Уровень суммарного санитарно-токсикологического загрязнения по показателю СПК

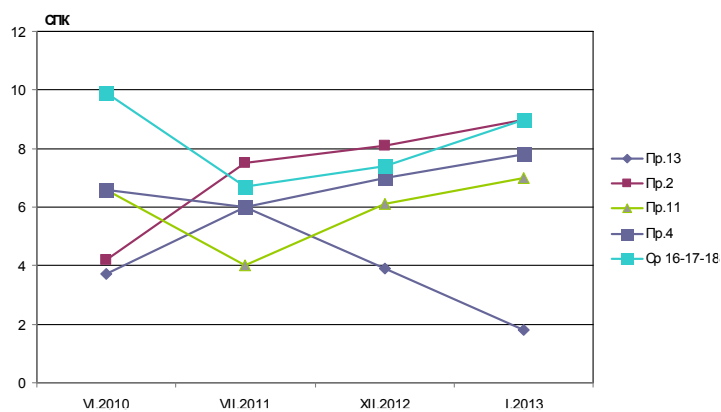


Рис. 4- Суммарный показатель загрязнения подземных вод (органолептический признак)

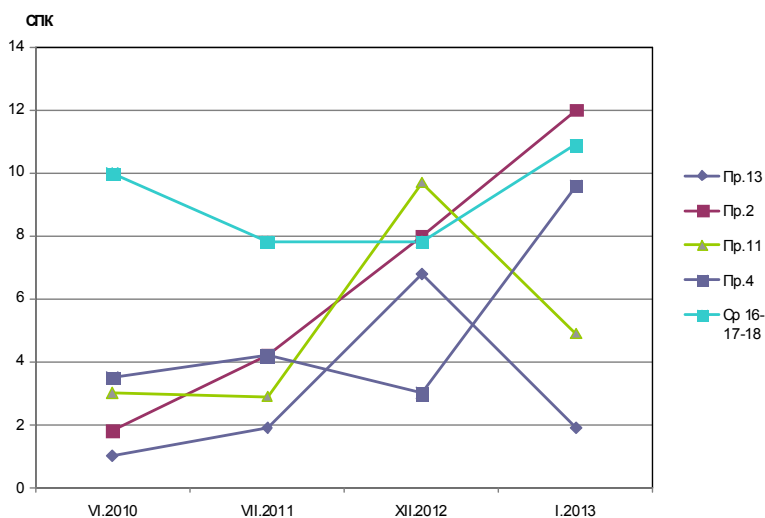


Рис. 5 - Суммарный показатель загрязнения подземных вод (санитарнотоксикологический признак)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АДСОРБЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРЕПЕЛА ПРИ ЕГО АКТИВАЦИИ РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ

Е.А. Милова, Ю.В. Мнускина

Донецкий национальный технический университет

В докладе проанализированы различные виды активаций природных адсорбентов. Определены и проанализированы адсорбционные характеристики трепела и его модифицированных образцов в сравнении с таковыми активированного угля.

Ключевые слова: АДСОРБЦИЯ, АДСОРБЕНТЫ, ТРЕПЕЛ, АКТИВАЦИЯ, ЕМКОСТЬ КАТИОННОГО ОБМЕНА, ЙОДОМЕТРИЯ.

The report analyzed various types of activations of natural adsorbents. Determined and analyzed the adsorption characteristics of the diatomaceous earth and its modified samples in comparison with those of activated carbon.

Keywords: ADSORPTION, ADSORBENTS, DIATOMACEOUS EARTH, ACTIVATION, CATION EXCHANGE CAPACITY, IODOMETRY.

Адсорбцией называют процесс поглощения вещества из смеси газов, паров или растворов поверхностью или объемом пор твердого тела – адсорбента. При адсорбции загрязнений имеют место три процесса: внешняя диффузия молекул к поверхности адсорбента; собственно адсорбция молекул растворенного вещества и внутренняя диффузия молекул по макропорам к поверхности микропор, скорость которой определяется строением адсорбента и размером молекул адсорбируемого вещества. При адсорбции играют роль как физические, так и химические взаимодействия между адсорбентом и адсорбируемым веществом.

Эффективность сорбента зависит от наличия достаточной площади поверхности и присутствия активных по отношению к адсорбируемым компонентам участков на этой поверхности. Эффективность процесса адсорбции зависит не только от свойств и количества сорбента, но и от химической природы и концентрации адсорбируемых веществ.

Используемые в промышленности адсорбенты разделяют на углеродные и минеральные. К первым относятся активированные угли (АУ), торф и другие материалы, получаемые в основном при переработке различных органических материалов, ко вторым – силикагели, алюмогели, цеолиты, трепел [1]. Также используемые адсорбенты делят на природные и искусственные.

Примером природных адсорбентов является трепел – это минеральная опал-кристобалитовая осадочная порода, осадочные образования, более чем наполовину состоящие из минералов группы кремнезема (опала, кристобалита, тридимита, халцедона и кварца). Обладая достаточно развитой внешней поверхностью, он характеризуется низкой пористостью и невысокими ионообменными свойствами, что ограничивает его применение.

С целью обеспечения требуемых технологических свойств (высокая адсорбционная емкость, направленная селективность) природные адсорбенты модифицируют. Различают следующие основные виды модификации природных адсорбентов:

- активация, в том числе: термическая активация; механическая активация; химическая активация;

- нанесение пыли адсорбента на инертный носитель;

- нанесение нелетучих органических жидкостей;
- связывание гидроксильных групп хлорсиланами или другими веществами.

Актуальной задачей на сегодняшний день является разработка новых способов модифицирования трепела и получения на его основе высококачественных адсорбентов в том числе селективным к определенным компонентам загрязнений в окружающей среде.

Был проведен анализ различных видов активаций природных пород, затем был выбран ряд методик ее проведения в связи с их наибольшей эффективностью. Адсорбционные характеристики модифицированных образцов трепела сравнивались с таковыми АУ (характеристики были определены в аналогичных условиях). Методики проведения активации образцов трепела приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика активаций образцов трепела.

№ п/п	Вид активации	Методика проведения
1	Нет	Активированный уголь
2	Нет	Трепел обычный
3	Термическая	Трепел сушили при температуре равной 200 °С на протяжении 2-2,5 ч до постоянной массы.
4	Термическая	Трепел подвергали воздействию электромагнитного излучения СВЧ в течении 30 мин при мощности равной 320 Вт.
5	Химическая (кислотная)	Трепел кипятили в 1 М HNO ₃ , после достигали pH = 5 и сушили при 110 °С до постоянной массы
6	Химическая (солевая)	Трепел предварительно высушенный затем активировали пропиткой CuCl ₂ и сушили при 110 °С
7	Химическая (солевая)	« - » активировали пропиткой CuCl ₂ с KCl « - »
8	Химическая (солевая)	« - » активировали пропиткой CoCl ₂ « - »
9	Химическая (солевая)	« - » активировали пропиткой CoCl ₂ с KCl « - »

Определение стандартной емкости катионного обмена определяли по методике Бобко-Аскинази в модификации ЦИНАО для анализа некарбонатных почв в соответствии с методикой [2]. Емкость катионного обмена (ЕКО) – общее количество катионов, удерживаемых адсорбентом в обменном состоянии и способных к замещению на катионы раствора, взаимодействующего с адсорбентом. Поскольку ЕКО в значительной мере зависит от pH, различают реальную (эффективную), стандартную емкость и дифференциальную емкость катионного обмена. Так стандартную ЕКО определяют с помощью буферного раствора Ba²⁺, имеющего pH 6,5 и исключаяющего влияние реакции среды на величину ЕКО. ЕКО рассчитывали по (1) для образцов трепела, которые были предварительно активированы и образец АУ. Результаты представлены в таблице 2.

$$EKO = \frac{(V - V_1) \cdot C \cdot V_2 \cdot 100}{V_3 \cdot m} \quad (1)$$

где ЕКО_{ст} – стандартная емкость катионного обмена, ммоль/100 г образца;

V – объем раствора NaOH, пошедшего на контрольное титрование исходного 0,05 н. раствора H_2SO_4 , добавленного к образцу, насыщенного бариом, $см^3$;

V_1 – объем раствора NaOH, пошедшего на титрование аликвоты фильтрата, $см^3$;

C – объем титрованного 0,05 н. раствора H_2SO_4 , добавленного к насыщенного бариом образцу, $см^3$;

V_2 – объем H_2SO_4 , взятый для вытеснения поглощенного образцом бария, $см^3$;

C – нормальность NaOH, н;

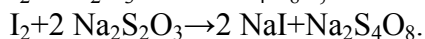
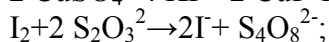
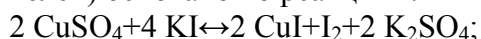
m – масса навески воздушно-сухого образца, г;

100 – коэффициент пересчета на 100 г образца.

Таблица 2 - Экспериментальные данные определения ЕКО и адсорбционной характеристики по меди

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ЕКО, ммоль/100 г	134	52	-	-	52	46	46	60	54
Медь, ммоль/г	13,41	6,05	9,08	11,24	14,92	15,31	15,67	12,76	12,84

Результат ЕКО был самым высоким у трепела, который был предварительно обработан соевым раствором $CoCl_2$ (в 1,15 раз выше чем у обычного трепела), а у образцов трепела, которые активировали пропиткой соевыми растворами $CuCl_2$ и $CuCl_2$ с KCl – уменьшился в 1,13. Количественным анализом активированных образцов трепела в сравнении с таковыми обычного трепела и АУ может послужить йодометрическое определение меди [3] в растворе сульфата меди (определение окислителей) основано по реакциям:



Из первого уравнения видно, что ион Cu^{2+} восстанавливается до Cu^+ с образованием осадка йодистой меди. Эквивалент меди в этой реакции равен его атомной массе, при этом йод выделяется в свободном виде, а количество выделяющегося йода эквивалентно количеству окислителя (двухвалентной меди). Так выделившийся йод оттитровали тиосульфатом натрия, а точку эквивалентности определяли с помощью крахмала. Результаты проведения и сравнения содержания адсорбированной меди по образцам трепела и АУ представленный в таблице 2. Самый высокий результат показал образец трепела обработанный $CuCl_2$ с KCl (выше в 2,6 раза чем у обычного трепела и в 1,2 раза чем у АУ). Следуя из проведенного количественного анализа активированных образцов трепела можно сделать вывод, что различные методы активации по-разному в той или иной степени влияют на адсорбционные характеристики адсорбента для определенных компонентов и целей его дальнейшего использования. Из проведенных анализов самый лучший результат показала химическая активация, а именно солевая активация.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Климов, Е. С. Природные сорбенты и комплексоны в очистке сточных вод / Е. С. Климов, М. В. Бузаева. – Ульяновск : УлГТУ, 2011. – 201 с.

2. ГОСТ 17.4.4.01-84., Охрана природы. Почвы. Методы определения емкости катионного обмена-2008.

3. Крешков А. П. Основы аналитической химии. Теоретические основы. Количественный анализ. - 1971. - 209 с.

НЕКОТОРЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОВЛЕЧЕНИЯ ШАХТНЫХ ВОД В ХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ОБОРОТ

Е.Л. Головатенко, С.П. Высоцкий

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

Рассмотрена возможность применения шахтных вод в дальнейших хозяйственных оборотах процесса водоподготовки. Обобщены данные очистки вод мембранным методом как способа опреснения шахтной воды.

Ключевые слова: ШАХТНЫЕ ВОДЫ, ОЧИСТКА, МИНЕРАЛИЗАЦИЯ, МИКРОФИЛЬТРАЦИЯ, ОБРАТНЫЙ ОСМОС.

The possibility of using mine water in further economic circulation during the process of water treatment is considered. And also the treatment of water by the membrane method as a method of obtaining purified mine water is considered.

Keywords: MINE WATER, CLEANING, MINERALIZATION, MICROFILTRATION, REVERSE OSMOSIS.

Шахтные воды формируются за счет подземных и поверхностных вод, проникающих в горные выработки. Стекая по выработанному пространству и горным выработкам, они загрязняются бактериями, взвешенными, в том числе радиоактивными, и растворимыми химическими веществами. В гидрологическую сеть поступает 3-10 м³ шахтных вод на одну тонну добытого угля. Качественный состав шахтных вод разнообразен и существенно изменяется по угольным бассейнам, месторождениям и районам. Их сброс в наземную гидрографическую сеть вызывает заиление, засоление и закисление водоемов и водотоков, нарушая тем самым экологическое равновесие в угольных бассейнах. Постоянный переход горных работ на более глубокие горизонты и усложнение при этом гидрогеологических условий приводят к дальнейшему увеличению объемов и загрязненности, попутно откачиваемых вод различными веществами, а также истощению подземных водоносных горизонтов, в том числе насыщенных чистой питьевой водой. Откачиваемые шахтные воды загрязняются взвешенными и растворенными минеральными веществами, бактериальными примесями минерального, органического и бактериального происхождения.

Минеральные примеси - это песчаные и глинистые частицы, минеральные включения углей, инертная пыль, также содержащиеся в шахтных водах растворенные соли, щелочи и кислоты. Органические загрязнения - частицы чистого угля, минеральные масла и другие нефтепродукты, применяемые для смазки горных машин и механизмов, продукты жизнедеятельности живых организмов, разложения древесины и другие. Бактериальные загрязнения обусловлены поступлением различных микроорганизмов в сточную воду, вызывая увеличение минерализации воды, ее помутнение, окисляемости и цветности. Придает запах и привкус, увеличивает ее жесткость. В большинстве случаев шахтные воды не пригодны для питья и обладают свойствами, исключающими их использование в технических целях без предварительной обработки. Шахтные воды должны максимально использоваться для производственного водоснабжения (шахты или смежных предприятий) и сельского хозяйства.

Основными направлениями в охране водных ресурсов от загрязнения сточными водами угольной промышленности являются: сокращение водопритоков в горные выработки; очистка сточных вод; снижение загрязненности вод в подземных горных

выработках; максимальное использование сточных шахтных вод для технического водоснабжения предприятий и сельскохозяйственных нужд; внедрение оборотных систем производственного водоснабжения предприятий.

Очистка шахтных вод заключается в их осветлении (очистка от взвешенных веществ), обеззараживании, деминерализации, снижении кислотности, обработке и утилизации осадков. Очищенные и обеззараженные шахтные воды должны быть максимально использованы для производственных нужд самой шахты, соседних предприятий, а также в сельском хозяйстве. Чаще всего такие воды применяются на обогатительных фабриках и установках с мокрым обогащением угля; для профилактического заиливания, тушения породных отвалов, гидрозакладки выработанного пространства и гидротранспорта; в установках и устройствах для борьбы с пылью на технологическом комплексе поверхности шахт и обогатительных фабрик; в котельных (включая золоудаление); в стационарных компрессорных, дегазационных установках и кондиционерах. По согласованию с органами Государственного санитарного надзора шахтные воды (если они не содержат вредных и труднорастворимых примесей) могут быть использованы для борьбы с пылью в подземных условиях при соответствующей предварительной их очистке и обеззараживании до питьевого качества.

Очистка шахтных вод производится механическими, химическими, физическими и биологическими методами. Механические методы (отстаивание, фильтрование, выделение твердой фазы под действием центробежных сил, сгущение осадков на центрифугах и вакуум-фильтрах) используются в основном как предварительные. Они освобождают воду лишь от механических примесей различной крупности, т. е. осветляют ее. При химических методах очистки воды применяют реагенты для изменения химического состава примесей или их структуры (коагулирование и флокулирование, нейтрализация, перевод, ядовитых примесей в безвредные, обеззараживание методом хлорирования. Так как шахтная вода загрязнена не только взвешенными, но и растворенными примесями, возникает необходимость удаления в том числе и этих растворенных веществ.

Работа горнодобывающего предприятия, требуемые технологии очистки и возможность использования воды в качестве питьевой зависят от качества воды, поступающей на предприятие из внешних источников. Для защиты оборудования (насосов, форсунок, охладителей, оборудования для длинного забоя) необходимо ограничивать в используемой в технологических процессах воде содержание механических примесей. Для некоторых применений необходимо также снижать общую минерализацию или удельную электрическую проводимость.

Цель данной работы – рассмотрение возможности использования шахтных вод в хозяйственном обороте.

Воду для производственных процессов можно получить, переработав для повторного использования отводимую шахтную воду. Растворенные примеси обычно удаляют окислением, коагуляцией или осаждением, а затем микрофильтрацией, обратным осмосом. Мембраны, используемые для обратного осмоса, очень чувствительны к загрязнению, для чего механический фильтр для защиты мембраны обязателен.

Во многих случаях для очистки воды на горнодобывающем предприятии требуются комплексные мембранные системы. Обычно это модульные системы, включающие как минимум ступени - микрофильтрацию системы и системы обратного осмоса.

Такая конфигурация обеспечивает надежное управление всеми процессами, безопасность эксплуатации и гибкость, гарантирующие высокую эффективность очистки. Качество очищенной воды - снижение мутности до $< 0,1$ NTU, а также содержания оксидов Fe, Mn, As и коллоидных примесей до аналитических пределов обнаружения.

Получаемая обратным осмосом шахтная вода имеет степень очистки от примесей до 98% (в промышленных агрегатах — до 100%). По своим свойствам она приближается к ледниковой талой воде. Данные по изменению состава шахтной воды приведены в таблице 1.

Таблица 1- Изменение состава шахтной воды при опреснении

Показатели	Исходная вода	Опресненная вода
Содержание, мг/ л	4450-5316	440-860
Окисляемость, мг/л	11,8-28,5	1,1-2,2
Жесткость общая. мг-экв/ л	15,6-19,2	1,2-4,0
Железо общее, мг/л	0,75-2,4	
Натрий и калий. Мг/ л	1200-1610	130-213
Кальций. Мг/ л	142	36
Магний. мг /л	145	27
Хлориды, мг/л	1128-1800	104-198
Сульфаты, мг/л	1198-1382	180-261

Однако следует иметь в виду, что вода, очищенная методом обратного осмоса, содержит крайне мало минеральных солей. По поводу пользы или вреда такой воды для здоровья нет однозначного мнения.

В системах очистки воды обычно используются синтетические полупроницаемые мембраны. Мембрана задерживает высокомолекулярные загрязнители, но пропускает низкомолекулярные вещества, например такие газы, как кислород, хлор, углекислый газ и пр. Некоторые газы могут определять вкус воды. Очищенная вода может иметь слабокислую реакцию ($pH < 7$) из-за наличия растворенного углекислого газа. Свойство практически полностью очищать воду от всех примесей лишает её важных микроэлементов и повышенной минерализации, присутствующие в шахтной воде. Поэтому такую воду можно использовать для технических нужд на водоподготовке котельной.

В отличие от перегонки, в процессе обратного осмоса вода практически не нагревается, затраты энергии только на работу насоса, однако насос при работе не только перекачивает воду (малая доля энергозатрат), но и преодолевает высокое осмотическое давление (основные энергозатраты).

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Бондаренко Н.К. Механические примеси шахтных сточных вод Донбасса и методы их извлечения. Уголь Украины, №2, 2009, С. 38-39.
2. Горшков В.А. Очистка и использование сточных вод предприятий угольной промышленности - М: Недра, 2011.- 154 с.
3. Biofouling in membrane systems – A review / J. S. Baker, L.Y. Dudley // Desalination. – 1998. – P.81-90

СНИЖЕНИЕ ОБЪЕМОВ ВЫБРОСОВ СОЕДИНЕНИЙ ЦИНКА В ПРОЦЕССАХ ГОРЯЧЕГО ЦИНКОВАНИЯ

А.Г. Кравец, Е.А. Трошина

Донецкий национальный технический университет

В работе рассмотрен процесс горячего цинкования. Сделан анализ существующего на предприятии газоочистного оборудования, выделены их недостатки. Предложен к установке более эффективный аппарат для очистки «белых дымов».

Ключевые слова: ГОРЯЧЕЕ ЦИНКОВАНИЕ, ГАЗООЧИСТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, «БЕЛЫЕ ДЫМЫ».

The process of hot dip galvanizing was considered in this paper. The existing pollution control equipment has been analyzed, its defects were marked. It was proposed to install a more efficient apparatus for cleaning the "white smokes".

Keywords: HOT DIP GALVANIZING, POLLUTION CONTROL EQUIPMENT, "WHITE SMOKES".

Объектом исследования является предприятие ЧАО «Донецкий завод высоковольтных опор» – специализированное предприятие по изготовлению металлических конструкций опор высоковольтных линий.

Основным производственным процессом ЧАО «Донецкий завод высоковольтных опор» является выполнение антикоррозионной защиты металлоконструкций методом горячего оцинкования. Этот метод является простым и эффективным способом защиты стальных конструкций. Метод позволяет продлить срок службы конструкций и улучшить их внешний вид [1].

Горячее цинкование – современный и наиболее передовой метод, который позволяет эффективно защитить готовые металлические конструкции от атмосферной, жидкостной и почвенной коррозии. Цинковая оболочка является защитным барьером, что сводит к минимуму воздействие окружающей среды, а также является устойчивой к механическим действиям. Цинк также обеспечивает электрохимическую защиту, поскольку при соприкосновении с металлом конструкции возникает гальванический элемент, в котором цинк является анодом. Потенциал, возникающий в элементе, даже при трещине цинковой оболочки приводит к коррозии цинка, а не металла. Кроме того, горячее оцинкование отличается от других технологий высокой производительностью и универсальностью, что позволяет производить оцинкование деталей разных размеров и конфигураций [1].

Оцинкование проводят в специальной ванне методом окунания в расплавленный цинк при температуре 440-450 °С в течение 10 мин. Оцинкованию подвергают элементы высоковольтных опор длиной до 11 м. Толщина оцинкованного покрытия составляет 80-150 мкм [1].

В процессе горячего цинкования выделяются загрязняющие вещества – цинк и его соединения в виде пыли и паров, а также парообразных и газообразных соединений хлора (3 класс опасности).

Для улавливания и отведения паров оцинкования, называемых «белые дымы», ванна имеет защитный короб. «Белые дымы» в количестве 43000 м³/ч отводятся в дымовую трубу. На предприятии перед выбросом в атмосферу загрязненного воздуха от ванны оцинкования предусмотрена двухступенчатая очистка: первая ступень – два циклона с обратным конусом ВЦНИИОТ № 11, вторая ступень – три циклона СКЦН с

последующим выбросом в атмосферу через трубу высотой 25,0 м и диаметром 0,5 м. Суммарная эффективность очистки газовых выбросов от соединений цинка составляет 64 % [2].

Существующая система очистки циклонами имеет ряд недостатков:

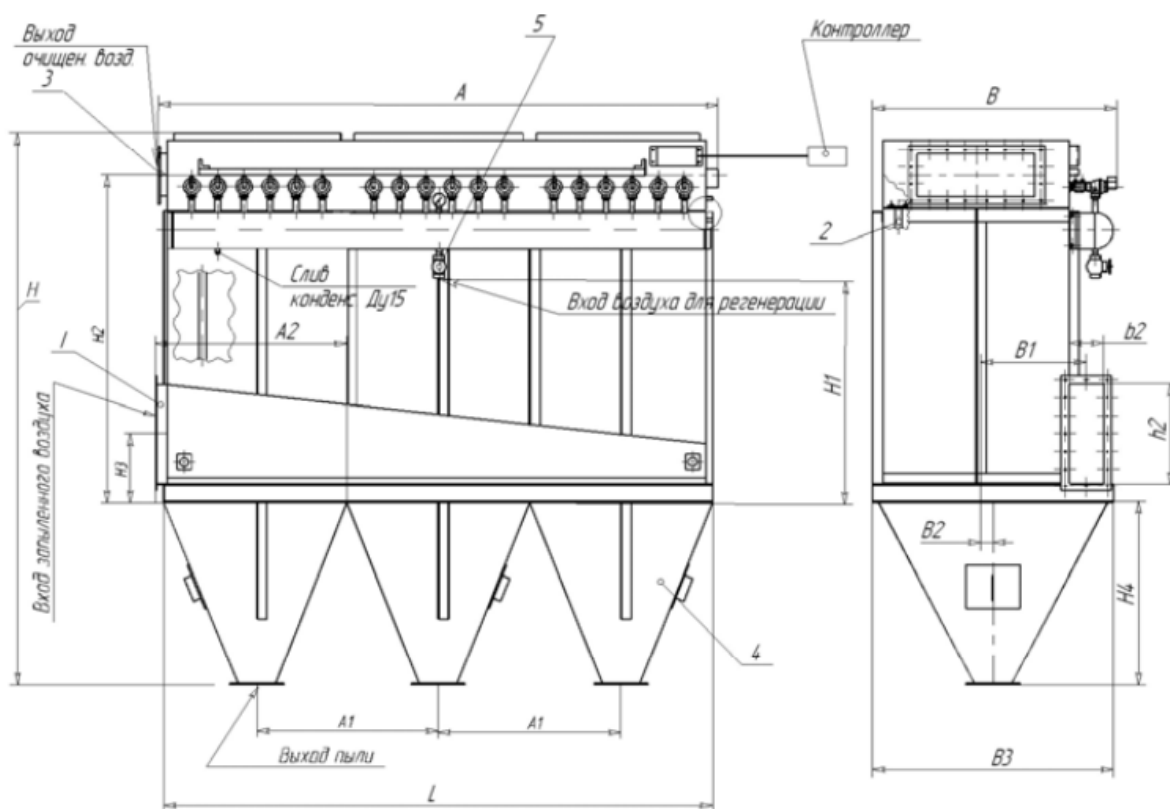
- малая эффективность очистки;
- невысокая степень улавливания частиц размером менее 10 мкм;
- истирание корпуса аппарата частицами пыли;
- небольшой срок эксплуатации;
- громоздкость оборудования.

Основным недостатком очистки запыленного воздуха циклоном является недостаточная эффективность очистки.

Существующее громоздкое газоочистное оборудование возможно заменить на новый, более эффективный автоматизированный аппарат со степенью очистки воздуха от газообразных соединений цинка до 95 % [3]. Таким аппаратом является рукавный фильтр «белых дымов» типа ФРИП, специально спроектированный для использования в цехах горячего оцинкования.

Рукавные фильтры обеспечивают тонкую очистку воздуха от пылевых частиц, имеющих размер менее 1 мкм. Наряду с циклонами рукавные фильтры являются одним из основных видов пылеулавливающего оборудования и широко применяются на предприятиях. В эксплуатации находятся многие конструкции рукавных фильтров, отличающиеся формой корпуса, диаметром и длиной рукавов, видом применяемой фильтровальной ткани, способом регенерации [3].

На рисунке 1 представлен рукавный фильтр типа ФРИП-540.



1 – входной патрубок; 2 – фильтрующий рукав; 3 – выходной патрубок;
4 – бункер; 5 – патрубок подключения сжатого воздуха

Рис. 1 – Схема рукавного фильтра типа ФРИП-540

Фильтр состоит из корпуса, разделенного на камеры неочищенного и очищенного газов, фильтровальных элементов (каркасного типа), клапанной секции с управляющими электромагнитами и устройством управления регенерацией рукавов [3].

Запыленный воздух через входной патрубок поступает в камеру, где расположены фильтрующие рукава из высокоэффективных нетканых фильтрующих полотен. Пыль задерживается на фильтрующей поверхности материала, а очищенные газы удаляются через верхние открытые части рукавов в камеру очищенного газа.

Регенерация фильтровальных рукавов осуществляется периодически по сигналу от датчика перепада давления, входящего в стандартную комплектацию, без отключения фильтра. Регенерацию производят односторонней импульсной продувкой сжатым воздухом, поступающим внутрь рукавов сверху через отверстия в продувочных коллекторах.

Импульсную регенерацию выполняют без отключения секций. Чтобы не происходило слишком интенсивной регенерации с удалением остаточного равновесного количества пыли (что приведет к большой величине проскока в начальный период работы фильтра после регенерации), варьируют давление сжатого воздуха, продолжительность и частоту импульсов. Система регенерации рассчитана на использование сжатого воздуха давлением 0,3-0,6 МПа.

Для обеспечения нормальной работы фильтра должна периодически проводиться выгрузка уловленной пыли из бункера.

Система автоматики имеет возможность передачи всей информации на верхний уровень для контроля и управления системой очистки воздуха в комплексе с технологией, которую она обслуживает.

Фильтры рукавные с импульсной продувкой (ФРИП) предназначены для высокоэффективной очистки запыленного воздуха от пыли до 200 °С в вытяжных аспирационных системах. Производительность по очищаемому газу достигает 57600 м³/ч.

Внедрение нового газоочистного оборудования – рукавного фильтра «белых дымов» обеспечит эффективное снижение негативного воздействия ЧАО «ДЗВО» на окружающую среду и улучшение ее состояния вследствие уменьшения количества загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. ТИ 0.29-11Т. Технологическая инструкция. Горячее оцинкование элементов металлических конструкций на горизонтальной ванне оцинкования. – Донецк: ЧАО «Донецкий завод высоковольтных опор», 2011. – 37 с.

2. Инвентаризация выбросов загрязняющих веществ в атмосферном воздухе ЧАО «ДЗВО»: Отчет годовой. – Донецк: ООО НТФ «Стандарт», 2008. – 88 с.

3. Расчет рукавного фильтра. Методические указания по выполнению расчетно-графической работы для студентов специальности 1-70 04 02 «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна»/ Составители: И. С. Бракович, В. Д. Сизов, В. Н. Короткий. – Минск: БНТУ, 2011. – 27 с.

ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ АДСОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ МИНЕРАЛЬНЫХ И ОРГАНИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ

Д.В. Чурилова, Ю.С. Сопина, В.В. Шаповалов
Донецкий национальный технический университет

В докладе проанализирована возможность получения и способы активации композиционных углеродсодержащих адсорбентов на основе минеральных и органических компонентов.

Ключевые слова: АДСОРБЦИЯ, МОДИФИЦИРОВАНИЕ, СОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА

The report analyzes the possibility of obtaining composite and methods for the activation of carbonaceous adsorbents based on mineral and organic components.

Keywords: Adsorption, MODIFICATION, SORPTION PROPERTIES

Решение многих экологических, медицинских и промышленных задач невозможно без применения адсорбентов, к которым применяются различные требования. Несмотря на разнообразие применяемых адсорбентов, многие из них не удовлетворяют всему комплексу требований, предъявляемых к материалам подобного типа, в связи с чем поиск и разработка новых сорбционных материалов ведется постоянно. В целом адсорбенты разделяют на углеродные и минеральные. К первым относятся активные угли, торф и другие материалы, получаемые в основном при переработке различных органических материалов, ко вторым – силикагели, алюмогели, цеолиты, глины и т.д. Все сорбенты в той или иной мере проявляют активность к поглощению как нефтепродуктов, так и ионов металлов [1, 2].

Глинистые породы (диатомит, опоки, трепел) – наиболее распространенные неорганические сорбенты для очистки воды. Некоторые глинистые материалы достаточно активны в естественном состоянии, но большую часть из них целесообразно активировать химическим или термическим способом для увеличения и регулирования их пористой структуры, изменения химической природы поверхности. Наиболее простым способом является термическое модифицирование различных материалов. Например, опоки и трепела прокаливают при 1000 °С с хлоридом и карбонатом натрия: прокаленные минералы не набухают в воде. Вместе с тем, природные минералы не обладают достаточными сорбционными свойствами для их использования в технологиях очистки воды и технологических растворов. Поэтому сорбенты модифицируются химическими или термическими способами. По данным различных исследований модифицирование природных минералов может проводиться при обработке их солями и оксидами металлов (кальция, магния, железа (III), алюминия) с последующей термообработкой. Модифицирование исходного диатомита проводилось растворами солей алюминия, кальция, гидроксидами магния и кальция. Раствор CaCl_2 (1 %), суспензию CaO (0,3–3 %) или MgO (0,3–0,5 %) добавляли к исходному диатомитовому порошку в соотношении Т:Ж = 1:10, перемешивали в течение 20 мин, центрифугировали и высушивали при 200 °С.

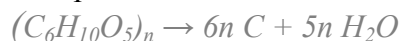
Кроме обработки химическими веществами, существуют и другие методы модифицирования глинистых материалов, улучшающие их сорбционные свойства. Одним из перспективных направлений в области синтеза сорбентов и катализаторов является получение полусинтетических сорбентов – композиционных материалов, приготовленные из природного минерального сырья путем их хемосорбционного

модифицирования органическими и неорганическими соединениями, осаждением на них простых или сложных оксидов, или другой обработкой. В результате получают сорбенты с отличными от исходного минерала пористой структурой, сочетающие в себе полезные свойства исходного материала и синтетических сорбентов.

Весьма перспективными являются пористые углеродные материалы (ПУМ), представляющие собой конструкцию, построенную подобно структуре графита, однако с чередующимися упорядоченными и неупорядоченными областями из углеродных колец - гексагонов [1]. В отличие от графита ПУМ обладает свободным пористым пространством, которое обычно представлено трехмерным лабиринтом из взаимосвязанных расширений и сужений различного размера и формы.

Несмотря на то, что углеродные адсорбенты производят почти из всех видов углеродсодержащего сырья как-то каменных и бурых углей, торфа, нефтяного и каменноугольного пеков, синтетических полимерных материалов, жидких и газообразных углеводородов, различных органических отходов, психологически, наверное, мало найдется желающих пить воду, очищенную с помощью адсорбентов из каменного угля. Лучшие пористые углеродные материалы для очистки питьевой воды, для медицинских целей получают преимущественно термической обработкой древесины малосмолистых видов. Недостатком этого способа получения является то, что исходное сырье – древесина восстанавливается длительное время – десятки лет. Вместе с тем, материалом близким по составу к древесине является крахмал, который можно получать из быстровосстанавливаемого сырья в больших количествах.

Цель работы состояла в получении композиционного углеродсодержащего адсорбента из минеральных и органических растительных компонентов. В качестве минерального компонента был выбран трепел, представляющий собой микрокремнезем (SiO_2) с развитой пористостью и поверхностью. Органическим компонентом являлся крахмал. В результате дегидратации крахмала по схеме



должно получаться 44,4% углерода. Но как показали наши спектральные данные (рис.1, таблица), часть углерода теряется, так как в газообразных продуктах пиролиза крахмала уже при температуре 300°C присутствуют органические газообразные вещества, о чем свидетельствует появление полосы поглощения C-H при 3000 см^{-1} . В области 2300 см^{-1} присутствуют полосы поглощения характерные для молекул CO_2 . Характерной полосой поглощения, свидетельствующей о наличии в продуктах пиролиза альдегидов или кетонов, является полоса поглощения при 1738 см^{-1} . Полосы поглощения при 3600 и 3700 см^{-1} свидетельствуют о наличии в газовой фазе паров воды, спиртов и органических кислот.

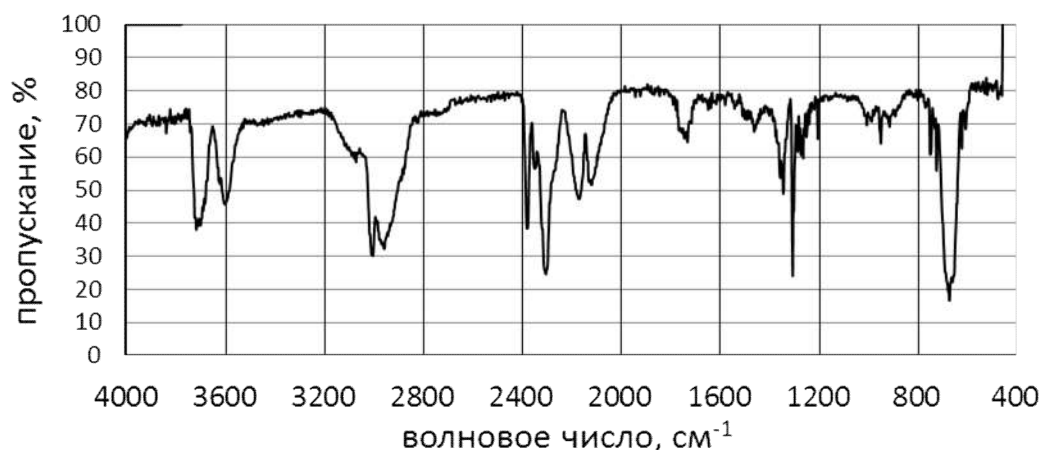


Рис. 1 – ИК-спектр газообразных продуктов пиролиза крахмала.

Таблица - Характеристические частоты газообразных продуктов пиролиза крахмала в системе трепел - крахмал

Спектральная информация газообразных продуктов разложения, см^{-1}	Характеристические частоты функциональных групп, см^{-1}
3700 - 3600	ОН
3100 - 2900	СН
3008 - 2960	-CO-ОН 3000-2900, 1450 – 1350, 1750-1700, 1300 - 1200
2376 - 2950	CO ₂
2143 - 1117	CH ₃ -(C=O) 2000-1650, 1350, 1450
1738	C=O 1850 – 1650
1344 – 1302 - 1264	CO-ОН 1700-1175, 1100-1300, 1250-1150
500-690	C≡C 700-600, 2260-2100

Нами установлено, что для удаления продуктов пиролиза температуру необходимо поднимать до $\approx 600^\circ\text{C}$. В этом случае получают образцы, обладающие хорошими адсорбционными свойствами. На рис.2 представлена зависимость степени адсорбции фенола продуктами пиролиза системы крахмал-трепел. Если в исходной шихте перед пиролизом соотношение крахмал:трепел < 1 , то с увеличением содержания крахмала емкость адсорбента растет, так как в продуктах пиролиза увеличивается содержание углерода. С увеличением содержания крахмала адсорбционная емкость уменьшается, так как часть углерода образуется в неактивной графитообразной форме.

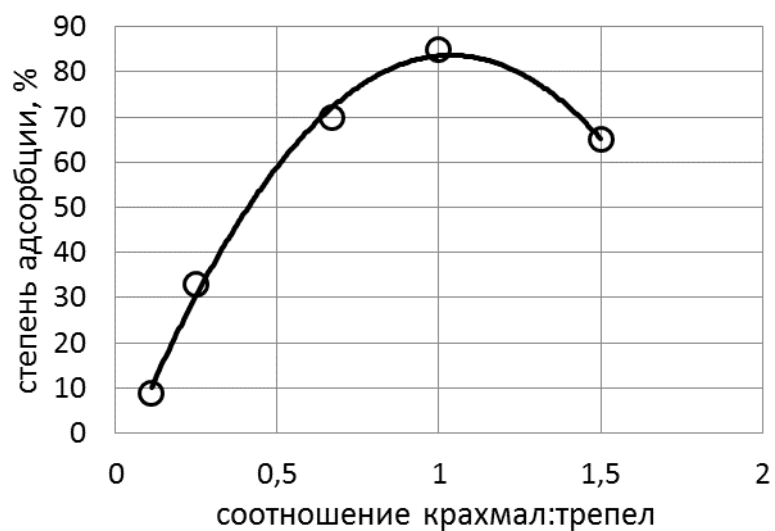


Рис. 2 – Зависимость степени адсорбции фенола продуктами пиролиза системы крахмал-трепел. Концентрация фенола 1 мг/мл. Объем раствора 25 мл. Масса адсорбента 1 г.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Абросимов А.А.* Экология переработки углеводородных систем. – М.: Химия, 2002. – 168 с.
2. *Боковинова Т.Н., Марченко Л.А., Шабанов А.С.* Концентрирование и извлечение следов металлов из природных и сточных вод // Успехи современного естествознания. – 2001. – № 9. – С. 88

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ДЕСТРУКЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ В СТОЧНЫХ ВОДАХ ПОЛИГОНА ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Д.В. Батаков, Т.Ф. Дорошенко

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

На основе результатов исследований по деструкции органических загрязнений установлено, что наличие активного хлора не является обязательным условием осуществления деструкции, и что при перемешивании жидкости в межэлектродном пространстве этот процесс может протекать и в растворах сульфата натрия. Практическое значение полученного результата заключается в исключении возможного образования токсичных хлорорганических соединений.

Ключевые слова: СТОЧНЫЕ ВОДЫ, ТБО, ЭЛЕКТРОДЕСТРУКЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ, ХИМИЧЕСКОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ КИСЛОРОДА, ХЛОРИД НАТРИЯ, СУЛЬФАТ НАТРИЯ

Based on the results of studies on the destruction of organic contaminants, it was established that the presence of active chlorine is not a prerequisite for destruction and when the liquid is stirred in the interelectrode space, this process can take place in solutions of sodium sulfate. The practical value of the result obtained is to exclude the possible formation of toxic organochlorine compounds.

Keywords: WASTE WATER, SDW, ELECTRODESTRUCTION OF ORGANIC POLLUTION, CHEMICAL CONSUMPTION OF OXYGEN, SODIUM CHLORIDE, SODIUM SULFATE

Сточные воды полигонов твердых бытовых отходов (ТБО), содержащие большое количество токсичных веществ (тяжелых металлов, сульфатов, хлоридов, трудноокисляемых органических соединений), являются одним из источников загрязнения окружающей среды. При этом, если полигон ТБО располагается на участке территории без специальной подготовки грунта (гидроизоляции), то стоки полигонов ТБО представляют экологическую опасность, так как могут проникать в грунт и достигать водоносных горизонтов, используемых для питьевого водоснабжения [1-3]. Химическое потребление кислорода (ХПК) этих сточных вод доходит до нескольких тысяч, а иногда и до десятков тысяч.

Объем фильтрационных вод зависит от климатических факторов, влажности отходов, инженерной инфраструктуры полигона, предварительной обработки отходов. Расчет объема фильтрационных вод производится на основе водного баланса полигона ТБО. В зависимости от климатических условий и мощности полигона объем фильтрационных вод составляет в среднем от 2000 до 4000 м³/(га·год). Существенным отличием фильтрационных вод от других типов сточных вод является:

1) неравномерность их накопления в течение года за счет сезонных колебаний уровня атмосферных осадков;

2) зависимость их состава от этапа жизненного цикла полигона (активной эксплуатации, рекультивации, постэксплуатации и ассимиляции).

Для обезвреживания фильтрационных вод, образующихся на стадии стабильного метаногенеза, наиболее целесообразно применение электрохимических, сорбционных и биосорбционных методов с использованием отходов производств.

Были проведены исследования по деструкции органических загрязнений.

Так как в сточных водах некоторых полигонов ТБО большая часть органических загрязнений представлена «биологически жесткими» веществами, в качестве

загрязняющего компонента был принят краситель метиловый оранжевый (метилоранж), относящийся к этому классу веществ.

Исследования проводились на экспериментальной лабораторной установке, включающей: прямоугольную кювету (размером 100 x150 мм) с двумя электродами (один электрод из нержавеющей стали, а второй – титановый, с платиновым покрытием); источник питания (с возможностью стабилизации постоянного тока) и систему перемешивания, состоящую из компрессора и опущенного в кювету капилляра для подачи воздуха.

Обработке подвергали растворы метилоранжа, содержащие, наряду с красителем, также хлорид натрия или сульфат натрия. При этом содержание хлорида натрия принималось равным 2 г/дм³.

Результаты исследований по электродеструкции метилоранжа приведены в табл.1 и табл.2. При этом содержание загрязнений оценивалось по химическому потреблению кислорода.

Таблица 1 – Зависимость относительного остаточного значения ХПК/ХПК₀ от времени обработки (реагент NaCl)

№ опыта	Эксперименты с растворами, содержащими NaCl				
	Исходная концентрация (ХПК ₀), мгО ₂ /дм ³	ХПК/ХПК ₀ в зависимости от времени			
		Время обработки, мин			
		5	20	50	110
1	365,8	0,9927	1,0658	0,9524	
2	340,4	0,8739	0,7873	0,7241	
3	1143	1,0262	0,9422	0,8311	0,6533
4	919,48	0,9502	0,8176	0,6353	0,4638
5	970,28	1,0209	0,9372	0,7330	0,5288
6	238,76	0,8085	0,5532	0,5106	0,5106
7	289,56	0,7368	0,5614	0,3684	0,7544
8	975,36	1,1614	0,9635	0,7083	
9	965,20	0,9726	0,8105	0,7526	0,5368
10	1107,44	0,9862	0,9128	0,8486	0,8119
11	1056,64	0,9423	0,8653	0,7596	0,4663
12	990,60	0,9589	0,7897	0,6820	
Среднее значение	780,21	0,95255	0,83388	0,70883	0,59074

Такая концентрация NaCl была принята на основании изучения химического состава сточных вод полигонов ТБО. По данным [1, 2] содержание хлоридов в фильтрате полигонов ТБО составляет, соответственно, 1200-8740 мг/дм³.

В тоже время, в фильтрате полигона ТБО концентрация хлоридов составляет всего 257,6 мг/дм³. Таким образом, 2000 мг/дм³ - это некоторое округленное усредненное значение.

Концентрация сульфата натрия принималась такой, при которой электропроводность раствора была равна электропроводности раствора, содержащего хлорид натрия.

Средние значения свидетельствуют о том, что снижение остаточного значения ХПК с течением времени практически не зависит от того, какой реагент – NaCl или Na₂SO₄ – использовался.

Таблица 2 – Зависимость относительного остаточного значения ХПК/ХПК₀ от времени обработки (реагент Na₂SO₄)

№ опыта	Эксперименты с растворами, содержащими Na ₂ SO ₄				
	Исходная концентрация (ХПК ₀), мгО ₂ /дм ³	ХПК/ХПК ₀ в зависимости от времени			
		Время обработки, мин			
		5	20	50	110
1	447,56	0,8652	1,0140	0,9161	
2	609,60	1,0833	0,8333	0,7332	0,6417
3	635,00	0,8960	0,8560		
4	1117,60	0,9681	0,9363	0,8272	0,7409
5	904,24	0,7584	0,6741	0,5842	0,5056
6	1016,00	1,0350	0,9349	0,7000	0,3550
7	1031,24	0,9360	0,8473	0,6946	0,6059
8	980,44	0,9428	0,7824	0,7461	
9	370,84	0,8630	0,7397	0,6575	
10	264,16	1,0577	0,5962	0,5577	
11	1132,84	1,0010	0,8117	0,7713	0,7309
Среднее значение	773,59273	0,94605	0,82054	0,71879	0,596667

Из этого следует, что наличие активного хлора не является обязательным условием осуществления деструкции, и что при перемешивании жидкости в межэлектродном пространстве этот процесс может протекать и в растворах сульфата натрия.

Статистическая обработка результатов позволила получить следующие зависимости:

$$1) \text{ для растворов метилоранжа, содержащих хлорид натрия} \\ Y = \text{ХПК}/\text{ХПК}_0 - 0,55 = 0,4498 e^{-0,0211t} \quad (R = 0,999); \quad (1)$$

$$1) \text{ для растворов метилоранжа, содержащих сульфат натрия} \\ Y = \text{ХПК}/\text{ХПК}_0 - 0,54 = 0,4317 e^{-0,0184t} \quad (R = 0,997); \quad (2)$$

Из уравнений (1) и (2) полученных зависимостей следует, что минимальное остаточное значение ХПК_∞, которое может быть достигнуто при продолжительном времени обработки, равно 0,54-0,55 ХПК₀.

Таким образом, практическое значение полученного результата заключается в том, что при электродеструкции органических веществ в растворах со слабой электропроводностью, последнюю можно повысить за счет добавления сульфата натрия. Это позволит избежать возможного образования токсичных хлорорганических соединений.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Комплексная очистка сточных вод свалок твердых бытовых отходов / В.В.Гончарук, З.Н. Шкавро, В.П.Бадеха [и др.] // Химия и технология воды. – 2007. – Т. 29, № 1. – С. 55-65.
2. Сталинский Д.В. К вопросу об очистке сточных вод полигонов твердых бытовых отходов / Д.В. Сталинский, С.И. Эпштейн, З.С. Музыкина [и др.] // Науковий вісник будівництва. Вип.52. – Харків.ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2009. – С. 120-129.
3. Очистка фильтрационных вод на различных этапах жизненного цикла полигона захоронения твердых бытовых отходов // Образование и наука: Сб. науч. тр. ПермГТУ. – Пермь, 2001. – С.3-6.

ОЧИСТКА СТОКОВ КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ОТ ПРИМЕСЕЙ СМОЛИСТЫХ ВЕЩЕСТВ МЕТОДОМ РЕАГЕНТНОЙ ФЛОТАЦИИ

Е.М. Короткая, Т.Ф. Дорошенко

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

На основе результатов исследований выделения смолистых веществ из сточных вод коксохимических предприятий методом реагентной флотации установлено, что использование реагентов $FeCl_3$ и $Al_2(OH)_5Cl$ ($C = 30 \text{ мг/дм}^3$) позволяет достичь степени извлечения смол и масел более 90 %. Практическое значение полученного результата заключается в том, что применение реагентной флотации для очистки маслосодержащих стоков на коксохимических производствах улучшит состояние окружающей среды.

Ключевые слова: СТОЧНЫЕ ВОДЫ, КОКСОХИМИЧЕСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО, ПРИМЕСИ, МАСЛА, СМОЛЫ, ОЧИСТКА, РЕАГЕНТЫ, ФЛОТАЦИЯ

Based on the investigations' results of resinous substances' allotment from waste water from coke-chemical plants by the method of reagent flotation, it has been established that the use of $FeCl_3$ and $Al_2(OH)_5Cl$ reagents ($C = 30 \text{ mg / dm}^3$) allows to achieve the degree of extraction of resins and oils more than 90%. The practical value of the result obtained is that the use of reagent flotation for cleaning oil-containing waste water in coke-chemical productions will improve the state of the environment.

Keywords: WASTE WATER, COKE-CHEMICAL PRODUCTION, IMPURITIES, OILS, RESINS, CLEANING, REAGENTS, FLOTATION

Одним из источников загрязнения окружающей среды являются предприятия коксохимической промышленности. При этом экологическую опасность представляют, как выбросы в атмосферу, так и промышленные сточные воды.

Проблема очистки технологических и сточных вод от смолистых веществ (под смолистыми веществами понимаются смолы и масла, которые определяются в суммарной концентрации) является общей для многих отраслей промышленности.

Методы очистки известны и принципиально одинаковы для сточных вод всех производств: отстаивание, флотация, сорбция, фильтрация, экстракция. Выбор метода зависит не только от требований, предъявляемых к качеству воды, но и от природы смол и масел. Масла в сточных водах коксохимического производства представлены в основном компонентами поглотительного ряда (конденсированными двухъядерными ароматическими углеводородами) и антраценового масла (конденсированными полициклическими углеводородами) [1-3]. Актуальность и важность данной проблемы заключается в том, что сточные воды коксохимических предприятий содержат повышенное количество смол и масел, в основном в виде эмульсий. Маслоэмульсионные стоки отличаются высокой дисперсностью, стабильностью, наличием ароматических углеводородов со значительной полярностью. Содержание смол и масел в сточных водах усложняет эксплуатацию оборудования. Оседая на стенках труб и аппаратов, аммиачных колоннах и скрубберах, они снижают эффективность технологических процессов и значительно затрудняют эксплуатацию оборудования.

Смолы и масла вредно влияют на микроорганизмы, ухудшая работу биохимических установок (аэротенков). Концентрация смол и масел в водах перед биохимической очисткой не должна превышать показателя 25 мг/дм^3 , а в случае, если

он колеблется на уровне 138 мг/дм^3 , то наблюдается превышение допустимых норм фактически в 5,5 раз. В связи с вышесказанным, тщательная очистка стоков коксохимического производства от примесей смолистых веществ, которая напрямую зависит от степени разрушения эмульсий, связана с серьезными трудностями. Поэтому нахождение новых эффективных методов извлечения смолистых веществ из сточных вод коксохимических предприятий является важной и актуальной задачей, требующей научно обоснованного решения.

Для решения поставленной задачи создана лабораторная флотационная установка, на которой проведена серия испытаний реагентов $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, AlCl_3 , FeSO_4 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, $\text{Al}_2(\text{OH})_5\text{Cl}$ и FeCl_3 на предмет эффективности с точки зрения извлечения смол и масел из стоков. Схема установки обработки фенольной сточной воды методом реагентной флотации представлена на рисунке 1.

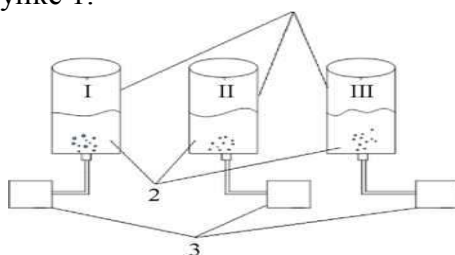


Рис. 1 - Схема лабораторной установки обработки фенольной сточной воды методом реагентной флотации: 1 – реакторы (I, II, III); 2 – фенольная сточная вода; 3 - компрессоры

Эксперимент проводился следующим образом. Фенольную сточную воду поделили на 19 проб емкостью 1 дм^3 . Для проведения исследований каждого реагента отбирали по 3 пробы и в каждый реактор добавляли различные дозы реагента (мг/дм^3): I - 30; II - 50; III - 70. Затем с помощью компрессора проводили аэрацию воды в течение 20 минут при интенсивности подачи воздуха $1 \text{ дм}^3/\text{мин}$. После этого отбирали из верхних слоев реакторов по 50 см^3 сфлотационной сточной воды для определения остаточной концентрации смолистых веществ. Те же операции проводили для каждого неорганического электролита. Последнюю пробу флотировали без добавления реагентов. Начальная концентрация смолистых веществ в исходной фенольной сточной воде составила 217 мг/дм^3 .

Смолистые вещества определяли гравиметрическим методом. В коническую колбу емкостью 250 см^3 наливали 100 см^3 сточной воды, которую анализировали, и насыпали хлорид натрия до насыщения раствора. Затем содержимое колбы несколько раз интенсивно встряхивали, отстаивали 10 минут и фильтровали. Колбу и фильтр промывали 10 % раствором хлорида натрия. В результате на фильтре оставались твердые частицы и смолистые вещества. Далее фильтр переносили в ту же коническую колбу и приливали 25 см^3 петролейного эфира. Закрывали колбу пробкой, встряхивали 2 - 3 мин и фильтровали жидкость через бумажный фильтр «синяя лента», собирая эфирный экстракт в плоскодонную колбу емкостью 100 см^3 , предварительно высушенную и взвешенную. Обработку эфиром и фильтрование повторяли 3 - 4 раза, тратя на это каждый раз по 25 см^3 эфира. Затем петролейный эфир отгоняли при температуре $40 - 65 \text{ }^\circ\text{C}$. После отгонки растворителя плоскодонную колбу со смолистыми веществами помещали в сушильный шкаф ($100 - 105 \text{ }^\circ\text{C}$) на 30 мин, после чего охлаждали в эксикаторе и взвешивали. Увеличение массы колбы соответствовало содержанию смолистых веществ в объеме анализируемой сточной воды. Анализ

полученных результатов показывает, что необходимая степень извлечения смол и масел (менее 25 мг/дм³) достигается при использовании Fe₂(SO₄)₃, FeCl₃ и Al₂(OH)₅Cl при оптимальной концентрации соответственно 50, 30 и 30 мг/дм³, зато другие реагенты не обеспечивают необходимой эффективности очистки.

По нашему мнению, физико-химическая суть процесса реагентной флотации заключается в следующем: при добавлении неорганических электролитов в фенольную сточную воду взвешенные коллоидные частицы (смолы, масла, частицы кокса заряжены отрицательно) через силы электростатического взаимодействия сорбируются на поверхности коллоидных гидроксидов металлов, заряженных положительно, которые образуются во время гидролиза. Под действием силы тяжести укрупненные агрегаты удельным весом более 1 г/дм³ оседают на дно реактора (преимущественно, скоагулированные частицы кокса и тяжелые смолы), а вещества, удельный вес которых меньше 1 г/дм³, всплывают в потоке пропущенного через воду воздуха на поверхность в виде пены (легкие масла и смолы).

В промышленных условиях процесс можно проводить в больших отстойниках-флотаторах, через которые специальными аэраторами необходимо подавать воздух. Сфлотированные масла в виде пены удаляются с поверхности воды шребковым устройством, а обезмасленная вода через переток и сборный лоток направляется на дальнейшую очистку.

Наивысшую эффективность имеют железосодержащие коагулянты: сульфат железа (III) Fe₂(SO₄)₃ и хлорид железа (III) FeCl₃, а также оксихлорид алюминия Al₂(OH)₅Cl. Оптимальная доза для FeCl₃ и Al₂(OH)₅Cl составляет 30 мг/дм³, для Fe₂(SO₄)₃ - 50 мг/дм³. Другие реагенты не обеспечивают нужной степени очистки.

Однако существенным недостатком использования железосодержащих коагулянтов является значительное увеличение скорости коррозии стальной аппаратуры в среде фенольных сточных вод, поэтому рекомендовано применять в промышленных условиях именно оксихлорид алюминия Al₂(OH)₅Cl. Этот реагент имеет большую эффективность по сравнению с другими коагулянтами, наименее коррозионно активен, не вызывает снижение pH и работает в широком интервале значений температур. Таким образом, исследовано технологию выделения смолистых веществ из сточных вод коксохимических предприятий методом реагентной флотации.

Показано, что использование FeCl₃ и Al₂(OH)₅Cl концентрацией 30 мг/дм³ позволяет достичь степени извлечения смол и масел >90 % (т. е. предельно допустимых значений). Получено математическое уравнение для нахождения оптимальной дозы оксихлорида алюминия в зависимости от начальной концентрации смолистых веществ в исходных стоках. Практическая ценность исследования заключается в том, что применение реагентной флотации для очистки маслосодержащих стоков на коксохимических производствах приведет к улучшению экологического состояния биосферы.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Кагасов, В.М. Очистка сточных вод коксохимических предприятий / В.М. Кагасов, Е.К. Дербышева. - Екатеринбург: Полиграфист, 2003. - 189 с.
2. Дисперсионный анализ надсмольных вод коксохимического производства / А.А. Пастернак, Н.Ю. Андреев, В.П. Белонощенко, Л.П. Банников // УглеХимический журнал. - 2013. - № 5. - С. 64 - 70.
3. Chipasa, K.B. Limits of physicochemical treatment of wastewater in the vegetable oil refining industry / K.B. Chipasa // Polish Journal of Environmental Studies. - 2001. - Vol. 10, No. 3. - PP. 141 - 147.

ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ И ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД

В.И. Ковтун, Ю.В. Мнускина

Специализированная физико-математическая школа №17 г. Донецка

В докладе рассматриваются способы очистки воздуха и сточных вод от веществ, загрязняющих их. Проанализированы различные установки для выполнения данной задачи.

Ключевые слова: ГАЗОВЫЕ ВЫБРОСЫ, СТОЧНЫЕ ВОДЫ, ТЕРМИЧЕСКИЙ, КАТАЛИТИЧЕСКИЙ, АБСОРЦИОННО-КАТАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОДЫ.

The report deals with methods of cleaning air and waste waters from pollutants in them. Analyzed various setting stopper form this task.

Keywords: GASEMISSIONS, WASTEWATER, THERMAL, CATALYTIC, ABORTIONNO-CATALYTICMETHODS.

В условиях современного общества, когда в атмосферу и гидросферу поступает поистине огромное количество загрязняющих веществ, необходимо предпринимать меры по защите окружающей среды. В первую очередь, это обезвреживание газовых выбросов и очистка сточных вод. Существует несколько способов нейтрализации веществ, попадающих в атмосферу: термический, каталитический, абсорбционно-каталитическая очистка. Очистка промышленных газообразных выбросов, содержащих токсичные вещества, в настоящее время является неременным требованием во всех производствах. Методы сжигания вредных примесей, способных окисляться, находят все большее применение для очистки дренажных и вентиляционных выбросов. Эти методы выгодно отличаются от других (например, мокрой очистки в скрубберах) более высокой степенью очистки, отсутствием в большинстве случаев коррозионных сред и исключением сточных вод. Как правило, примеси сжигают в камерных топках с использованием газообразного или жидкого топлива. Иногда на практике представляется возможным окислять органические вещества, находящиеся в газовых выбросах, на поверхности катализатора, что дает возможность понизить температуру процесса. Существует несколько вариантов процесса термического обезвреживания газов в печах с использованием и без использования катализаторов. На рис. 1 показаны возможные варианты такого процесса.

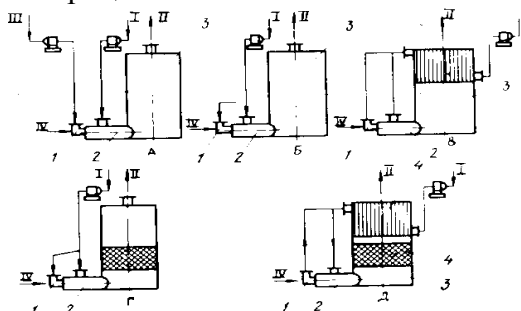


Рис. 1 - Схемы возможных вариантов процесса термического обезвреживания газообразных отходов

/ - газ на очистку; II - очищенный газ; III - воздух для поддержания горения; IV - топливо; 1 - горелка; 2 - форкамера; 3 - печь; 4 - теплообменник; 5 - катализатор

Каталитическое сжигание используют обычно тогда, когда содержание горючих органических продуктов в отходящих газах мало, и не выгодно использовать для их обезвреживания метод прямого сжигания. В этом случае процесс протекает при 200—300°С, что значительно меньше температуры, требуемой для полного обезвреживания при прямом сжигании в печах и равной 950--1100°С.

Большое распространение для уничтожения токсичных веществ в отходящих газах получили установки факельного сжигания. К факельным установкам предъявляются высокие требования в отношении обеспечения безопасной и надежной работы в условиях пожаро- и взрывоопасности химических производств.

Эти требования достигаются: конструкцией устройства для сжигания, обеспечивающей устойчивый режим факела при широких пределах изменения количества и состава сжигаемого газа; строгим соблюдением основных правил безопасной эксплуатации. В зависимости от высоты установки факельной горелки различают низкие факелы высотой приблизительно 4-25 м и высокие факелы, которые достигают в отдельных случаях высоты 100 м и более. Адсорбционно-каталитическая очистка. Адсорбция остается эффективным способом извлечения малых количеств примесей, но накопившиеся на сорбенте примеси тоже надо удалять. Обычно адсорбент заменяют на новый, а отработанный становится отходом, состоящим из накопленной примеси и собственно сорбента, и его тоже приходится утилизировать. Адсорбционно-каталитический метод позволяет избежать дополнительных отходов. Загрязненный газ пропускают через адсорбционный аппарат. После завершения цикла адсорбции поглощенную примесь десорбируют, для чего насыщенный сорбент продувают нагретым воздухом. Выходящий газ направляют в реактор каталитической очистки. Если примесь имеет органическую природу, происходит ее глубокое окисление. Очистка небольшого объема газа, содержащего большое количество примеси, — процесс более эффективный, нежели удаление малых количеств примеси из большого объема загрязненного газа, т.е. из первоначальной смеси.

Технологическая схема подобного процесса для очистки отходящего газа от оксидов азота приведена на рисунке:

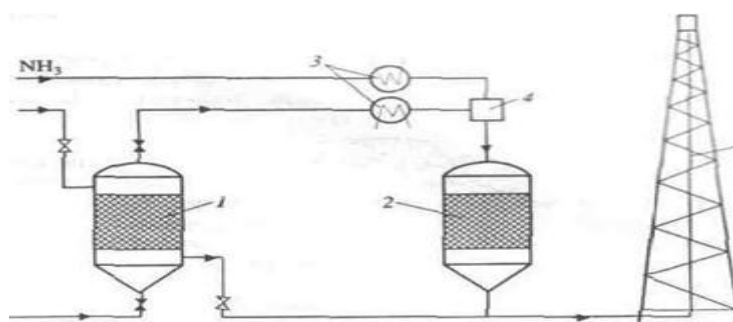


Рис. 2 - Схема адсорбционно-каталитической очистки газа от оксидов азота:
1 – адсорбер; 2 - реактор; 3 – подогреватель; 4 – смеситель; 5 – дымовая труба

Адсорбер 1 загружен цеолитом, на котором хорошо сорбируются оксиды азота при температуре 295 К и давлении 0,1 МПа. После цикла адсорбции производится переключение адсорбера на режим прогрева и регенерации, который проводится обратной продувкой слоя цеолита воздухом при температуре 495 К и давлении 0,1 МПа. Разогрев адсорбера осуществляется циркулирующим горячим воздухом. Газы регенерации через подогреватель 3 температурой 570 К направляются в реактор 2. В смесителе 4 к газу добавляется подогретый аммиак, и на катализаторе оксиды азота

восстанавливаются до азота. После каталитической очистки газ, содержащий не более 0,005% оксидов азота, выбрасывается в атмосферу. Механические способы очистки применяются для очистки стоков от твёрдых, нефтяных, масляных загрязнений. Механическая очистка производится одним из следующих способов:

1. Дробление крупных загрязнений в более мелкие различные устройства механического воздействия на загрязнения;
2. Отстаивание загрязнений истоков с помощью нефтеловков, песколовок и других типов отстойников, конструкции которых приводятся в специальной литературе;
3. Разделение загрязнений и воды с помощью различных центрифуг и гидроциклонов;
4. Усреднение стоков чистой водой с целью снижения концентрации вредных веществ и примесей до уровня, при котором стоки можно сбрасывать в водоёмы или канализацию;
5. Извлечение механических примесей и стоков с помощью различных элеваторов, решёток, скребков и других устройств;
6. Фильтрование стоков через сетки, сита, специальные фильтры, а чаще всего по средствам пропуска стоков через песок;
7. Осветление воды путём пропуска её через песок или специальные устройства, наполненные композициями или минералами, способными поглощать взвешенные частицы.

Выбор схемы очистки воды от взвешенных частиц и нефтепродуктов зависит от вида и количества загрязнений, требуемой степени очистки, устройств для очистки стоков. Стоимость сооружений механической очистки сточных вод очистных комплексов предприятия составляет 20-30 % капитальных вложений и 15-20 % эксплуатационных расходов очистных устройств. Эффективность работы механических очистных устройств особенно ощутима в замкнутых системах водопользования предприятий. Их применение позволяет сокращать количество потребляемой воды в 1,5-2,5 раза. Флотация – процесс молекулярного прилипания частиц загрязнений к поверхности раздела двух фаз (вода-воздух, вода-твёрдое вещество). Процесс очистки сточных вод от СПАВ, нефтепродуктов, волокнистых материалов флотации заключается в образовании системы «частицы загрязнений – пузырьки воздуха», которых всплывает и поверхность и утилизируется.

Биологическая (биохимическая очистка) основана на естественных природных механизмах утилизации и снижения загрязняющих веществ посредством биологических объектов – гидробионтов (растений, животных, микроорганизмов). Биологическая очистка проводится на биофильтрах, аэротенках (с помощью активного ила), в окислительных каналах. Активный ил - ил, образующийся при очистке сточных вод в аэрационном бассейне аэротанке и очищающий сточные воды. Активный ил создаётся из взвешенных в сточной жидкости частиц, не задержанных первичным отстойником, и адсорбируемых коллоидных веществ с размножающимися на них микроорганизмами (бактериями, простейшими, водорослями и др.). Активный ил значительно ускоряет процессы окисления и очистки сточных вод в результате поглощения его частицами органических веществ и бактерий. Микробы сточной жидкости, в том числе и болезнетворные, адсорбируются активным илом, погибают или становятся активными агентами ила. Биологическая очистка может осуществляться и в естественных условиях на полях орошения, полях фильтрации, биологических прудах. Чаще всего применяются комплексные методы очистки, включающие различные сочетания механических, химических, физико-химических, биологических способов.

НЕТРАДИЦИОННАЯ СИСТЕМА СНИЖЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ШАХТНЫХ ВОД ОТ ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ

Д.С. Лаушкин, Д.А. Козырь

Донецкий национальный технический университет

В статье проанализирована динамика загрязненности шахтных вод взвешенными веществами.

Ключевые слова: ШАХТНЫЕ ВОДЫ, УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ, ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ, ВОДОСБОРНИКИ

The article analyzes the dynamics of contamination of mine water with suspended substances.

Key words: MINE WATER, SUSTAINABLE DEVELOPMENT, PURIFICATION FACILITIES, WATER DIVERSITY

Экологические факторы в настоящее время стали одними из основных, учитываемых при рассмотрении результатов работ предприятий. В связи с ростом требований, предъявляемых к экологическим последствиям хозяйственной деятельности, возрастает значимость правильного принятия не только технологических, но и природоохранных решений.

Анализ современных глобальных тенденций экономического развития показывает, что подход к выбору таких решений должен основываться на использовании принципов концепции устойчивого эколого-экономического развития, которая с начала 90-х годов доминирует в мировом сообществе.

Концепция устойчивого развития является новой идеологией природопользования и предполагает смену приоритетов при решении эколого-экономических задач. Речь идет о переходе от применения прямых природоохранных мероприятий (строительство различного рода очистных сооружений, рекультивация земель и др.) к использованию альтернативных вариантов решения экологических проблем (например, структурная перестройка экономики), развитию безотходных и ресурсосберегающих технологий. Непосредственно прямые природоохранные мероприятия должны использоваться лишь при невозможности решения экологических проблем на основе альтернативных вариантов или безотходных технологий. Хотя следует оговориться, что роль прямых природоохранных мероприятий будет достаточно велика и в дальнейшем. Речь должна идти о разумном синтезе всех направлений в рамках формирования устойчивого экологического развития.

Изложенные теоретические положения концепции устойчивого развития могут реализовываться на различных уровнях, в любых отраслях природного хозяйства. Известно, что горнодобывающая промышленность является открытой системой, которая требует больших затрат и характеризуется большим количеством техногенных отходов, к которым последних относятся также попутно-добываемые шахтные воды. Они оказывают сильное воздействие на состояние водных объектов в угледобывающих регионах, включая Донбасс, где сложилась критическая ситуация с питьевой водой. Это объясняется тем что:

- во-первых, огромной величина стока шахтных вод (более 900 м³/год), сопоставим с объектами естественного стока малых рек региона;
- во-вторых, низким качеством откачиваемых вод, не соответствующим современным требованиям правил охраны поверхностных вод практически по всем показателям, включая загрязненность взвешенными веществами (ВЗВ).

Осветление шахтных вод в предыдущие десятилетия в угольной промышленности Украины на практике решались с помощью прямых гидроохраных мероприятий, то есть сооружений на земной поверхности отстойников различной конструкций (первая ступень очистки) и в отдельных случаях фильтров (вторая ступень очистки).

Анализ опыта использования очистных сооружений и результатов инспекторских проверок их работы показывает, что снимать с повестки дня вопрос об осветлении шахтных вод преждевременно и опрометчиво.

Подтверждением тому являются следующее:

- Во-первых, более половины (почти 80%) шахт откачивает на поверхность попутно-добываемую воду с концентрацией ВЗВ более 100 мг/л (в среднем 300 мг/л). Тем самым увеличивается нагрузка на поверхностные очистные сооружения, быстро снижается эффективность и надежность их работы.

- Во-вторых, высокие показатели очистки, приводимые в отчетах шахт, зачастую свидетельствуют о слабом контроле качества шахтных вод на их выпуске в водные объекты.

С учетом современного уровня загрязненности поверхностных водных объектов его величина должна быть резко понижена по двум причинам:

- необходимости достижения истинно-расчетной санитарной чистоты сбрасываемых шахтных вод по содержанию ВЗВ (что учитывается при расчете величин предельно-допустимых сбросов ВЗВ);

На актуальность предварительной очистки шахтных вод в подземных горных выработках указывают результаты дополнительного анализа конструктивных решений и технологического регламента работы, применяемых на шахтах наземных очистных сооружений позволяет заключить, что последним присущи крупные недостатки:

- а) сложность технологических схем и конструктивных решений;
- б) необходимость использования в процессах очистки в больших количествах дефицитных и дорогостоящих химических реагентов;
- в) высокая стоимость очистных сооружений (от 6 до 15% стоимости основных фондов);
- г) недостаточная гибкость их реагирования на изменяющиеся условия поступления загрязненных вод на вход очистных сооружений, в частности на изменение величины расхода (притока), особенно количественного и качественного состава примесей загрязненных вод;
- д) отсутствие простых и надежных решений по чистке емкостей и аппаратов от остаточных продуктов очистки вод (т.е. «хвостов» в виде осадков, фильтратов и др.), регенерации наполнителей аппаратов (фильтрующей загрузки, сорбентов и др.), а также по складированию остаточных продуктов и их утилизации;
- е) отторжение значительных земельных площадей под очистные сооружения.

Указанные недостатки приводят к двум отрицательным последствиям, а именно:

- несоответствию проектной эффективности очистных сооружений реальной (как правило, в натуральных условиях реальная эффективность значительно ниже проектной);

- ограничению применения в полном объеме технологических схем и сооружений для очистки вод.

Использование нетрадиционного подхода к снижению загрязненности шахтных вод ВЗВ предложено кафедрой «Природоохранная деятельность» ДонНТУ [1,2,3], а его основные положения коррелируют с выводами работ [4,5]. Он рассматривается как первая ступень охраны водных ресурсов от вредного воздействия водных отходов угольного производства.

Сущность данного подхода заключается в одновременном использовании двух основных направлений решения проблемы снижения загрязненности шахтных вод ВЗВ, а именно профилактического и очистного.

Профилактическое направление предполагает уменьшение или предотвращение загрязнения шахтных вод в окрестности первичных источников их образования, т.е. действующих добычных и проходческих забоев. Это направление в наибольшей мере соответствует критериям устойчивого эколого-экономического развития. Оно имеет целью предотвращению загрязнения больших объемов относительно чистых подземных вод, стекающих из выработанных пространств отработанных горизонтов шахты, и уменьшение загрязненности шахтных вод на участках водотранспортных цепочках действующих горизонтов.

Очистное направление необходимо для осветления остаточных объемов загрязненных шахтных вод, стекающих с действующих горизонтов шахт, с помощью прямых природоохранных мероприятий (сооружение наклонных тонкослойных отстойников, использование гидроциклонов и др.)

Смешивание условно чистых вод и загрязненных вод подземных в подземных водосборниках следует допускать только после предварительно осветления загрязненных вод.

Важным преимуществом изложенного подхода является также, то что снижение загрязненности шахтных вод в подземных условиях можно рассматривать как комплексное решение вопросов нормальной работы водоотлива, охраны окружающей природной среды от отходов предприятий угольной промышленности и возможности использования очищенных вод на технологические нужды шахты (прежде всего пылеподавление).

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛКОК:

1. *Матлак Е.С., Кочегарова Л.В., Заславская И.Ю.* Об очистке шахтных вод // Уголь Украины, 1980. - №10. – С. 20-21.
2. *Матлак Е.С., Малеев В.В.* Снижение загрязненности шахтных вод в подземных условиях. – К.: Техника, 1991. – 136 с.
3. *Гребенкин С.С., Костенко В.К., Матлак Е.С. и др.* Физико-химические основы технологии осветления и обеззараживания шахтных вод: Монография; под общ. ред. Костенко В.К. – Донецк: «Вик», 2009. – 438 с.
4. *Меркулов В.А.* Охрана природы на угольных шахтах. – М., Недра, 1981. – 184 с.
5. *Макаров Ю.С., Неволин Н.В., Фаткуллин У.М., Баткин В.С.* Осветление шахтных вод в подземных условиях // Сборник научных трудов «Комплексные проблемы охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов в угольной промышленности

АНАЛИЗ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

А.Ю. Рябцева, Ю.В. Манжос

Донецкий национальный технический университет

В докладе проанализированы существующие методы очистки сточных вод коксохимического производства. Установлен состав сточных вод различных коксохимических предприятий, выбраны наиболее эффективные методы очистки.

Ключевые слова: КОКСОХИМИЧЕСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО, СТОЧНЫЕ ВОДЫ, МЕТОДЫ ОЧИСТКИ.

In the report analyzes the current methods of wastewater treatment in coke production.

The consist of wastewater of different coke enterprises, was defined to choose the most effective treatment methods.

Keywords: COKE PRODUCTION, WASTE WATER, TREATMENT METHODS.

Сточные воды коксохимического производства — основной источник загрязнения водоемов. Поэтому проблема очистки сточных вод коксохимического производства решается комплексом физико-химических, механических и биохимических способов, которые используются для очистки локальных стоков и общего фенольного стока на биохимических установках. Выбор способов и эффективность очистки во многом определяются тем, как используются очищенные сточные воды.

Количество сточных вод на большинстве коксохимических заводов страны составляет 0,35–0,4 м³ /т сухой шихты, или 0,45– 0,53 м³ /г кокса. Большую часть стоков составляет надсмольная вода после аммиачных колонн (более 60%).

Таблица 1 - Состав сточных вод различных коксохимических предприятий

Содержание, мг/дм ³	Источники воды						ПДК для водоемов, мг/дм ³
	После аммиач. колонны	Из цикла конечного охлаждения.	Сепараторная бензол. отделения	Цех ректификации	Разгонка смол	Общ. сток фенол вод	
1	2	3	4	5	6	7	8
Фенолы	0,3-1,3	0,1-2,0	0,2-0,4	0,2-0,3	2-5	0,2-0,4	0,001
Аммиак							
летуч.	0,05-0,2	0,01-0,1	0,03-0,05	0,05-0,1	0,5	0,3	0,1
связан.	0,1-0,5	0,1-0,2	0,1-0,2	0,02	0,2	0,6	0,1
Сероводород	0,02-0,05	0,1	0,1	0,01	0,05	0,05	1
Тиоцианат-ион	0,4-0,6	0,1-0,2	0,1	Нет	0,05	0,2-0,4	1500
0,005-ион							
Цианид-ион	0,02	0,1	0,15	следы	0,03	0,02-0,04	0,2
БПК, мгО ₂ на 1 дм ³	1600	2000-3000	2000	1000	2500-7000	1000-3000	2,0-6,0

Как видно из таблицы 1, фенольные сточные воды являются самыми загрязненными и нуждаются в тщательной очистке.

К фенольным сточным водам относят:

- избыточную надсмольную воду, образующуюся за счет влаги шихты;
- воды, образующиеся за счет контакта острого пара и технической воды с химическими продуктами коксования при их улавливании и переработке.

На данный момент известны следующие методы очистки сточных вод:

1. Механические методы

Механическая очистка предназначена для выделения из сточной воды нерастворимых минеральных и органических примесей.

Цель механической очистки состоит в подготовке производственных сточных вод к более глубокой очистке. Механическая очистка на современных очистных станциях состоит из процеживания через решетки, пескоулавливания, отстаивания и фильтрования.

Как правило, механическая очистка обеспечивает выделение взвешенных веществ из этих вод до 90-95 % и снижение органических загрязнений до 20-25 %.

2. Химические методы

Основными методами химической очистки производственных сточных вод являются нейтрализация; окисление и осаждение. Из методов нейтрализации наиболее распространен метод известкования; к окислительным методам относятся в основном хлорирование и озонирование.

Химическая очистка может применяться как самостоятельный метод перед подачей сточных вод в систему оборотного водоснабжения, а также перед спуском их в водные объекты. Применение химической очистки в ряде случаев целесообразно (в качестве предварительной) перед биологической, механической или другими методами очистки.

Производственные сточные воды могут содержать щелочи и кислоты. В большинстве кислых сточных вод содержатся соли тяжелых металлов, которые необходимо выделять. Наиболее часто сточные воды загрязнены минеральными кислотами: серной, азотной, соляной, а так же смесями (агрессивные смеси).

При химической очистке применяют следующие способы нейтрализации: а) взаимная нейтрализация кислых и щелочных сточных вод; б) нейтрализация реагентами, фильтрование через нейтрализующие материалы.

Метод окисления. Окислительный метод очистки применяют для обезвреживания производственных сточных вод, содержащих токсичные примеси (простые) и комплексные цианиды, органические вещества или соединения, которые нецелесообразно извлекать из сточных вод, а также очищать другими методами (сероводород, сульфиды).

В практике обезвреживания производственных сточных вод в качестве окислителей используют хлор; гипохлорит кальция и натрия, хлорную известь, диоксид хлора, озон, технический кислород и кислород воздуха. Среди других окислителей, которые применяются при очистке производственных сточных вод, можно назвать пероксид водорода, оксиды марганца, перманганат и бихромат кальция.

3. Физико-химические методы

Физико-химические методы играют значительную роль при очистке производственных сточных вод. Они применяются как самостоятельно, так и в сочетании с механическими, химическими и биотехнологическими методами.

К физико-химическим методам относятся коагуляция, флокуляция, флотация, сорбция, включая ионный обмен, обратный осмос, экстракция, эванорация, электрохимические методы.

4. Электрохимические методы

Для очистки сточных вод от различных растворимых и диспергированных примесей применяют процессы электролиза анодного окисления и катодного восстановления, электрокоагуляции, электрофлокуляции и электродиализа. Все эти процессы протекают на электродах при пропускании через сточную воду постоянного электрического тока.

Электрохимические методы позволяют извлекать из сточных вод ценные продукты при относительно простой автоматизированной технологической схеме очистки, без использования химических реагентов. Основным недостатком этих методов является большой расход электроэнергии.

Очистку сточных вод электрохимическими методами можно проводить периодически или непрерывно.

Эффективность электрохимических методов оценивается рядом факторов: плотностью тока, напряжением, коэффициентом полезного использования напряжения, выходом по току, выходом по энергии.

5. Физические методы

К ним относятся электрогидравлический, ультразвуковой, электростатический, радиационный, магнитный и термический методы.

6. Биотехнологические

Биологические методы очистки сточных вод основаны на естественных процессах жизнедеятельности гетеротрофных микроорганизмов. Микроорганизмы, обладают рядом особых свойств, из которых основным является способность потреблять в качестве источников питания самые разнообразные органические (и некоторые неорганические) соединения для получения энергии и обеспечения своего функционирования.

Существующие методы очистки сточных вод на коксохимических предприятиях.

Аэрация применяется в качестве предварительной обработки сточных вод для улучшения отстаивания. Предварительная аэрация фенольных вод осуществляется в отдельных емкостях — преаэраторах, располагаемых перед первичными отстойниками.

Надсмольные воды отделений конденсации и сепараторные воды смолоперерабатывающих цехов перед отведением в канализацию подвергаются регенеративной очистки в аммиачных колоннах и обесфеноливающих скрубберах с целью улавливания аммиака и фенолов в виде товарных продуктов.

Весьма перспективным способом очистки фенольных сточных вод на предприятиях коксохимии является способ экстракционной очистки.

Флотационные методы очистки от масел сточных вод обладают существенными технологическими достоинствами (простотой аппаратного оформления, высокой производительностью, отсутствием стадии регенерации) и возможностью довольно глубокой очистки сточных вод от диспергированных примесей — в пределе до полного удаления всех частиц, кроме высокодисперсных.

Биохимическая очистка осуществляется микробным способом на биохимических установках в составе предприятия с помощью специальных комплексов бактерий и на городских или поселковых очистных сооружениях совместно с бытовыми и сточными водами с помощью активного ила.

Адсорбция является эффективным методом обесфеноливания сточных вод. Сорбентами могут служить активные угли, кокс, зола, шлаки, органические ионообменники—пермугит и вофатит и др.

Перспективным методом доочистки фенольных сточных вод является озонирование (химический метод очистки). При оптимальных параметрах процесса (рН около 12, температура — 50-55 °С) концентрация фенолов в сточной воде снижается с 200-300 до 0,1-0,2 мг/дм³.

Как видно из изложенного выше, в настоящее время применяются различные способы очистки сточных вод коксохимических предприятий. Наиболее эффективными из рассмотренных методов глубокой очистки являются методы химической и электрохимической очистки сточных вод. Дальнейшие исследования будут посвящены исследованиям указанных методов очистки сточных вод и разработке способов и средств повышения её эффективности.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Аксенов В.И.* Водное хозяйство промышленных предприятий. Книга 1.- М.: Теплотехник, 2005. — 640 с.
2. *Яковлев С.В.* Очистка производственных сточных вод.- М.: Стройиздат, 1988.- 512 с.

ПРИМЕНЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ВТОРИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ТЕХНОЛОГИИ БЕТОНОВ

Е.С. Рыбак, С.В. Горбатко

Донецкий национальный технический университет

В докладе рассмотрена возможность использования боя стекломатериалов в технологии получения строительных бетонов с высокими эксплуатационными характеристиками.

Ключевые слова: ОТХОДЫ, СТЕКЛОБОЙ, УТИЛИЗАЦИЯ, БЕТОН, ТВЕРДЕНИЕ.

The report considers the possibility of using glass material battle in the technology of producing construction concretes with high performance characteristics.

Keywords: CORUNDUM, MIXING TIME, BATH FURNACE, LINING, CERAMIC SURFACING.

Строительство новых сооружений (рис.1) требует немалых финансовых затрат, однако, на практике существенно снижают финансовые расходы, эффективно используя вторичные материалы.



Рис. 1 – Процесс строительства железобетонного каркаса здания

В последнее время большое внимание уделяется утилизации несортированного стеклобоя. На сегодняшний день заводы-изготовители стекла используют бой или брак стекла, который образуется непосредственно во время производства. Это стекло имеет стабильный химический состав и применяется в процессе плавки сырьевой шихты. Если бой стекла не отсортирован, то его химический состав может быть различным. К тому же в таком стекле возможно наличие посторонних примесей, которые, не допускаются при изготовлении стекла определенного качества и состава. Поэтому стекольные заводы используют его неохотно — есть опасность ухудшения

однородности стекломассы и качества продукции. По этим причинам некоторые виды стеклобоя не находят применения и скапливаются в больших количествах на свалках и полигонах. Стекло не поддается разрушающему воздействию природных факторов, на него не действует большинство органических, минеральных кислот, грибков и бактерий. Поэтому стекло способно сохранять первоначальную структуру многие десятки лет (рис. 2). В городских отходах стеклобой составляет около 20% от общего количества.



Рис. 2 – Бой стекла

Одним из способов утилизации этого материала является его использование в качестве компонента бетонных смесей. Количество применяемого боя стекла в смесях в разных странах различно и зависит от назначения и состава бетона. Технология изготовления бетонных смесей с использованием стеклобоя, не отличается от технологии приготовления газобетона и бетонной смеси на основе портландцемента и извести. Для получения строительных материалов стекло подготавливают сортировкой, дроблением, помолом и рассеиванием на фракции (рис. 3). Так крупные фракции (более 5 мм) используются в качестве крупного заполнителя, мелкие (менее 5 мм.) – как мелкий заполнитель, а тонкомолотый порошок – как связующее.



Рис. 3 – Рассеянные фракции дробленного стеклобоя

Из-за того, что стекло при смешивании с водой не проявляет вяжущих свойств, используется активация различными соединениями щелочных металлов, для реакции гидратации. При достижении определенных значений pH среды, образуемые при гидратации стекла, кремниевые кислоты, начинают превращаться в гель, который, в свою очередь, уплотняясь, придает однородность крупным и мелким фракциям заполнителя. На выходе получается стеклобетон – прочный и долговечный силикатный конгломерат (рис. 4).



Рис. 4 – Внутренняя структура бетонного камня

Применение отходов стекла в изготовлении бетонных изделий позволяет повысить прочность бетонных изделий, улучшить их тепло- и звукоизоляционные свойства, снизить коэффициент температурного расширения, улучшить внешний вид бетонных изделий, а так же решить проблему утилизации отходов.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Мелконян Р. Г. Экологические и экономические проблемы использования стеклобоя в производстве стекла: учебное пособие / Р. Г. Мелконян, С. Г. Власова. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2013. – 100 с.*

ГАРБОЛОГИЯ - НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ЭКОЛОГИИ

Н.Н. Кононец, О.В. Ивлиева

Южный федеральный университет, Чеченский государственный университет

В статье рассматриваются различные аспекты жизни современного общества, ассоциированные с образованием, переработкой и уничтожением отходов. Сделано предположение о появлении, в рамках экологической науки, новой дисциплины - гарбологии. Гарбология - учение об отходах.

Ключевые слова: ОТХОДЫ, ГАРБОЛОГИЯ, СОВРЕМЕННОЕ ОБЩЕСТВО, ЭКОЛОГИЯ

This article discusses various aspects of modern society, associated with the formation, recycling and destruction of waste. Made the assumption that the emergence in ecological science, a new discipline such as garbology. Garbology is the doctrine of waste.

Keywords: WASTE, GARBOLOGY, MODERN SOCIETY, ECOLOGY

Экология сформировалась в рамках биологии и изучает взаимоотношения организмов с окружающей средой. Наибольшую популярность экология завоевала во второй половине XX века, когда общество осознало необходимость охраны окружающей среды от негативных факторов. Современная экология - это комплексная наука, имеющая смежные дисциплины практически со всеми естественными и некоторыми гуманитарными науками. Примерами таких смежных дисциплин могут служить: биоэкология, геоэкология, медицинская экология, социальная экология, промышленная экология и т.д. В связи с тем, что экология является относительно молодой наукой и формирование её институтов всё ещё продолжается, в рамках экологического учения регулярно появляются новые векторы научного знания.

Одним из перспективных направлений развития экологии является исследование отходов и всего, что с ними связано: изучение состава и свойств отходов, процессов взаимодействия отходов с окружающей средой, способов их переработки и обезвреживания и т.п. В настоящее время идёт активное формирование этого научного направления. Уже существует несколько вариантов названий: мусорология, мусороведение или гарбология (от англ. garbage - мусор, греч. λόγος - учение), последнее наиболее употребительно, особенно, в зарубежной литературе.

Термин "гарбология" упоминается в Оксфордском словаре ещё с 1960 года (доступен в он-лайн режиме <https://en.oxforddictionaries.com/definition/garbology>), где она определяется, как изучение сообщества или культуры путем анализа отходов.

Гарбология, в современном понимании, как одно из направлений экологии, возникла не сразу. Профессор антропологии Вильям Лоренс Ратжи (Ратье), проводивший исследования свалок в городе Тусон (штат Аризона, США) и изучавший содержание мусорных контейнеров в крупных городах США, на предмет оценки потребительских привычек различных слоев населения, употреблял данный термин для обозначения проводимых им научных изысканий. Содержимое мусорных бачков, считал Вильям Лоренс Ратжи, может дать гораздо больше достоверной информации, чем социологические опросы. Принято считать, что именно Ратжи впервые ввёл данный термин в научную среду, в 1973 году [1]. В настоящее время термин "гарбология" трактуется более широко.

Отходы существовали всегда, однако наиболее пристально изучать проблему отходов начали только во второй половине XX века. К этому времени в СССР и в крупных капиталистических странах появились научные исследования в области обращения с отходами.

Социальные, юридические и другие предпосылки к развитию нового направления экологической науки, занимающийся изучением отходов, созрели уже давно. Задача построения общественной жизни таким образом, чтобы негативное воздействие отходов на окружающую среду было минимальным, всё ещё ждёт своего решения. И такое решение вполне может быть найдено в рамках новой дисциплины- гарбологии.

Рассмотрим существующие предпосылки, дающие право утверждать, что в скором времени возможно появление отдельной экологической дисциплины - гарбологии.

Юридические предпосылки. К настоящему моменту создана и успешно функционирует нормативно-правовая база по вопросам регулирования отношений в области образования, использования и уничтожения отходов, разработаны методические рекомендации и стандарты.

Вопросы, связанные с отходами регулируются, как национальным, так и международным правом. В нашей стране к нормативно-правовым актам, регулирующим деятельность в области обращения с отходами, относятся: Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ "Об отходах производства и потребления", приказ Росприроднадзора от 18.07.2014 № 445 "Об утверждении федерального классификационного каталога отходов" (Зарегистрировано в Минюсте России 01.08.2014 № 33393), приказ Минприроды РФ от 16.02.2010 № 30 "Об утверждении Порядка представления и контроля отчетности об образовании, использовании, обезвреживании и размещении отходов (за исключением статистической отчетности)" (Зарегистрировано в Минюсте РФ 20.04.2010 № 16938) и др. Среди международных нормативных актов, регулирующих деятельность в области обращения с отходами, можно выделить следующие: Базельская конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением (Заключена в г. Базеле 22.03.1989); директива № 2008/98/ЕС Европейского парламента и Совета Европейского Союза "Об отходах и отмене ряда Директив" (Принята в г. Страсбурге 19.11.2008); Европейская классификация отходов для статистики. Регламент № 2150/2002 Европейского парламента и Совета Европейского Союза (Принят в г. Брюсселе 25.11.2002) и др.

Однако, юридические предпосылки не ограничиваются только развитием нормативно-правовой базы. Между странами заключаются односторонние, а иногда и многосторонние соглашения об отходах, например о размещении или переработке отходов. Так в нашу страну разрешён ввоз отработавших источников ионизирующего излучения (радиоактивных отходов) из других стран, если такие источники были произведены в Российской Федерации.

Экономические предпосылки. В настоящее время сформирован рынок отходов. Развитие данного сектора экономики продолжается. Так, например, одним из крупнейших игроков на рынке отходов является Китай. В этой стране сформирована целая отрасль, занимающаяся переработкой отходов в промышленных масштабах. В Китае перерабатываются как собственные отходы, так и отходы из других государств. С недавнего времени начала импортировать мусор и Швеция. Эта страна является лидером, в части решения проблемы утилизации отходов. Внедренная в Швеции национальная программа по переработке отходов, в т.ч. получения энергии из отходов, для отопления домовладений, оказалась настолько успешной, что в стране очень скоро закончились собственные отходы и, для поддержания нормального функционирования созданной системы, Швеция начала импортировать отходы из других стран.

Общеизвестный принцип - "загрязнитель - платит" напрямую относится к отходам производства.

Кроме того, во многих странах мира созданы и успешно функционируют государственные и частные предприятия, специализирующиеся на "мусорных" услугах: сбор, транспортировка, размещение на полигонах, разработка необходимой документации и пр. Созданы национальные программы и стратегии обращения с отходами. Так, например, на территории нашей страны разработана и реализуется с 2013 года Комплексная стратегия обращения с твердыми коммунальными (бытовыми) отходами.

Отходы могут быть предметом купли-продажи, мены, дарения и других сделок, являясь полноценным участником товарно-денежных отношений. Отходы отнесены к категории вещей и, таким образом, на сделки с отходами распространяются нормы гражданского законодательства, но с учётом ограничений, установленных природоохранным законодательством.

Научно-технические предпосылки. К настоящему моменту создано множество теорий, написаны сотни тысяч научных трудов по вопросам, связанным с отходами.

Среди наиболее известных зарубежных теорий можно выделить концепцию "Zero Waste", её основная цель не просто сокращение количества образующихся отходов, а сведение

их к нулю. Данная стратегия принята на вооружение многими странами, например, США и странами Евросоюза. Не менее известной является теория "3R" (Reduce, Reuse, Recycle), предлагающая комплексный подход к решению проблемы отходов за счёт сокращения количества отходов, их повторного использования, в том числе в качестве вторичного сырья, и создания «замкнутого цикла» производства.

В нашей стране пик развития исследований в данной области пришелся на 60-80 годы XX века. В 60-е годы в составе Госнаба СССР был организован Всесоюзный проектно-конструкторский и технологический институт вторичных ресурсов (ВИВР), который занимался разработкой передовых отходоперерабатывающих технологий.

Во всех отраслях промышленности были выделены научные организации, отвечающие за использование отходов. На местах всячески поощрялась деятельность по увеличению объёмов сдачи и переработки отходов. За период с 1975 по 1985 гг. было построено и введено в эксплуатацию более 750 производственно-заготовительных и перерабатывающих предприятий по изготовлению из вторичного сырья или с его частичным использованием, различной продукции производственного назначения и товаров массового потребления. Однако, в результате экономических преобразований 90-х годов, созданные государственные инструменты по управлению отходами были ликвидированы, что отбросило Россию на многие годы назад от передового мирового опыта по переработке отходов [2].

По вопросам, связанным с отходами, проводятся многочисленные конференции, симпозиумы, круглые столы. По данному направлению разработаны учебные программы и курсы по повышению квалификации и переподготовки персонала, выпускаются периодические издания. В Московском Политехе с 2007 года открыта отдельная кафедра для подготовки специалистов в области обращения с отходами.

Социально-психологические предпосылки. Отходы – это неперенный атрибут человеческой цивилизации. Интересно, что психологическое отношение к отходам меняется из поколения в поколение. Так, люди, прожившие большую часть жизни во времена советского дефицита, сложнее расстаются со старыми вещами и бережнее к ним относятся. Для современного поколения свободное пространство в доме представляет большую ценность, нежели отжившие свой век, либо потерявшие былую привлекательность, вещи. Товары, которые производит современное общество не рассчитаны на длительную эксплуатацию [3].

К настоящему времени сложились определённые социально - психологические стереотипы и общественное мнение, по вопросам, связанным с отходами. Так, независимо от места проживания и культурных традиций, большинство людей негативно относится к росту свалок и строительству мусоросжигательных заводов. А в европейских странах сортировка и раздельный сбор мусора является признаком хорошего тона и цивилизованности.

Исторические предпосылки. Хотя гарбология официально не выделена в отдельную дисциплину, тем не менее, она уже имеет собственную историю, это связано с тем, что отходы – это неотделимая часть жизни человека и история человечества развивается параллельно с историей отходов. Под авторством французского исследователя Катрин де Сильги выпущена монография "История мусора от средних веков до наших дней", в которой самым тщательным образом анализируется проблема отношений человека и его отходов.

Лингвистические предпосылки. Собственный понятийный аппарат, описывающий отходы и, связанные с ними процессы, уже сформирован. В Российской Федерации принят ГОСТ 30772-2001. Межгосударственный стандарт. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения (введен Постановлением Госстандарта России от 28.12.2001 № 607-ст), который устанавливает термины и определения основных понятий, необходимых для регулирования, организации, проведения работ, а также нормативно-методического обеспечения при обращении с отходами. Термины, установленные в данном стандарте, обязательны для применения в научно-технической, учебной и справочной литературе, в стандартах и других нормативно-методических документах, устанавливающих порядок организации и выполнения работ, являющихся объектами стандартизации при обращении с отходами.

Философские предпосылки. Также можно отметить, что в современном обществе сформировалось целое общественное движение людей, чьи философские воззрения отрицают

современную экономическую систему и лежащее в её основе безудержное потребление ресурсов. Сами себя они называют "фриганы".

Пищу фриганы добывают на свалках и в мусорных контейнерах. Там же они находят одежду, домашнюю утварь и всё необходимое для существования. В отличие от бездомных и нищих, вынужденных добывать себе пропитание на свалках, фриганы поступают так по доброй воле, в знак нежелания быть частью современного общества потребления.

Политические предпосылки. Тема отходов находит своё отражения и в политической жизни страны. Так, лозунги по принципу "за защиту природной среды от негативного влияния отходов", активно используются в предвыборных кампаниях. В Российской Федерации зарегистрированы даже отдельные партии и общественные движения, основная деятельность которых нацелена на решение экологических проблем.

Указом Президента Российской Федерации 2017 год - объявлен Годом экологии. Проблема отходов, заявлена, как одна из ключевых.

По инициативе Правительства Российской Федерации с 2017 года будет осуществлен переход на новую систему организации деятельности по обращению с твердыми коммунальными отходами. Кроме этого, запланировано проведение и других мероприятий: формирование информационной системы взаимодействия общества и государственных органов по выявлению, пресечению и ликвидации несанкционированных мест размещения отходов; строительство полигонов и мусороперерабатывающих комплексов и др.

Подводя итоги, можно сказать следующее. Сложно предсказать как пойдет дальше развитие научного знания: станет ли гарбология отдельной дисциплиной или будет развиваться в рамках экологической доктрины. Однако очевидно, одно, проблема отходов требует принятия безотлагательных решений. Причем решаться она должна не только с помощью административного ресурса, но с привлечением общественности. Необходимость дальнейшего развития учения об отходах отвечает потребностям современного общества.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Наука, изучающая мусор – гарбология [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://vyvoz-othodov.ru/nauka-izuchayushchaya-musor-garbologiya.html> (дата обращения: 07.03.2017).

2. Уланова О. Краткий взгляд на историю развития обращения с отходами в Европе и России [Электронный ресурс] / О. Уланова // ЭКО Мониторинг. – 2011.- № 3.- С.7-8.- Режим доступа: http://journal-eco.ru/images/content/journal/2011/journal3_11.pdf (дата обращения: 07.03.2017).

3. Шевелева С. Зачем учёные исследуют мусор [Электронный ресурс] / С. Шевелева // Опубликовано: 14.04.2014.- Режим доступа: <http://www.the-village.ru/village/city/city/142253-kak-uchenye-izuchayut-musor> (дата обращения: 07.03.2017).

ПУТИ СНИЖЕНИЯ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ ОТ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СП «ШАХТА «БУЛАВИНСКАЯ» РП «ОРДЖОНИКИДЗЕУГОЛЬ»

Т.А. Кирилева, А.И. Панасенко
Донецкий национальный технический университет

Проанализировано влияние деятельности горнодобывающего предприятия на окружающую природную среду и компоненты биосферы. Предложены мероприятия для уменьшения антропогенной нагрузки на литосферу и гидросферу.

Ключевые слова: ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЕ ПРЕДПРИЯТИЕ, ПОРОДНЫЙ ОТВАЛ, ОЗЕЛЕНЕНИЕ, ШАХТНЫЕ ВОДЫ, ПРУД-ОТСТОЙНИК, ШЛАМ, ГИДРОЦИКЛОН

Analyzed the impact of activities of mining enterprises on the environment and components of the biosphere. Proposed measures to reduce the anthropogenic load on the lithosphere and hydrosphere.

Key words: MINING, WASTE DUMP, LANDSCAPING, MINE WATER, POND, SUMP, SLUDGE, HYDROCYCLONE

Разработка угольных месторождений в Донбассе ведется более 200 лет, на протяжении этого времени здесь работало более 1000 шахт. Это создало большую антропогенную нагрузку и привело к значительному накоплению негативных факторов, которые влияют на окружающую природную среду.

Загрязнение окружающей среды происходит на всех стадиях производственного цикла работы шахты: геологической разведки, добычи полезных ископаемых, переработки руд, ликвидации отходов технологического передела, эксплуатации подземных промышленных объектов. Шахтное производство приводит к уменьшению запасов вод, нарушению гидрологического режима, загрязнению водного бассейна сточными водами, запылению и загазовыванию атмосферы, деформации земной поверхности, нарушению почвенного покрова, снижению качества полезных ископаемых.

СП «Шахта «Булавинская» РП «Орджоникидзеуголь» расположена в г. Енакиеве Донецкой области на территории поселка городского типа Булавинское, в центральном геолого-промышленном районе Донбасса. Шахта введена в эксплуатацию в 1945 г., последняя реконструкция была проведена в 2001 г. Максимальная глубина разработки – 530 м. Годовая проектная мощность составляет 660 тыс. т, а промышленные запасы по состоянию на 01 января 2016 г. – 14157 тыс. т. Доля государственной собственности в установленном фонде шахты – 100 %. Категория шахты по газу (метану) – опасная по внезапным выбросам угля и газа.

Деятельность предприятия направлена на добычу каменного угля марок Т и А с последующим его обогащением или без него в зависимости от конъюнктуры рынка. В среднесрочной перспективе предприятие имеет возможность для добычи каменных углей марок Т и А, что позволяет предприятию реализовывать свою продукцию по направлению – энергетика.

На СП «Шахта «Булавинская» РП «Орджоникидзеуголь» проведена инвентаризация выбросов загрязняющих веществ по 17 источникам загрязнения, определен перечень, количество и состав вредных веществ, однако нормативы ПДВ шахте не утверждены, из-за отсутствия на предприятии акта земельного отвода. наибольшую долю выбросов в атмосферу составляет метан. Выбросы от промышленной котельной наиболее высокие из всех установок, имеющих на шахте.

СП «Шахта «Булавинская» РП «Орджоникидзеуголь» оказывает существенное влияние на состояние гидросферы в связи с сбросом сточных шахтных вод и водозабором для нужд предприятия. На шахте существуют системы питьевого и производственного водопотребления и водоотведения.

Согласно № 08-894 от 15 ноября 2011 г. шахта получила разрешение на специальное водопотребление и нормативы ПДС загрязняющих веществ на сброс 2000,0 тыс. м³/год шахтных вод по выпуску № 1 в балку Должик, река Булавин (бассейн реки Миус) -20/АЗО/МИУС/ШР на срок по 01 декабря 2014 г. [1]

Питьевая вода используется: на производственные потребности, на охлаждение компрессоров (подпитка безвозвратных потерь на градирне), на выработку тепловой энергии в котельной и на хозяйственно - бытовые потребности работающих, уборку в душевых, стирка спец. одежды, мытье полов.

Сброс шахтных вод в реку приводит к увеличению содержания в воде водоема взвешенных веществ и фенолов, повышению общей минерализации, окисляемости, величины БПК и появлению специфических химических ингредиентов.

Одной из существующих проблем на предприятии СП «Шахта «Булавинская» РП «Орджоникидзеуголь» на данный момент являются породные отвалы. Шахтный породный отвал оказывает негативное влияние на окружающую природную среду, основными факторами которого являются: нарушения ландшафта земной поверхности; изменение гидрогеологического режима прилегающих территорий; химическая и радиологическая токсикация грунтов и вод; пылегазовое загрязнение атмосферы. Вредные компоненты породы, выдуваемые ветрами и вымываемые из отвалов дождевыми потоками и талыми водами, переносятся грунтовыми и подземными водами в окрестные грунты и поверхностные водоемы. Эти загрязнения оказывают экологически опасное воздействие на флору и фауну.

Для уменьшения загрязнения от действия породных отвалов наиболее приемлемым вариантом рекультивации породного отвала СП «Шахта «Булавинская» РП «Орджоникидзеуголь» является озеленение. Для посадок необходимо использовать древесно-кустарниковые породы, устойчивые к техногенному загрязнению сред обитания. Также породные отвалы являются источниками загрязнения воздушной среды и облучения населения. С точки зрения радиационной безопасности местами контроля должны стать породные и шлаковые отвалы.

Значительной экологической проблемой на шахте является накопление ила в земляных прудах-отстойниках.

Шахтная вода на предприятии СП «Шахта «Булавинская» РП «Орджоникидзеуголь» по водосборным канавкам собирается в шахтных подземных водосборниках на горизонте 490 м, где отстаивается и происходит ее первичная очистка от взвешенных веществ, далее шахтная вода по двум скважинам Ø 300 мм перекачивается на поверхность, откуда по коллектору шахтных вод Ø 400 мм протяженностью 1200 м попадает в 3-х секционный земляной пруд-отстойник для предварительного осветления и хлорирования.

Осевший в пруду-отстойнике ил в настоящее время после высыхания разрабатывается и вывозится в илонакопитель. После очистки от шлама земляных прудов, происходит заполнение их водой.

Вместе с тем, ряд илонакопителей вследствие относительно низкой зольности отходов, по существу, являются техногенными месторождениями, из которых технически возможно получать энергетическое топливо, а в некоторых случаях и концентрат для коксования. Это вызывает необходимость дальнейшего

усовершенствования техники и технологии переработки шламов и разработки новых процессов.

Учитывая целесообразность поэтажной отработки технологии по использованию отстойников на первом этапе, когда предполагается извлечение только угольного компонента, может быть предложена следующая схема отработки отстойников (см. рисунок 1).

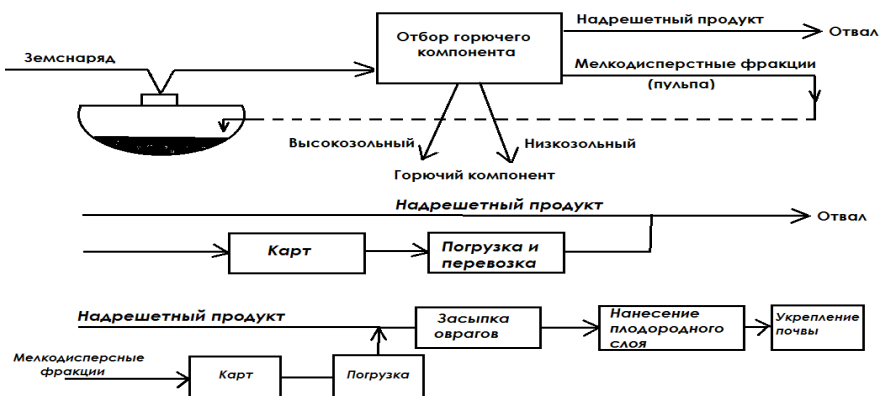


Рис. 1 – Схема отработки продуктов шахтного отстойника

Общая часть отработки включает в себя следующие операции и средства: выемка шлама из отстойника с помощью малогабаритного земснаряда специальной конструкции с учетом картирования отстойника; разделение на фракции с помощью технологического комплекса гидроциклон-грохота; получение горючего продукта - высокосолевого; получение твердого нагретого продукта и мелкодисперсной фракции в виде пульпы.

Основным аппаратом гидравлической классификации в предложенной схеме выступают гидроциклон. Достоинства гидроциклонов: высокая производительность, отсутствие в них движущихся частей, компактность, простота и легкость обслуживания, относительно небольшая стоимость, а так же широкая область применения. Кроме того, в гидроциклонах может быть достигнута более тонкая сепарация с большей плотностью слива и без укрупнения мелких частиц.

Комплексное использование отходов угледобычи приобретает значение не только важного резерва увеличения эффективности производства, сокращения нерационального отчуждения земельных ресурсов, но и защите от загрязнений водного и воздушного бассейна.

Практическая ценность разработки заключается в разработке мероприятий по уменьшению антропогенной нагрузки на гидросферу с применением технологии выемки и обработки шламов шахтных отстойников с модернизацией установок очистки шахтных сточных вод от крупнодисперсных частиц, в высвобождении дополнительных топливных ресурсов для энергетики, в высвобождении земельных ресурсов, занятых илонакопителем, сокращении расходов по эксплуатации илонакопителя.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Отчет об использовании воды № 2-ТП (водхоз) СП «Шахта «Булавинская» РП «Орджоникидзеуголь»: Отчет квартальный / РП «Орджоникидзеуголь». – Енакиев, 2015. – с. 33

ПОЛУЧЕНИЕ СОРБЕНТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

Е.Н. Дорошко, И.Ю. Козловская

Белорусский государственный технологический университет

В работе предложены способы кислотной активации сорбционных свойств отработанного цеолитсодержащего катализатора. Установлены состав и свойства сорбента, определена сорбционная емкость полученного материала по ионам железа и никеля.

Ключевые слова: ОТРАБОТАННЫЙ КАТАЛИЗАТОР, АКТИВАЦИЯ, СОРБЦИОННАЯ ЕМКОСТЬ, ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ

In the research the methods of acid activation of spent zeolite-containing catalyst sorption properties have been offered. Composition and properties of sorbent have been established, sorption capacity has been determined.

Keywords: SPENT CATALYST, ACTIVATION, SORPTION CAPACITY, HEAVY METALS

Активация и модифицирование неорганических природных сорбентов проводится с целью направленного изменения их свойств. Существует ряд эффективных методов химического и физического модифицирования поверхности и регулирования пористости сорбентов.

Физические способы активации сорбентов сводятся к обработке образцов в мельницах, воздействию вакуума (вакуумная сушка), высокого давления и температуры (гидротермальная обработка), ультразвуковых колебаний, радиации и тока высокой частоты. Химические способы активации сорбентов заключаются в воздействии на образцы химических реагентов. В зависимости от химического реагента различают кислотную, щелочную, солевую и комбинированную активацию [1,2].

Целью исследований является кислотная активация отработанного цеолитсодержащего катализатора для получения эффективного сорбента ионов тяжелых металлов.

Задачи, с помощью которых достигается цель исследований следующие:

- изучение состава и свойств ОКК (на основании данных ранее проведенных исследований);
- изучение условий кислотной активации ОКК;
- анализ состава и свойств полученных сорбентов;
- определение СОЕ по Fe^{3+} и Ni^{2+} полученных сорбентов.

Объектом исследования является отработанный катализатор крекинга нефти (ОКК), отход 4 класса опасности. ОКК состоит из двух компонентов: матрицы и цеолита. Матрицей служит аморфный алюмосиликат, а в качестве цеолитного компонента используется лантанзамещенный цеолит типа Y. ОКК является мелкосферическим порошком с размером микрогранул 20–100 мкм. Удельная поверхность ОКК составляет 64 м²/г, а удельный объем пор – 0,6 см³/г [3]. На основании анализа состава и свойств ОКК можно сделать вывод о возможности его использования в качестве сорбционного материала.

Для получения из ОКК сорбентов проводили кислотную активацию, 10%-м раствором HCl и H₂SO₄, время обработки – 7 суток. После активации проводили сорбцию из растворов с содержанием Fe^{3+} 5–100 мг/дм³, Ni^{2+} 40–100 мг/дм³, время сорбции – 1,5 ч.

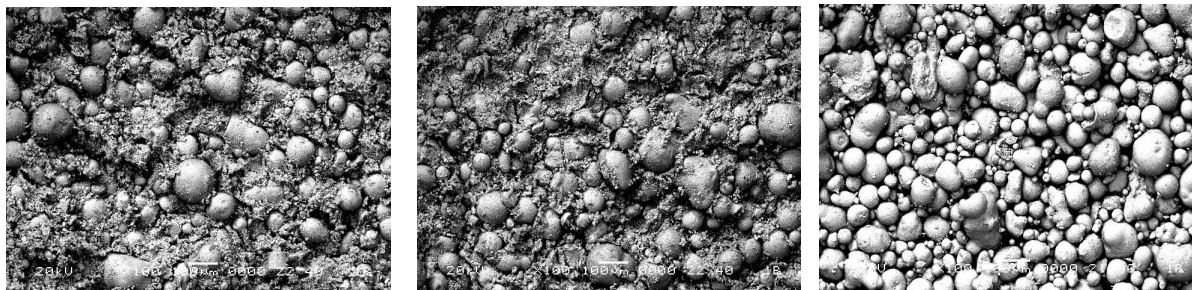
Содержание Fe^{3+} фотоколориметрическим методом с сульфосалициловой кислотой, Ni^{2+} – титриметрическим методом с мурексидом.

После кислотной обработки происходит изменение состава ОКК (таблица 2). Относительное содержание алюминия при обработке как кислотами уменьшается, что приводит к образованию большего количества активных центров сорбции.

Таблица 2 – Элементный состав ОКК и полученных сорбентов

Образец	Al_2O_3	SiO_2	La_2O_3	Na_2O
ОКК	51,4	45,3	2,21	0,9
10% HCl	32,1	64,61	3,29	-
10% H_2SO_4	32,33	63,86	3,19	0,63

Кислотная обработка также приводит к изменению дисперсного состава ОКК (рисунок 1). Удельная поверхность и удельный объем пор сорбентов выше, чем у ОКК на 32–37 %.



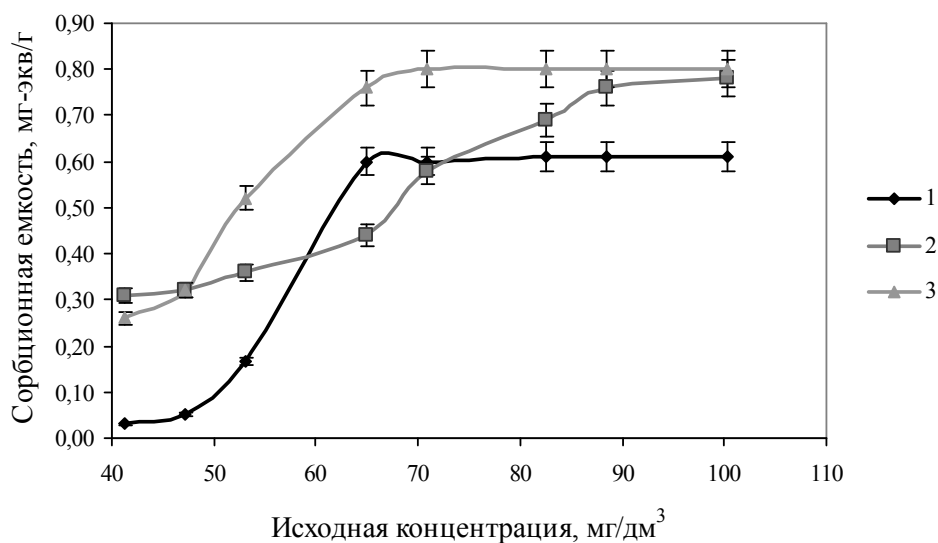
а) после обработки 10% HCl

б) после обработки 10% H_2SO_4 ;

в) исходный ОКК

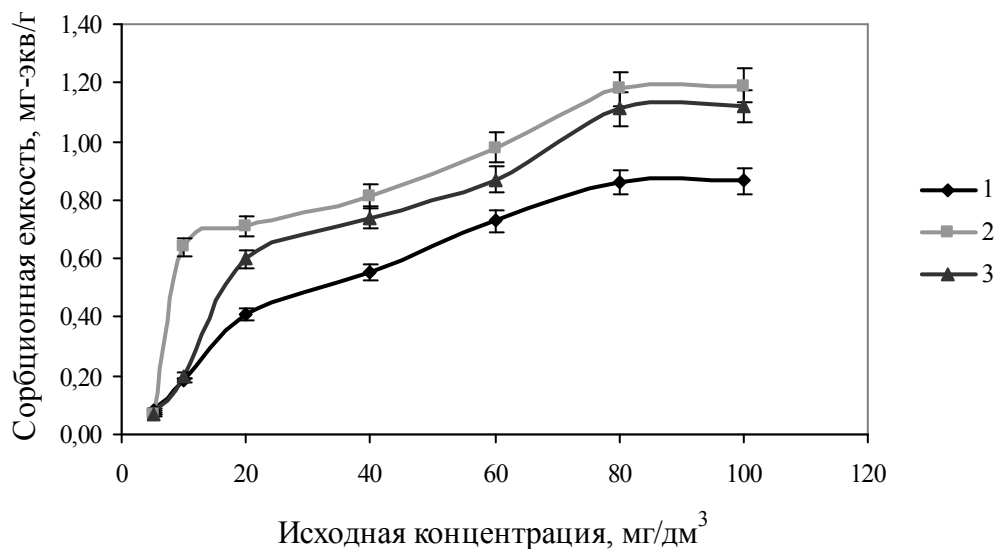
Рис. 1 – Вид микрогранул сорбентов и ОКК

Результаты сорбции Ni^{2+} и Fe^{3+} ОКК и сорбентами, полученными после кислотной активации, представлены на рисунке 2,3.



1 – ОКК; 2 – активация 10% H_2SO_4 ; 3 – активация 10% HCl

Рис. 2 – Изотерма сорбции Ni^{2+}



1 – ОКК; 2 – активация 10% H₂SO₄; 3 – активация 10% HCl

Рис. 3 – Изотерма сорбции Fe³⁺

Как видно из полученных изотерм сорбции, обработка ОКК 10%-м раствором H₂SO₄ приводит к повышению сорбционной емкости по ионам никеля на 31 %, по ионам железа на 37,5% (с 0,87 мг-экв/г до 1,12 и 1,19 мг-экв/г соответственно). После солянокислой обработки сорбционная емкость по Ni²⁺ и Fe³⁺ возрастает на 28–29 % (с 0,61 мг-экв/г до 0,78 и 0,80 мг-экв/г соответственно).

Кислотная обработка приводит к последовательному замещению катионов в цеолите ионами гидроксония H₃O⁺ или протоном H⁺, то есть к образованию активных центров, и, соответственно, к увеличению ионообменной емкости. Активация не только обеспечивает получение водородной формы, но и затрагивает также структуру цеолита, вызывая в той или иной степени деалюминирование кристаллической решетки. При кислотной обработке за счет разрушения матрицы повышается доступность цеолита для сорбируемых катионов [1].

Полученные результаты свидетельствуют о возможности использования активированного сорбента из отработанного цеолитсодержащего катализатора для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов. Проблема очистки таких вод характерна для различных производств: металлургического, металлообрабатывающего, текстильного, лакокрасочного. Использование отходов в качестве сорбентов позволит значительно сократить их количество и снизить воздействие на окружающую среду.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Лыгина Т.З. Технологии химической активации неорганических природных минеральных сорбентов: монография / Т.З. Лыгина [и др.]. – Казань: Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, 2009. – 120 с.
2. Топчиева К.В. Активность и физико-химические свойства высокремнистых цеолитов и цеолитсодержащих катализаторов / К.В. Топчиева, Хо Ши Тхоанг. – Москва: Изд-во Моск. ун-та, 1976. – 167 с.
3. Козловская, И.Ю. Исследование свойств отработанного катализатора крекинга углеводородов нефти / И.Ю. Козловская, В.Н. Марцуль // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2010. – № 19. – С. 128–133.

ПОИСК ПУТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

Ю.А. Сырдий, Л.В. Пашенко

Государственная образовательная организация высшего профессионального образования «Донецкий институт железнодорожного транспорта»

В работе предложен метод утилизации углеродсодержащих отходов обогащения углей для производства брикетов и углеродсодержащих отходов коксохимической промышленности в качестве связующего. Осуществлен поиск недорогих, недефицитных и экологически безопасных связующих для производства топливных брикетов.

Ключевые слова: УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИЕ ОТХОДЫ, УТИЛИЗАЦИЯ, БРИКЕТ

It is proposed the method of reclamation of carboncontaining wastes of coal enrichment and coke industry wastes as binders for briquettes production. The searching of not expensive, not difficult-to-obtain and ecological secure binders for fuel briquettes obtaining has been realized.

Keywords: CARBONCONTAINING WASTES, RECLAMATION, BRIQUETTE

На многих промышленных предприятиях и в сельском хозяйстве образуются и накапливаются твердые и жидкие органические отходы. Органосодержащие отходы занимают значительные земельные площади (от 5 до 15 га) и являются активными источниками загрязнения окружающей среды. В отходах обычно содержится органическое вещество, полимеры, твердое или жидкое топливо, они могут быть смешаны с минеральными компонентами, такими как почва, зола или шлак.

В последние годы происходит дестабилизация и прекращение работы брикетных фабрик из-за дефицита сырья и вовлечения в переработку углей нестабильного качества с повышенной зольностью, неритмичностью поставок угля, отсутствием качественных отечественных связующих и современного оборудования для шихтования и перемешивания шихты. При хранении более 40 % брикетов из бурого угля превращается в мелочь.

Основными недостатками угольных брикетов являются слабая водоустойчивость и недостаточная механическая прочность на истирание, ведущая к повышению пыления брикетов при транспортировке.

Одним из возможных путей расширения производства брикетов является вовлечение в производство в качестве добавок вторичных материальных ресурсов – в частности углеродсодержащих отходов углеобогащения. При этом решаются экологические задачи путем утилизации углеродсодержащих шламов – отходов угледобычи и флотации углей.

Цель работы – утилизация углеродсодержащих шламов – отходов угледобычи и флотации углей, и поиск связующего для производства брикетов из смеси низкосортного бурого угля (БУ) Константиновского разреза из г. Александрии, каменного угля марки Г (Г) и углеродсодержащего отхода, который необходимо утилизировать, – шлама угля марки Т (Ш_т), а также поиск недефицитных, недорогих и экологически безопасных связующих для производства механически прочных и влагостойких угольно-шламовых брикетов.

Применяли технический метод анализа исходного сырья и шихт, метод прессования полученных шихт на прессах различной мощности, метод исследования максимального водопоглощения по ГОСТу 21290-75, метод определения механической

прочности на сжатие и ударную прочность. Брикетирование проб осуществляли при температуре шихты примерно 50 ° С на прессе в специальной пресс-форме с диаметром внутреннего цилиндра 25 мм под давлением 150 атм. или 42-45 кг/см², а также на прессе ХЛ-100 под давлением 1000-1100 кг/см². Испытаны 6 видов связующих – отходов коксохимической промышленности: фусы, кислая смолка, полимеры и смола (С_ф, С_к, С_п и С_с), отходов нефтедобывающей промышленности (петролатум С_л) и нефтешлам (С_{сно}).

Изучали смеси с уменьшением содержания бурого угля от 60 до 30 %, увеличением содержания углеродсодержащего отхода – шлама угля марки Т от 20 до 50 % и с постоянным количеством (20 %) добавляемого угля марки Г: Результаты по влагопоглощению брикетов представлены в табл.1.

Таблица 1 – Влагопоглощение пробных брикетов из трехкомпонентной смеси бурого угля БУ, шлама Ш_Т и угля марки Г

Материал	Смесь №	Влагопоглощение W, %
БУ		22,1
60 % БУ + 20 % Ш _Т + 20 % Г	1	15,4
50 % БУ + 30 % Ш _Т + 20 % Г	2	16,2
40 % БУ + 40 % Ш _Т + 20 % Г	3	18,2
30 % БУ + 50 % Ш _Т + 20 % Г	4	17,3
Шлам Ш _Т		Больше 32

Минимальным влагопоглощением обладают брикеты из смеси №1 состава 60 % БУ + 20 % Ш_Т + 20 % Г (15,4 %). С увеличением количества шлама Ш_Т в смеси влагопоглощение брикетов имеет тенденцию к повышению. Для испытаний действия связующих были выбраны брикеты из смеси №3 с процентным соотношением 40 % Б_с + 40 % Ш_Т + 20 % Г, как брикеты с максимальным водопоглощением (18,2 %), на которых четче будет видно действие связующих.

Результаты по водопоглощению брикетов из трехкомпонентных смесей с добавкой связующих из углеродсодержащих отходов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Влагопоглощение пробных брикетов из трехкомпонентной смеси №3 (40 % Б_с + 40 % Ш_Т + 20 % Г) со связующими

Образец	Влагопоглощение W, %
Исходная смесь №3 40 % Б _с + 40 % Ш _Т + 20 % Г	18,24
90 % смеси + 10 % С _ф	14,8
90 % смеси + 10 % С _к	12,37
90 % смеси + 10 % С _п	8,67
90 % смеси + 10 % С _с	4,70
90 % смеси + 10 % С _л	4,29
80 % смеси + 20 % С _с	3,80

Видно, что водопоглощение брикетов из смеси с 10 % -ной добавкой связующего петролатума С_л в 4,2 раза меньше, связующего из смолы С_с - в 3,9 раза меньше,

связующего полимера $C_{\text{п}}$ - в 2,0 раза меньше, чем влагопоглощение брикетов из исходной смеси без связующего.

Были проведены испытания механической прочности угольно-шламовых брикетов на сжатие и ударную прочность. Получено, что прочность на сжатие брикетов из различных смесей находится в пределах 70,9-98,5 кг/кв. см. Максимальной прочностью на сжатие обладают брикеты из смеси №1 состава 60 % B_c + 20 % $Ш_{\text{т}}$ + 20 % Γ (124,0 кг/кв.см), а минимальной – из смеси №4 состава 30 % B_c + 50 % $Ш_{\text{т}}$ + 20 % Γ (60,4), что, по-видимому, связано с увеличением количества шлама $Ш_{\text{т}}$ в смеси.

Такая же закономерность наблюдается для ударной прочности полученных брикетов (98,5-70,9 %).

Данные таблицы 3 показывают, что прочность на сжатие брикетов со связующими колеблется в пределах 272,4-27,2 кг/кв. см, в то время как прочность на сжатие брикетов из смеси №3 без связующих составляет 79,2 кг/кв. см.

Таблица 3 – Прочность на сжатие брикетов из трехкомпонентной смеси №3 бурого угля, шлама Т и угля марки Г со связующими

Образец	Прочность на сжатие, кг/см ²
Исходная смесь №3 40 % B_c + 40 % $Ш_{\text{т}}$ + 20 % Γ	78,2
90 % смеси + 10 % C_c	272,4
90 % смеси + 10 % $C_{\text{п}}$	230,8
90 % смеси + 10 % $C_{\text{к}}$	140,0
90 % смеси + 10 % $C_{\text{ф}}$	80,4
90 % смеси + 10 % $C_{\text{л}}$	44,8
90 % смеси + 10 % $C_{\text{сно}}$	27,2

По данным из таблицы 3 видно, что в качестве связующих по показателям механической прочности показаны смола, полимеры и кислая смолка. Эти связующие увеличивают механическую прочность угольно-шламовых брикетов: смола C_c , в 3,5-7,2 раза, полимеры $C_{\text{п}}$ в 2,7-4,2 раза, кислая смолка $C_{\text{к}}$ в 1,6-2,3 раза.

Таким образом, предложен метод утилизации как углеродсодержащих отходов обогащения углей для производства брикетов, так и углеродсодержащих отходов коксохимической промышленности в качестве связующего.

В работе изучены технические характеристики исходного сырья - углей и шлама. Приведены данные исследования количественного соотношения компонентов шихты различных угольно-шламовых композиций для производства брикетов. Проведена работа по оптимизации исходных шихт. Найдены основные параметры брикетирования. Осуществлен поиск недорогих, недефицитных и экологически безопасных связующих для производства топливных брикетов. Испытаны 6 видов связующих – отходов различных производств.

При получении брикетов из низкосортного бурого угля, каменного угля марки Г и углеродсодержащего отхода обогащения – шлама угля марки Т ($Ш_{\text{т}}$) в соотношении 40 % B_c + 40 % $Ш_{\text{т}}$ + 20 % Γ в качестве связующих по показателю водопоглощения подходят углеродсодержащие отходы коксохимической промышленности: петролатум $C_{\text{л}}$, смола C_c и полимеры $C_{\text{п}}$. В качестве связующих брикетов по показателям механической прочности показаны смола, полимеры и кислая смолка.

АКТИВНЫЙ УГОЛЬ ИЗ СКОРЛУПЫ АБРИКОСОВЫХ КОСТОЧЕК

Б.А. Олешко, Н.С. Дорохин, В.В. Хазипова

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

Показана возможность получения активированного угля широкого назначения из промышленного отхода консервной промышленности – скорлупы абрикосовых косточек. Обоснованы технологические режимы процесса активации, внесены предложения по комплексной переработке абрикосовых косточек (получение амигдалина и масла из косточкового ядра).

Ключевые слова: СКОРЛУПА АБРИКОСОВЫХ КОСТОЧЕК, УТИЛИЗАЦИЯ, КАРБОНИЗАЦИЯ, АКТИВАЦИЯ

The possibility of producing activated carbon for a wide range of uses from the industrial waste of the canning industry - the shell of apricot kernels - is shown. The technological regimes of the activation process have been substantiated, proposals have been made for the complex processing of apricot kernels (obtaining amygdaline and oil from the stone kernel).

Keywords: shell of apricot stones, recycling, carborization, activation

Удивительный фрукт под названием абрикос подарила людям природа. По своему биологическому строению абрикос или же *Prúnus armeniáса* представляет собой дерево, относящееся к роду Слив и семейству Розовые. Плоды абрикосового дерева нередко называют не иначе как урюк, морель, жердель или курага. До настоящего момента исследователи так и не пришли к единому мнению относительно первичной родины абрикоса. Однако, наибольшее количество ученых полагают, что абрикосы появились в Китае в регионе Тянь-Шань. Абрикос можно считать ярким примером универсальности некоторых фруктов. Плоды абрикоса употребляют в пищу в свежем, а также переработанном виде. Существует значительное количество рецептов с участием абрикосовых плодов. Как правило, абрикосы используют для изготовления варенья, джемов, компотов, а также консервированных и сушеных абрикосов или кураги. Помимо того, из абрикосов производят абрикосовую водку. Косточки абрикосов также нашли широкое применение. Одной из главных задач современного этапа экономического развития является рациональное использование производственного потенциала и, прежде всего, материальных ресурсов. В связи с этим, одним из важнейших направлений повышения эффективности общественного производства является более широкое вовлечение в хозяйственный оборот вторичных материальных и топливно-энергетических ресурсов, попутных продуктов, а также широкое применение комплексных и безотходных технологий, позволяющих утилизировать вторичные материальные ресурсы. При этом, бесспорным остается факт повышения уровня использования вторичных ресурсов в народном хозяйстве, обеспечивающее экономию сырья, материалов, топлива и энергии, расширяющий сырьевую базу промышленности, уменьшающий вредное воздействие отходов на окружающую природную среду. Производство активных углей неуклонно возрастает, а области их применения непрерывно расширяются. Традиционным сырьем для производства активных углей являются древесина, торф, торфяной кокс, некоторые каменные угли и полукоксы. На активные угли имеется большой спрос. Но, несмотря на большой спрос, количество производимого активного угля недостаточно. Наряду с этим на пищевых предприятиях ежегодно образуются значительные массы отходов переработки плодов абрикосов. Согласно имеющейся информации [1] названные отходы могут служить

хорошим сырьем для получения активных углей (АУ). Существует достаточно подробная информация о переработке ядра фруктовых косточек в ценные продукты [2], но литературные данные по получению и применению угольных сорбентов на основе скорлупы косточек немногочисленны [2, 3].

Целью настоящего исследования является разработка основ экологической технологии утилизации скорлупы плодовых косточек с получением активированного угля. В ходе исследований была изучена карбонизация данного сырья в диапазоне температур 650–800°C в кварцевом ректоре, помещенном в электрическую печь с регулируемым нагревом. Температуру в печи контролировали с помощью термопары. Выделяющиеся газообразные продукты пиролиза эвакуировали из реактора по газоотводной трубке и направляли в охлаждаемый конденсатор для конденсации паров воды и смол. По достижению необходимой температуры эксперимента образцы выдерживали в реакторе в течение 0,5–3,0 ч, а затем охлаждали до комнатной температуры. Охлажденные карбонизаты выгружали из реактора и по стандартным методикам определяли их поглотительные свойства [3]. Процесс активации карбонизатов изучали в том же ректоре. Для этого углеродные матрицы, полученные пиролизом сырья, загружали в холодный реактор, который продували током газообразного азота в течение 15 мин для удаления кислорода из зоны реакции. Далее проводили нагрев образцов до конечной температуры активации, которая находилась в интервале 650–800°C. При достижении заданной температуры в реактор подавали водяной пар из генератора в течение 1–5 ч. После термообработки активаты оставляли остывать до комнатной температуры. Качество полученных целевых продуктов контролировали измерением их адсорбционной активности по метиленовому голубому (МГ), четыреххлористому углероду, бензолу, парам воды [2], одновременно оценивали их суммарную пористость кипячением в воде. [3]. Анализом абрикосовых косточек констатируется, что массовая доля в них скорлупы составляет 85-90, её влажность колеблется в пределах 20-21, а зольность - 0,27-0,3%. Полученные экспериментальные результаты представлены на рис. 1.

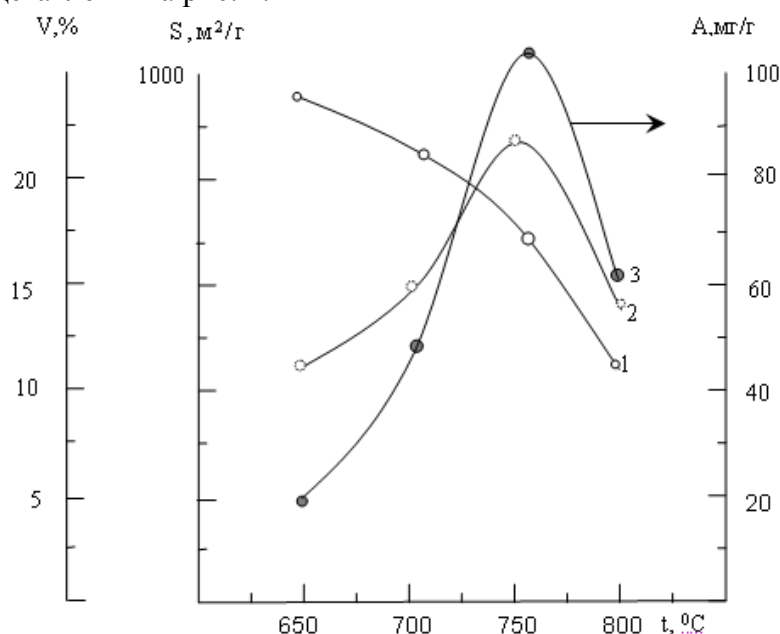


Рис. 1 – Зависимость выхода активных углей $V(1)$, удельной поверхности $S(2)$, адсорбции метиленового голубого $A(3)$ от температуры t при парогазовой активации абрикосовых косточек

Оптимальными условиями карбонизации для абрикосовых косточек являются продолжительность 2 ч, температура -750°C . При этих параметрах формируется пористая структура. Сравнительная характеристика экспериментального активированного угля и промышленного марки АГ-3, полученного из древесины представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика активных углей

Показатель	Параметры	
	экспериментальный АУ	промышленный АГ-3
Размер частиц, мм	0,5-1,5	1,5-2,8
Суммарный объем пор, $\text{см}^3/\text{г}$	1,8-20	0,8
Удельная поверхность при температурах активирования $650 - 750^{\circ}\text{C}$, $\text{м}^2/\text{г}$	350-900	800-1000
Кажущаяся плотность, $\text{г}/\text{см}^3$	0,34	0,44-0,46
Адсорбционная активность по МГ, $\text{мг}/\text{г}$	24,7-110,0	190
Зольность, %	2-3	2
Механическая прочность, %	78,9	75
Содержание, %:		
углерода	93-95	82
водорода	1,3-2,0	1,4
кислорода	0,3-0,7	5,1
азота	0,3-0,7	0,3
серы	0,15-0,3	0,15
тяжелых металлов и редких элементов	на уровне фона	на уровне фона

Из представленных данных можно видеть, что активированный уголь из абрикосовой скорлупы заметно выделяется по своим адсорбционным характеристикам.

Из ядра получают пищевые масла и миндальную пасту. Жмых, остающийся после получения масла, используют для получения горького миндального масла, кормовой муки и удобрений. В кулинарии используют ядра абрикосовых косточек. Стоит отметить, что ядра абрикосовых косточек зачастую используют как полноценную замену миндальным орехам. Примечательно также и то, что в составе ядер абрикосовых косточек содержится жирное растительное масло, которое считается важным растворителем, применяемым в фармакологическом производстве и медицине. В результате проведенных исследований был получен активированный уголь, который по своим сорбционным характеристикам не уступает лучшему отечественному продукту – АГ-3. Найдены оптимальные параметры получения активированного угля из фруктовых косточек парогазовой активацией, при которых наблюдается наибольший выход активированного угля и формируется пористая структура.

Таким образом, выполненные исследования демонстрируют целесообразность переработки охарактеризованного отхода на углеродные адсорбенты.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Кинле Х, Бадер Э. Активные угли и их промышленное применение (пер. с нем.). Л., Химия, 1984, с. 215.
2. Бутырин Г. М. Высокопористые углеродные материалы. М., Химия, 1976, с. 187.
3. Дубинин М. М., Радушкевич Л. В. // ДАН СССР, 1947, т. 55, с. 331.

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ СОВМЕСТНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ТВЁРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ И ОТХОДОВ КОКСОХИМИЧЕСКИХ ЗАВОДОВ

М.В. Фёдорова, О.Н. Калинин

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

Определены приоритеты по выбору технологии совместной переработки твёрдых бытовых отходов и отходов коксохимических заводов. Предложен общий вид технологической схемы процесса совместной переработки.

Ключевые слова: **ТВЁРДЫЕ БЫТОВЫЕ ОТХОДЫ, ВТОРИЧНОЕ ТОПЛИВО, УТИЛИЗАЦИЯ, КОКСОХИМИЧЕСКИЕ ЗАВОДЫ**

Priorities for choosing of technologies for the joint processing of solid domestic wastes and waste of by-product coke plants are determined. Proposed a general view of the technological scheme of processing

Keywords: **SOLID WASTE, REFUSE DERIVED FUEL, UTILIZATION, COKE PLANT**

В последнее десятилетие всё большее значение в сфере утилизации твёрдых бытовых отходов (ТБО) приобретают методы, направленные на получение вторичных топлив из отдельных компонентов бытовых отходов Refuse Derived Fuel (RDF).

Сжигание такого рода топлив в промышленных процессах имеет несколько преимуществ, таких как: экономия не возобновляемых топливных ресурсов, отсутствие противоречий с проектами по отдельной сортировке ТБО, высокая гибкость технологии процесса переработки, позволяющая производить быструю экономическую и экологическую корректировку качества товарного продукта.

На сегодняшний день наметилось два типа технологических процессов, позволяющих получать высококалорийные топливные смеси на основе компонентов ТБО: это так называемая механико-биологическая очистка и процессы сухой стабилизации компонентов ТБО. Отличие состоит в том, что первый тип процессов предполагает обязательное отделение части органических компонентов и их дальнейшую переработку по методу компостирования, в случае же сухой стабилизации органическая часть ТБО подвергается сушке и является составной частью получаемого топлива. Данный тип процессов под названием “Trockenstabilat” получил наибольшее распространение на территории Германии [1]. Количество RDF, произведенного из одной тонны муниципальных отходов, определяется системой сбора ТБО, типом процесса получения топлива и рыночными требованиями к конечному продукту. Значение данного показателя в странах ЕС колеблется в пределах 250-750 кг RDF, произведенного из одной тонны ТБО.

Существует несколько десятков вариантов композиционных составов топлив, каждый из которых, как правило, является патентованной собственностью фирмы-производителя. Примеры некоторых из них приведены в таблице 1. Следует особо отметить тот факт, что в качестве теплотворных добавок ископаемых топлив достаточно часто выступают отдельные виды промышленных отходов.

Накопленный опыт утилизации получаемых топлив позволяет говорить о её трёх основных направлениях, сложившихся на данный момент в мире – сжигании на мусоросжигающих заводах (МСЗ), сжигании на тепловых электростанциях и сжигании в цементных печах.

В свою очередь, практика утилизации RDF на специализированных предприятиях показывает, что введение в состав топлив промышленных отходов, обладающих

высокой теплотворной способностью, позволяет существенно сократить затраты на их сжигание.

Таблица 1 - Типовые композиционные составы RDF в различных странах ЕС

Компонент ТБО	Состав в странах ЕС, % масс.		
	Бельгия	Италия	Великобритания
Пластик	31	23	10
Бумага (картон)	13	44	70
Древесные остатки	12	4,5	5
Текстиль	14	12	5
Другие компоненты ТБО	30	14	-
Не горючие компоненты ТБО	-	2,5	-
Теплотворные добавки ископаемых топлив	-	-	10

Очевидно, что такого рода опыт не может быть не учтён нашим государством, в котором образуется не менее 2 -2,5 млн. м³ ТБО в год. Тем более, что существовавшие на Украине предприятия по сжиганию несепарированных ТБО вследствие ряда причин [2] не оправдывают себя как с экологической, так и экономической точки зрения.

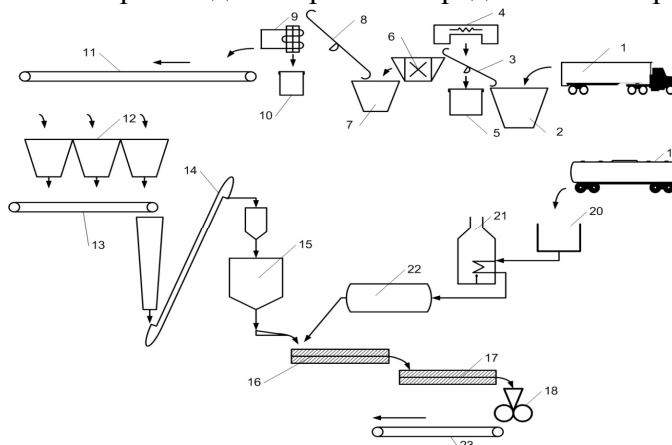
При этом следует отметить, что, помимо значительных объёмов ТБО, в нашей стране накоплено несколько млн. т промышленных отходов. Ежегодно образуется несколько тысяч тонн промышленных отходов, значительная часть из которых может представлять интерес в качестве сырья для термической переработки. Определённые виды данных отходов следует рассматривать в качестве потенциальных теплотворных добавок во вторичном топливе на основе отдельных компонентов ТБО. Совместная утилизация в таком случае будет иметь более ощутимый природоохранный эффект. Естественно, что правом приоритета в качестве подобной добавки должны пользоваться отходы, способствующие улучшению конечных характеристик получаемых топлив. Достаточно перспективным в свете проведенных авторами исследований [3] выглядит производство вторичного топлива на основе ТБО с использованием отдельных видов отходов коксохимических заводов (КХЗ), способных выступать не только в качестве теплотворной добавки, но и в качестве эффективного связующего компонента (каменноугольные фусы и кислая смола бензольных и сульфатных отделений). Данные, полученные авторами, показали, что введение в состав смеси каменноугольных фусов и кислой смолки решает проблему, связанную с высокой сезонной влажностью ТБО, понижая общую влажность отходов, при этом введение добавки отходов КХЗ выгодно отличается от введения ископаемых топлив. Анализ наиболее важного показателя, характеризующего энергетическую ценность полученных смесей, теплоты их сгорания, позволяет предположить, что введение отходов КХЗ позволит уменьшить расход природного газа, необходимого для сжигания ТБО.

Как показывает опыт сжигания ТБО в топочных устройствах котлоагрегатов отечественных МСЗ, значительная часть ТБО не может быть эффективно использована при слоевом сжигании вследствие провала большого количества отходов через колосники топок и уноса части ТБО потоками отходящих газов.

Существует несколько технологических решений данной проблемы, одним из которых является предварительное брикетирование отходов. Применительно к изучаемым смесям данный вид предварительной подготовки топлив представляется тем более предпочтительным, так как уже сейчас накоплен достаточно большой объём информации, касающейся использования смолистых отходов КХЗ в качестве связующих

веществ при изготовлении брикетов на основе минеральных топлив. Обобщение и анализ данных экспериментальных исследований, опыта работы установок по сортировке и сжиганию ТБО, комплексов брикетирования отходов коксохимической и угольной промышленности позволили сформировать вид технологической схемы процесса производства и утилизации брикетов на основе компонентов ТБО с использованием отходов коксохимических заводов.

Технологическая схема производства брикетов представлена на рисунке 1.



1 - Подвоз ТБО спецавтотранспортом; 2 - Приёмный бункер; 3 - Ковшовой погрузчик; 4 - Магнитный сепаратор; 5 - Пресс для чёрного металлолома; 6 - Молотковая дробилка; 7 - Накопительная ёмкость; 8 - Ковшовой погрузчик; 9 - Аэросепаратор; 10 - Пакетирование бумаги и текстиля; 11 - Ленточный конвейер; 12 - Приёмные ямы; 13 - Ленточный конвейер; 14 - Трубы сушилки; 15 - Бункера прессовых агрегатов; 16 - Лопастные смесители; 17 - Двухвальный охладитель; 18 - Вальцовый пресс; 19 - Битумные бункер-вагоны; 20 - Хранилище смолистых отходов; 21 - Трубчатая печь; 22 - Промежуточная ёмкость; 23 - Ленточный конвейер.

Рис. 2 - Технологическая схема процесса производства брикетов

Перспективным направлением дальнейших исследований авторов является обоснование системы очистки отходящих газов сжигания топливных брикетов, обеспечивающей максимальный уровень экологической безопасности процесса сжигания смесей ТБО и отходов КХЗ.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Авакян Н.С. Современные методы переработки муниципальных отходов // ТБО. – 2006. - № 3. - С. 31-36.
2. Маторин Е.М., Мищенко В.С., Выговская А.П. Опыт создания нормативно-правовой базы обращения с отходами в Украине // Материалы IV Международного конгресса по управлению отходами «Waste-Tech», 27-30 июня 2005 г. - Москва. - 2005. - С. 74-75.
3. Калинихин О.Н., Краснянский М.Е., Рекун В.В. Перспективы совместного использования ТБО и отходов коксохимического производства // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Хімія і хімічна технологія. Вип. 95. - Донецьк: ДонНТУ. - 2005. - С. 107-110.

ЛИНИИ СОРТИРОВКИ МУСОРА (ЛСМ) КАК ВАРИАНТ РАЗДЕЛЕНИЯ ТВЁРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В УСЛОВИЯХ МАЛОНАСЕЛЁННЫХ ГОРОДОВ

К.А. Караханян, М.О. Нельга, Е.С. Матлак
Донецкий национальный технический университет

В докладе рассматривается проблема сортировки ТБО при помощи традиционных методов и предложен новый подход – комбинация с механизированной транспортировкой. Показаны преимущества и недостатки.

Ключевые слова: ТВЁРДЫЕ БЫТОВЫЕ ОТХОДЫ (ТБО); СОРТИРОВКА; НАСЕЛЕНИЕ.

The report deals with the problem of sorting of solid waste by traditional methods and a new approach – a combination with mechanized transportation. The advantages and disadvantages.

Key words: municipal SOLID WASTE (TBO); SORT; POPULATION.

Для собранных в смешанном виде ТБО возможно применение весьма ограниченного диапазона методов их утилизации и обезвреживания. К числу традиционных методов относятся захоронение и сжигание. Использование этих методов ограничивается требованиями законодательства большинства стран по причинам, прежде всего экологического, а также по экономическим соображениям.

В настоящее время долгосрочные стратегии управления обращения ТБО должны основываться на применении альтернативных методов обращения с ними, например, на комплексной переработке ценных вторичных материальных ресурсов, извлекаемых из отходов, и биологическом разложении органического остатка, т.е. их утилизации.

Внедрение переработки и других альтернативных методов утилизации ТБО возможно при условии предварительной сортировки ТБО на требуемые компоненты. Извлечение гомогенных фракций ТБО является важным моментом для получения финансовой выгоды при последующей их переработки.

В соответствии с ГОСТ 30772-2001 /1/ под сортировкой понимается разделение и/или смещение отходов согласно определённым критериям на качественно разделяющиеся составляющие.

В Европейской концепции комплексного управления отходами (КУО) сортировка твёрдых бытовых отходов (ТБО) рассматривается как важнейший этап в процессе их утилизации /2/. В странах СНГ её качественное исполнение представляет собой определённую проблему. С одной стороны, сортировка актуальна, так как во-первых, позволяет извлекать из общего потока ТБО ценные компоненты, использующиеся далее в качестве вторичного сырья для получения новой продукции (в процессе рекуперации) или повторного использования (рециклинга), а во-вторых, уменьшает объёмы не утилизируемых компонентов ТБО для захоронения или их сжигания. С другой стороны, сортировка - это сложный и дорогостоящий этап утилизации ТБО.

Для сортировки ТБО могут использоваться два возможных подхода /3/:

- сортировка мусора в месте сбора, т.е. в каждой квартире собирать различные фракции отдельно : это отдельный сбор ТБО;
- сортировать всю неразделенную массу бытового мусора, перемешанного в мусоропроводах или общих контейнерах централизованно на специальных предприятиях с помощью различных механизированных линий и устройств.

У каждого подхода помимо положительных характеристик имеются отрицательные стороны. К отрицательным сторонам организации раздельного сбора можно отнести следующие:

- в многоквартирных домах (где шесть и более этажей), оборудованных мусоропроводами, осуществлять сортировку по первому пути практически затруднительно, т.к. жильцы привыкли к удобствам. Возможное решение этой задачи – заварить люки мусоропроводов;

- трудно также организовать раздельный сбор в стеснённых условиях существующих жилых помещений (квартир); сбор компонентов ТБО в квартирах потребует использования специальной тары с несколькими отсеками или пластмассовых пакетов для различных фракций отходов. Затраты на закупку такой тары обычно ложатся на население;

- необходимо создавать соответствующую (удобную и эффективную) инфраструктуру для населения по раздельному сбору фракций, а также непрерывно осуществлять разъяснительную работу с населением;

- непросто решить вопрос своевременного вывоза разделённых фракций.

Таким образом, в целом, эффективность сортировки ТБО на основе раздельного сбора населением зависит от трёх основных аспектов:

1. Непрерывного информирования населения о необходимости сортировки ТБО.

2. Удобства инфраструктуры процессов раздельного сбора.

3. Мотивации, прежде всего за счёт введения дифференцированной (плавающей), как правило, пониженной платы за отсортированные отходы.

И, наконец, необходимо отметить, что часто раздельно собранные фракции отходов требуют дополнительной сортировки: во-первых, когда собранные фракции не являются гомогенными и не соответствуют требованиям перерабатывающей промышленности; во-вторых, когда вторичные материальные ресурсы (пластмасса, стекло и другие) население собирает вместе в один контейнер или пакет. В этом случае необходима дополнительная сортировка, которая производится на специальных предприятиях.

В странах ЕС, в частности в Германии, уже имеет место недовольство населения в связи с обязательностью раздельного сбора ТБО. Население призывает соответствующие фирмы осуществлять сортировку смешанных отходов централизованно на основе достижений научно-технического процесса, т.е. механизированным способом при помощи специального оборудования.

Изложенное позволяет заключить, что реально решать задачу сортировки смешанных ТБО можно только при наличии механизированной линии на мусоросортировочных станциях (МСС) или мусоросортировочных комплексах (МСК), на последних помимо сортировки осуществляется дополнительно обработка ценных извлечённых компонентов путём изменения их формы или свойств перед переработкой в новую продукцию.

Накопленный мировой опыт применения различных механизированных устройств для сортировки ТБО показал, что их использование имеет невысокую экономическую эффективность. Например, процент извлечения чёрного металла с использованием магнитной сепарации оказался очень низким. Устройства по выделению бумаги и тряпья постоянно забиваются этими фракциями и выходят из строя, что требует постоянного наблюдения за ними техническим персоналом. В цехе по механизированной сортировке ТБО создаются вредные, неблагоприятные для здоровья людей антисанитарные условия. При этом не редко имеет место лишь частичная

сортировка ТБО. По этой причине нередко такие линии были демонтированы, например в Москве.

Из сделанного анализа видно, что несмотря на актуальность данной проблемы, решение её вызывает определённые сложности. Поэтому необходима разработка метода сортировки ТБО, который включал бы в себя преимущества обоих подходов и при этом, по возможности, исключал их негативные моменты. В качестве такого подхода целесообразно рассмотреть комбинацию – ручную сортировку перемешанных или частично перемешанных ТБО с механизированной транспортной лентой (линии сортировки мусора, ЛСМ).

Преимущества предлагаемого подхода:

- повышение качества сортировки;
- не используются сложные механические устройства для разделения компонентов. Основным механизированным устройством является транспортная лента. Работники же оснащаются простейшими, дополнительными и вспомогательными устройствами – мини-грабли, нож-секач и пр.

Недостатки подхода:

- необходимость использования ручного труда, соответственно более высокие требования к технике безопасности;
- неполное извлечение различных фракций ТБО (извлечение мелких составляющих фракций в этом методе также нецелесообразно).

Выбор схемы сортировки ТБО (раздельная или централизованная) и определение необходимого числа сортируемых компонентов, их фракций зависит от местных факторов и поставленных целей. Из приведенного анализа преимуществ и недостатков предлагаемого метода видно, что такой подход вряд ли возможен при большом объеме ТБО, т.к. для сортировки потребуются значительные людские ресурсы. При высоком уровне заработной платы экономическая эффективность метода также окажется достаточно низкой. Поэтому такой метод может оказаться экономически малоэффективным для крупных городов. В то же время для городов с численностью населения до 1 млн. человек он может, по нашему мнению быть приемлем.

Экономическая эффективность такой линии сортировки мусора зависит от :

- стоимости извлечённых ценных компонентов ТБО;
- наличия спроса на подготовленные ценные компоненты ТБО, т.е. наличия в регионе производственной базы по переработки ВМР и ВЭС.

Последние способствуют увеличению инвестиционной привлекательности.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. ГОСТ 30772-2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения.
2. *Шубов Л.Я.* и др. Концепция управления твёрдыми бытовыми отходами.- М.:НИИЦПУРО,2000
3. *Черп О.М. Винниченко В.Н.* Проблема твёрдых бытовых отходов: комплексный подход.- М.:Эколайн,2016. - 48 с.

РЕГЕНЕРАЦИЯ ОТРАБОТАННЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

А.С. Зубарева, Т.Ф. Дорошенко

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

В докладе рассмотрена проблема касающаяся повторного использования отработанных промышленных отходов. Выполнен анализ биотестирования отработанных промышленных отходов (на примере ООО НПО «Ясиноватский машиностроительный завод»).

Ключевые слова: РЕГЕНЕРАЦИЯ, ПРОМЫШЛЕННЫЕ ОТХОДЫ, ПЕРЕРАБОТКА.

The report deals with the problem of the recycling of industrial waste. The analysis of biotesting of waste industrial wastes is carried out (on an example of Open Company NPO "Yasinovatsky machine-building factory").

Keywords: REGENERATION, INDUSTRIAL WASTE, PROCESSING.

Регенерация промышленных отходов - это действие, приводящее к восстановлению отходов до уровня вторичного сырья или материала для повторного использования по прямому назначению, в соответствии с действующими потребностями. Регенерация отходов из отработанных формовочных смесей в данное время является одним из актуальных способов снижения затрат на производство отливок и снижения экологического ущерба, вызываемого вывозом отработанной формовочной смеси в шлакоотвал.

Проблеме переработки отходов всегда уделялось особое внимание. В процессе работы был проведен качественный анализ отходов шлакоотвала ООО НПО «Ясиноватского машиностроительного завода» (табл. 1).

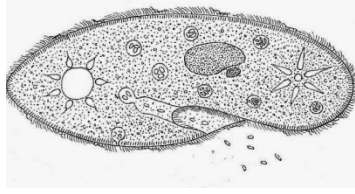
Таблица 1 - Качественная характеристика отходов

№	Отходы литейного производства	Наименование
1	Отработанные формовочные и стержневые смеси	$\text{SiO}_2, \text{AlO}_3, \text{CaO}, \text{FeO}, \text{Na}_2\text{SiO}_3$
2	Шлаки металлургического передела	$\text{CaO}, \text{FeO}, \text{Fe}_2\text{O}_3, \text{AlO}_3$
3	Промышленные отходы	Гарь от вагранок, шлак и пыль очистных установок, бой сифонного припаса. $\text{SiO}_2, \text{CaO}, \text{AlO}_3, \text{Fe}_2\text{O}_3$.

Проведен метод биотестирования по хемотоксичности реакции равноресничных инфузорий и по изменению численности клеток зеленых протококковых водорослей (табл. 2). Метод хемотоксичности реакции равноресничных инфузорий заключается в фракционном извлечении остатков пестицидов из почв: с помощью водной экстракции – водорастворимых токсикантов и с помощью органического растворителя – остатков ДДТ (дихлор дифенил трихлорметилметан) с последующим испарением растворителя, переводом экстракта в коллоидное состояние в воде с применением поверхностно – активного вещества (ПАВ) и последующего биотестирования на инфузориях *Paramecium caudatum* по тест – реакции скорости сокращения выделительных вакуолей. Метод изменения численности клеток зеленых протококковых водорослей заключается в установлении различия между интенсивностью роста водорослей в анализируемой

пробе (опыт) и культуральной среде (контроль). Критерием токсического действия является снижение на 50% и более численности клеток водорослей в опыте по сравнению с контролем за 72 ч биотестирования (условно «острая токсичность») и 7 суток (условно «хроническая токсичность»).

Таблица 2 - Результаты биотестирования материала шлакоотвала

Метод биотестирования	По хемотоксичности реакции равноресничных инфузорий	По изменению численности клеток зеленых протококковых водорослей
Тест-объект	<i>Paramecium cfudatum</i> 	<i>Scenedesmus quadricauda</i> 
Реакция среды, рН	7,08	7,08
Кратность разведения водной вытяжки	1 (без разведения)	-
Индекс токсичности	0,36	-
Погрешность методики	0,02	-
Продолжительность наблюдения	-	96 часов
Степень токсичности	Допустимая степень токсичности	Нетоксична
Класс опасности отхода	5 класс (практически не опасный)	5 класс (практически не опасный)

Согласно данным проведенного анализа, в том числе включая биотестирование двумя тест-объектами: по хемотоксической реакции равноресничных инфузорий и по изменению численности клеток зеленых протококковых водорослей, материала шлакоотвала ООО НПО «ЯМЗ» можно отнести к отходам 5 класса опасности.

Принимая во внимание небезопасность отхода для окружающей природной среды, определенную на основании результатов комплексных лабораторных исследований, его совокупные свойства, агрегатное и морфологическое состояние, а так же концентрацию отдельных составляющих компонентов отхода, предлагается регенерация материала шлакоотвала ООО НПО «Ясиноватский машиностроительный завод» по трем альтернативным направлениям:

- как дешевый и безопасный в обращении материал для планировки местности и производства дорожно-строительных работ, в частности, при ремонте и укладке твердых покрытий, закладке фундаментов, уравнивании ям, засыпке канав, оврагов и выработанных карьеров.

- как добавку в сырье для производства вязких и строительных материалов, а также низкомарочных сортов цемента, блоков, бетона, кирпича, шлакоблоков и т.д.

- в качестве инертного нетоксического материала для засыпки на полигонах ТБО (твердых бытовых отходов).

Не смотря на то, что материал шлакоотвала отнесен к пятому классу опасности, он все же оказывает негативное воздействие на окружающую природную среду:

атмосферные воды вымывают из него вредные вещества, загрязняя тем самым почвы, грунтовые и подземные воды.

Разработана концепция по переработки шлакоотвала ООО НПО «Ясиноватский машиностроительный завод», как техногенного месторождения полезных ископаемых, выбор основного оборудования для дробления и размола, обоснование гравитационного способа разделения дробленого шлака на оксидную и металлическую (в том числе немагнитную) составляющие, использование металлической составляющей материала шлакоотвала для переплавки и дальнейшего использования, а оксидной составляющей для производства дорожных или строительных изделий.

Для получения дополнительного дохода на ООО НПО «Ясиноватский машиностроительный завод» предлагается песок и щебень, полученный в результате сортировки отработанной формовочной и стержневой смеси, продавать сторонним организациям, а металл возвращать в собственное производство для снижения затрат при закупки сырья. Был проведен приблизительный расчет экономического эффекта от проведения этих мероприятий.

Таблица 3 - Ориентировочный ежегодный экономический эффект от реализации отсортированной продукции при переработке формовочной и стержневой смесей.

Наименование	Количество, %	Количество, т/год	Предполагаемая стоимость, руб/т	Доход от реализации вторичного сырья, руб.
Песок	75	32415,28	100	3 241 528
Щебень	20	8643,60	100	864 360
Металл	5	2160,15	3000	6 480 450
ВСЕГО:				10 586 338

Как видно из таблицы (табл. 3), переработка отходов позволит ООО НПО «Ясиноватскому машиностроительному заводу» получить прибыль от продаж вторичного сырья сторонним организациям в размере 4 105 888 руб., а также сэкономить при покупке металла для изготовления продукции 6 480 450 руб. При этом суммарный экономический эффект составит около 11 млн. руб.

Таким образом, регенерация отходов литейного производства не только необходима с экологической точки зрения, поскольку минимизирует негативное воздействие на окружающую среду и позволяет более рационально использовать ресурсы, но и весьма выгодна и перспективна с точки зрения экономики.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Центр Российского регистра гидротехнических сооружений и государственного водного кадастра МПР России, ВНИРО Госкомрыболовства, УНИИ экологических проблем Минэкоресурсов Украины.* Руководство по определению методом биотестирования токсичности вод, донных отложений, загрязняющих веществ и буровых растворов.

2. *Сорокин, Ю.В.* Основные направления переработки и использования сталеплавильных шлаков. Шлаки черной металлургии. Труды. Урал НИИЧМ, том 37, Свердловск, 1980, с. 17-21

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНЫХ ВАРИАНТОВ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ СТРОИТЕЛЬСТВА И ДЕМОНТАЖА

М.П. Гаркушина, Т.С. Башева

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

В докладе рассмотрены варианты обращения с отходами бетона. Изучен жизненный цикл отхода и на основании этого выбран наиболее оптимальный вариант управления с ним.

Ключевые слова: ОТХОДЫ СТРОИТЕЛЬСТВА, БЕТОН, РЕЦИКЛИНГ, ЗАХОРОНЕНИЕ, ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ.

The report discusses waste management options concrete. Studied the life cycle of waste and on this basis, selected the most optimal variant of control with it.

Key words: WASTE, CONSTRUCTION, CONCRETE, RECYCLING, LANDFILL, LIFE CYCLE.

В общем понимании увеличение количества строительных отходов при сносе и демонтаже зданий и сооружений, зависит от такого фактора, как темпы общего строительства. Однако, на территории Донбасса в настоящее время преобладает иной фактор, способствующий увеличению количества отходов, - военные действия. В настоящий момент образовалось большое количество строительных отходов в следствии разрушения зданий и сооружений. Поэтому остро возникла необходимость решать проблему утилизации отходов. В дополнение к накопленным отходам в ближайшее время могут добавиться отходы со строительных площадок в связи с проведением восстановительных работ, которые предполагают строительство новых жилых зданий и восстановление разрушенных. Основная доля строительных отходов приходится на отходы бетона. Таким образом, *целью работы* является: изучение и определение оптимального варианта обращения с отходами бетона.

Для эффективного управления отходами необходимо иметь представление о всех этапах движения этого отхода. В этом помогает анализ жизненного цикла отходов. Концепция жизненного цикла используется в большинстве экологических исследований Америки, Европы, Швейцарии, как инструмент оценки малоотходности и ресурсосбережения [1]. Жизненный цикл по существу характеризует отрасль управления отходами, определяя, в зависимости от стадии «жизни» отхода, наиболее приемлемый способ обработки.

Существует несколько вариантов обращения с отходами бетона (рисунок 1).

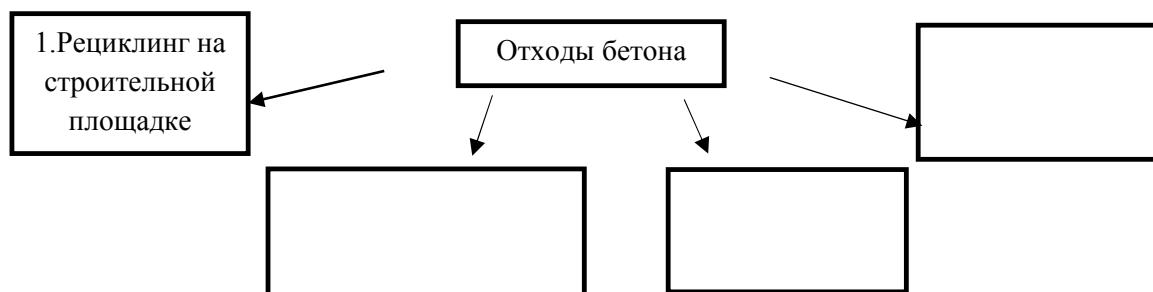


Рис. 1- Варианты обращения с отходами бетона

Наиболее перспективным и экологически чистым вариантом является рециклинг на строительной площадке. Согласно концепции ЕС по управлению и обращению с отходами до 2020 года уровень рециклинга должен составлять 70%. На данный момент в Германии, Бельгии, Дании, Швеции и Нидерландах рециклинг достигает 62%, США – 31%. В России перерабатывается только – 8%, большая часть подлежит захоронению на полигонах. [2] Исследования показали, что 75% отхода бетона признаются годными к повторной переработке. То есть практически три четверти бетона, который раньше признавался лишь никуда не годным мусором и прямым отправлялся на свалку, в наше время можно вновь использовать в строительстве, зачастую на той же площадке, где сносилось здание. Многие строительные организации создают собственный производственный комплекс: после сноса здания строительный мусор не вывозится на специальные свалки, а перерабатывается. С помощью специального навесного оборудования – гидромолота или гидроножниц, цепляемого к экскаватору, остатки бетонных конструкций измельчаются. Затем в дело вступает передвижной дробильный комплекс. Особый плюс такого комплекса – возможность извлечения металлического сора уже в процессе дробления. В дробильный бункер встроены специальные сепараторы – по сути большие магниты, которые и выделяют остатки арматуры и прочие металлические включения. Полученный щебень зачастую даже не делится на фракции, а используется тут же – как прослойка для фундамента и как заполнитель для бетонных растворов. Около 50-60% от общей массы щебня, необходимого на строительство объекта, можно заменить вторичным, переработанным бетонным щебнем. А использование мобильного оборудования позволяет создать рециклинг, то есть замкнуть строительное производство, используя отходы.

Положительные аспекты рециклинга бетона на строительной площадке:

- получение качественного и дешевого сырья для изготовления новых стройматериалов;
- не осуществляется транспортировка отходов, в результате которой выбрасываются CO, CO₂, SO₂, NO₂, сажа, CnHm, бензапирен.

Негативные аспекты:

- выделение пыли в процессах сортировки и дробления отходов;
- загромождение места на строительной площадке;
- шум от мобильных установок.

Второй вариант применяют при наличии больших объемов отходов либо если нет необходимости применения отходов в строительном процессе. На заводах по переработке широкое распространение получила технология переработки бетона на линиях, оснащенных установками первичного дробления УПН-7, УПН-10, УПН-12, СМЖ-541, а также вторичного дробления - СМД-108, СМД-109, устройство для извлечения арматурных изделий - магнитным отделителем, системой ленточных конвейеров и бункеров - накопителей готовой продукции.

Переработка бетонных отходов на специализированных технологических линиях производится в такой последовательности:

- 1) на колосниковом столе установки первичного дробления с помощью циклично опускающейся и поднимающейся ножевой балки копра пресса дробится бетонный лом или железобетонные изделия;
- 2) раздробленный бетон, направляемый отбойными боковыми листами через колосники, попадает на ленточный конвейер;
- 3) оставшаяся на столе арматура снимается краном такелажным способом, прошедшие через колосниковый стол куски арматурной стали, извлекаются из массы дробленого бетона;

4) отделенные от арматуры куски бетона с максимальной крупностью 250 мм по системе ленточных конвейеров поступают на установку вторичного дробления;

5) затем дробленый материал с фракцией 0...50 мм по ленточному конвейеру подается в бункеры-накопители, оснащенные шиберными затворами с электрическим приводом. [3]

Положительные аспекты переработки бетона на специализированных заводах:

- переработка большого количества мусора;
- переработанный отход можно применять в разных сферах, экономическая выгода.

Негативные аспекты:

- необходима транспортировка отхода (при которой выбрасывается: CO, CO₂, SO₂, NO₂, сажа, CnHm, бензапирен);
- шум от перерабатывающих установок.

На данный момент преобладает третий вариант обращения с отходами бетона. В России захоронение составляет - 85%. [2] Образовавшийся отход после образования на строительной площадке вывозят на полигоны.

К положительным аспектам вывоза на полигоны и захоронения относится не высокая стоимость метода.

К негативным аспектам:

- захламление территории;
- при неправильном захоронении возможно загрязнение гидросферы, а также почв;
- необходимость транспортировки отходов.

Еще один вариант - передача отходов специализированным фирмам. Согласно Федеральному закону от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» собственник отходов в праве отчуждать отходы, передавать, право владения, пользования или распоряжения этими отходами только лицу с лицензией на осуществление деятельности по использованию, обезвреживанию, транспортированию, размещению отходов. Следовательно, за оценкой жизненного цикла будет следить фирма, получившая на них права.

Так как на нашей территории проходят военные действия, в следствии которых разрушенные здания и дома подлежат немедленному восстановлению самым оптимальным вариантом является рециклинг на строительной площадке. Отходы будут тут же переработаны и задействованы в новом строительстве. Этот вариант так же экономически выгоден, так как не требует нового сырья и затрат на транспортировку.

С экологической точки зрения этот вариант так же является самым оптимальным, отходы не будут захламлять территорию и при транспортировке вредные вещества не будут выделяться.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Тулохонова А.В. Оценка жизненного цикла в управлении отходами. [Электронный ресурс] /А. В. Тулохонова // Научная электронная библиотека. - Режим доступа:<https://monographies.ru/ru/book/section?id=8043>.

2. Система управления отходами в странах ЕС. [Электронный ресурс] // Министерство экологии и природных ресурсов Нижегородской области.2011-2017 - Режим доступа: <http://waste-nn.ru/sistema-upravleniya-othodami-v-stranah-es>

3. Гусев Б.В. Вторичное использование бетонов/ Б. В. Гусев, В.А Загурский. – Москва: Стройиздат,1988. -95с.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ТВЕРДЫМИ БЫТОВЫМИ ОТХОДАМИ И ТЕНДЕНЦИИ ИХ РЕШЕНИЯ

К.И. Лубе, В.О. Григорьева, Е.С. Матлак
Донецкий национальный технический университет

В докладе рассмотрена проблема обращения с твердыми бытовыми отходами, ее решение при помощи традиционных методов и кризисные последствия в результате использования данных методов. Проанализированы возможные тенденции альтернативного решения проблемы и выдвинута новая модель управления обращением с ТБО.

Ключевые слова: ТВЕРДЫЕ БЫТОВЫЕ ОТХОДЫ, ГЕТЕРОГЕННАЯ СМЕСЬ, ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УЩЕРБ, КРИЗИС, ПОКОМПОНЕНТНОЕ РАЗДЕЛЕНИЕ

In the report considers the problem of handling solid domestic waste, its solution using traditional methods and the crisis consequences resulting from the use of these methods. The possible trends in the solution of the problem are analyzed and a new model of management of solid waste management is put forward.

Keywords: SOLID DOMESTIC WASTE, HETEROGENEOUS MIXTURE, ECOLOGICAL AND ECONOMIC DAMAGE, CRISIS, COMPONENT SEPARATION

Количество твердых бытовых отходов (ТБО) составляет всего 10 % от общего объема твердых отходов в мире. Однако, несмотря на такую существенную разницу, внимание к проблеме твердых отходов приковано не на твердых промышленных отходах (ТПО), а на твердых бытовых отходах. Это обусловлено следующим.

Во-первых, имеет место экспоненциальный рост образования ТБО. Ежегодно в мире образуется около 400 млн. тонн ТБО, каждый человек создает, в среднем, 300 кг/год отходов. Эти отходы нужно ежедневно удалять, что создает проблемы для жилищно-коммунального сектора.

Во-вторых, проблема ТБО имеет, как айсберг, видимую (указанную выше) и невидимую (косвенную) части. Скрытая (косвенная) часть проблемы количественно большая, нежели ее видимая составляющая из-за связи между объемами ТБО и ТПО:

подсчитано, что каждой тонне ТБО соответствует пять тонн промышленных отходов на стадии изготовления продукции и двадцать тонн на стадии добычи первичного сырья. Следовательно, увеличение бытовых отходов является первопричиной накопления промышленных отходов, что обуславливает необходимость сосредоточить внимание, прежде всего, на решении проблемы ТБО.

В-третьих, имеет место причинение обществу эколого-экономического ущерба при использовании традиционных методов и технологий решения проблемы обращения с отходами, а именно:

- захоронения отходов на полигонах и стихийных свалках;
- открытого (пламенного) сжигания на мусоросжигательных заводах (МСЗ);
- компостирования на мусороперерабатывающих заводах (МПЗ).

Как показал опыт, все перечисленные технологии оказались кризисными, из-за их высокой экологической опасности, а также высокой стоимости (особенно мусоросжигательных заводов) [1]:

Кризис “свалок” (полигонов). Несмотря на кажущуюся простоту и дешевизну полигонов, имеет место длительное (50-100 лет) изъятие огромных площадей земли из хозяйственного оборота и их экологическая опасность, обусловленная образованиями

токсичных выбросов, проникающих в почву и подземные воды, а также введением парникового и пожароопасного “свалочного” газа (CH_4 , CO_2 , диоксины и др. компоненты).

Кризис “свалок” послужил толчком для развития в мировой практике “активных” методов обезвреживания ТБО: пламенного сжигания на МСЗ и компостирования на МПЗ.

Кризис МСЗ. На основании концепции “Waste to energy” (“Отходы в энергию”) ТБО стали рассматриваться как важный источник возобновляемой энергии в процессе их сжигания в специальных печах на МСЗ. Однако концепция оказалась ошибочной из-за двух крупных недостатков:

- высоких капитальных затрат на строительство МСЗ, необходимости их оснащения сложной и дорогостоящей (до 50 % стоимости завода) системой очистки выбросов в атмосферу;
- экологической опасности метода сжигания из-за выделения высокотоксичных диоксинов и тяжелых металлов.

В настоящее время сжигание не рассматривается как “базовая” технология обращения с отходами. Ее принимают, когда другие методы полностью исчерпаны. Предпочтительной является возможность сохранения энергии, сосредоточенной в отходах за счет вторичного использования и переработки отходов.

Кризис МПЗ. Попытки переработки органосодержащих ТБО путем их компостирования на МПЗ не увенчались успехом из-за серьезных недостатков:

- экологических: невозможность получения чистоты компоста вследствие наличия в нем тяжелых металлов, выделение вредных газов и наличие некомпостируемого остатка (до 30-40%), который надобно захоронять или сжигать;
- экономических: высокие капитальные и эксплуатационные расходы, необходимость дополнительной подготовки для приобретения товарного вида (гранулирование и др.)

Таким образом, проблема ТБО требует такого решения, которое позволит, во-первых, обеспечить санитарную чистоту городов, а следовательно их экологическую безопасность, а во-вторых, снизить ресурсопотребление первичного природного сырья за счет вовлечения в хозяйственный оборот ценных компонентов морфологического состава ТБО.

Реализация поставленных задач возможна лишь с помощью новой модели управления обращением ТБО, выстраиваемой в соответствии с генеральной стратегической линией решения проблемы ТБО в мировой практике – максимально возможное сокращение потока отходов на захоронение на полигонах, сжигание на МСЗ и компостирование на МПЗ.

Как известно [2], по своему составу ТБО представляют собой гетерогенную смесь, состоящую из различных по свойствам, крупности и степени опасности компонентов: пищевые и растительные отходы 20 – 30%, макулатурообразующие компоненты 20 - 25%, пластмассы ~ 10%, стекло 3 – 5%, текстиль 3 – 5%, черные металлы 3 – 4%, цветные металлы 0,4 – 0,5%, по 1 – 2% - дерево, кожа, резина, камни, керамика, кости; 10 – 15% приходится на прочие отходы и так называемый отсев (фракцию – 20мм переменного состава).

Наличие перечисленных компонентов позволяет рассматривать ТБО как техногенное образование, достойное для использования после соответствующей обработки в различных отраслях народного хозяйства.

Поиск решения проблемы обращения с отходами должен осуществляться комплексно с учетом концептуальных положений стратегии устойчивого развития,

принятой на КОСР – 2 (г. Рио - де - Жанейро, 1991год), на основе системного, синергетического, информационного и культурологического подходов, использование которых изменяет отношение к отходам, позволяет их рассматривать, по выражению акад. В.Н.Ласкорина, как недоиспользованное сырье («продукция незавершенного производства»), т.е. как источник постоянно пополняемых вторичных материально – сырьевых и топливно – энергетических ресурсов (ВМР и ВЭР). Речь идет об организации техногенного круговорота веществ, в котором первичное сырье будет затрачиваться только на восполнение потерь и расширение объемов производства, а вторичное сырье станет основным для промышленного производства.

Изложенный подход имеет двойное значение: во-первых, очистка биосферы от загрязнений, во – вторых, экономия ограниченных природных ресурсов, уменьшение их истощения.

Учитывая гетерогенность состава и коммерческую ценность ТБО, необходимо научиться их разделять на два потока («сухие» и «влажные») вручную у источника образования (жилых зданий, общественных заведений и др.), а затем дополнительно сортировать техническими способами и в случае необходимости дополнительно подвергать обработке путем изменения формы и физико – химических свойств для последующего использования или переработки в готовую продукцию на базовых предприятиях.

Изложенные представления коррелируют с подходом, названным Р.Мюрреем «Zero Waste», который имеет два значения [3]:

- «ноль отходов»;
- «нет потерь»;

В объединении этих двух значений и заключается новый принцип отношения к отходам. В соответствии с этим принципом отходы следует рассматривать как сосредоточение ценных ресурсов, вовлечение которых в хозяйственный оборот взамен первичных материалов позволит предотвратить надвигающийся экологический кризис, так как имеет место:

- минимизация образования отходов на всем протяжении жизненного цикла продукции;
- извлечение всех ценных сырьевых компонентов для последующего использования.

В условиях истощения мировых сырьевых ресурсов крайне нерационально как с экономической, так и с экологической точек зрения, закапывать в землю готовое сырье пригодное для использования.

Главной проблемой использования такого сырья становится его покомпонентное разделение, поскольку в смеси оно практически непригодно для переработки.

Учитывая невозможность полноценной технической сортировки «грязных» отходов, приоритетным становится отдельный сбор отходов на этапе их образования. Только реализация этого требования в новой модели обращения с ТБО облегчит жизнеспособность последней на практике.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Голубенко А.Л., Гребенкин С.С., Матлак Е.С. и др. Технологические и организационные аспекты комплексного использования ресурсов угольных месторождений: монография / А.Л. Голубенко, С.С. Гребенкина. Под общ. ред. – Д.: «ВИК», 2010 – 519стр.

2. Ганнова Ю.Н., Калинин О.Н., Панасенко А.И. Технология обращения с твердыми бытовыми отходами / Ю.Н. Ганнова, О.Н. Калинин, А.И. Панасенко. – Х.: изд. НТМТ, 2016г. – 219с.

3. Мюррей Р. Цель – Zero Waste (Перев. с англ.) – М.ОМННО «Совет Гринпис», 2004 г.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ ТЭС

В.А. Багмет, С.П. Высоцкий

АДИ ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»

Рассмотрены способы глубокой переработки золошлаковых материалов и получение микросфер. Применение полученных материалов в хозяйственной деятельности для получения значительного экономического эффекта.

Ключевые слова: МИКРОСФЕРЫ, ЗОЛОШЛАКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ЗОЛА-УНОС

The methods of deep processing of ash and slag materials and obtaining microspheres are considered. Application of the received materials in economic activity for reception of significant economic effect.

Key words: MICROSPHERES, POTASSIUM MATERIALS, FLY ASH

Существует проблема использования золошлаковых материалов, которые образуются на ТЭС при сжигании углей. ТЭС работают на угле, с содержанием до 63% минеральных компонентов. При его сжигания 1200 – 1700 °С образуются твердые отходы в виде золы уноса и шлака. В золу уноса переходит приблизительно 80 % минеральной части угля. Остальное улавливается в циклонах и на электрофильтрах, а до 20 % переходит в шлак. Он накапливается в шлаковых бункерах под топкой. Затем методами гидроудаления золу и шлаки перемещают на золоотвалы, где они складываются и хранятся на открытом воздухе.

С позиции рационального природопользования золошлаковые материалы представляют собой добытое из недр земли, перемещенное на другую территорию и недоиспользованное сырье, способное обеспечить многие нужды промышленности. Известно, что зола на 98 % состоит из Al, Si, Fe, O, Ca, Ti, Mg, S, K, Na. Эти элементы называют золообразующими (микроэлементами). Практически все остальные элементы присутствуют в золе на уровне 0,1 % и менее.

После сжигания угля в котле образуются зола и шлаки (минеральная, несгорающая часть). Дымовыми газами уносятся пылевидные частицы. Это так называемая зола уноса. Она улавливается воздушными фильтрами или электрофильтрами, затем накапливается в бункерах.

На переработку уходит практически вся зола уноса. Зола уноса — это готовый мелкодисперсный материал. Который имеет очень хорошие вяжущие свойства, что дает возможность его использовать в строительстве. От марки угля зависит качество и количество золы на выходе. Зольность разных сортов, имеет разные значения. Она может варьироваться от 8 до 50%.

Зольные микросферы образуются при высокотемпературном факельном сжигании угля. Микросферы из энергетических зол по своим свойствам близки к полым микросферам, которые получают из расплавов промышленными методами. Важным является то, что стоимость полых микросфер из золы в несколько раз ниже, чем тех, которые получают промышленными методами.

Микросферы обладают уникальными свойствами: низкая плотность, малые размеры, сферическая форма, химическая инертность, диаметр меняется от 5 до 500 мкм, высокая твердость и температура плавления. Газовая фаза, законсервированная внутри микросфер состоит в основном из азота, кислорода и оксида углерода. Обуславливают широчайший спектр применений в современной промышленности. Изделия в которые добавлены микросферы обладают повышенной износостойкостью,

легкостью и высокими изоляционными свойствами. Коэффициент теплопроводности предопределяет их использование в качестве теплоизоляционного материала. Сферическая форма микросферы требуется меньше смол, крепителя, воды и т.д., чем для другого формового наполнителя. Это снижает расход смол или крепителя, что дает возможность использовать смеси с высоким содержанием твердой составляющей, а также снижает усадочную деформацию и часто сокращает затраты.

Область применения микросфер довольно широкая: от изготовления огнеупоров до тампонирования нефтяных и газовых скважин. Так как товар дорогостоящий и пользуется популярностью за рубежом, его можно отправлять на экспорт с целью получения дополнительного дохода для региона.

Основной состав зольных элементов в микросферах мы берем на примере Беловской ГРЭС.

Таблица 1 - Содержание элементов в зольных микросферах Беловской ГРЭС

Элемент	Si	Al	K	Ca	Fe	Ti
Содержание, %масс.	30	12	3,3	2,75	2	0,6

Размеры микросфер подчинены вероятностному распределению, что показано на рисунке 1.

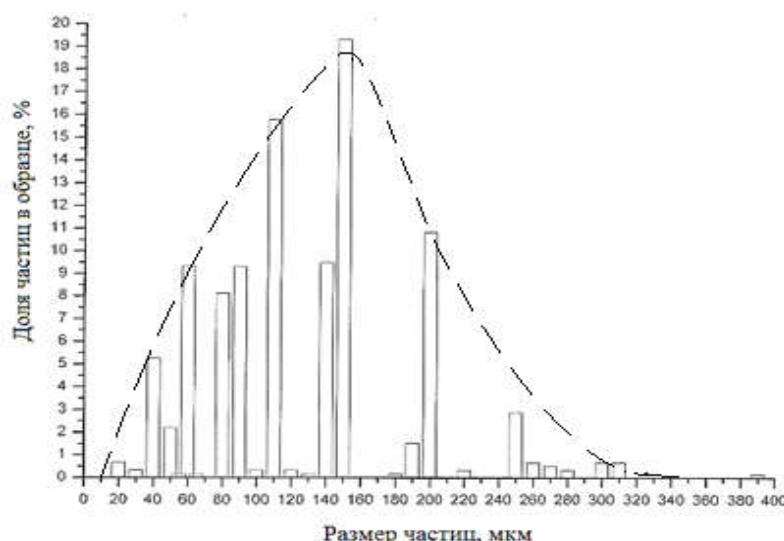


Рис. 1 - Распределение зольных микросфер по размерам

Используют несколько способов для глубокой переработки золы уноса. Для извлечения микроэлементов основного и амфотерного характера применяется кислотный способ переработки. Используют растворы минеральных кислот (H_2SO_4 , HCl , HNO_3). Вместе с магнитной сепарацией, восстановительно-окислительным и хлорирующим обжигом, применяют кислотное выщелачивание. Золу подвергают распределению, после мелкую фракцию меньше 1 мм делят магнитной сепарацией на магнитную и немагнитную, а выщелачивание каждой фракции ведут соляной кислотой в течении двух часов при температуре $105\text{ }^{\circ}C$ и плотности пульпы 40 %. Лучше всего металлы извлекаются из магнитной фракции. Основная масса неиспользованной золы которая подвергалась кислотному выщелачиванию требует дальнейшей переработки.

Также существует щелочное извлечение редких металлов. Для извлечения микроэлементов амфотерного характера используют различные щелочные растворы (NaOH, Na₂CO₃, NaHCO₃, NH₄OH). Таким способом извлекают дорогостоящий металл скандий из промежуточных продуктов бокситов на глинозем. Выщелачивание ведут 5-12 % раствором карбоната или гидрокарбоната натрия, обработку повторяют не менее трех раз, температура до 50 °С и временем обработки не менее двух часов. В образовавшийся раствор вводят гидроксид амфотерного металла-корректора, после осадок фильтруют, промывают, сушат и прокаливают.

Кислотный способ переработки золы, так же как и гидрощелочной, приводит к образованию не разложившегося остатка золы, который рекомендуется использовать в строительстве после соответствующей классификации и подготовки.

Существует комплексная переработка золы фторидным методом. Она заключается в том, что фтороводород взаимодействует с золой и переводит кремний, содержащийся в золе, в газообразное соединение – тетрафторсилан. При этом процессе происходит отделение соединений кремния от основной массы вещества, содержащихся в золе. Тетрафторсилан поглощают раствором фторида аммония, затем раствор обрабатывают избытком аммиака, что бы выделить высокодисперсный диоксид кремния. Из остатка золы постфторидной обработки получают ряд важных продуктов.

Из рассмотренных методов переработки и использования золы ТЭС наибольшие перспективы имеет фторидный способ. Он позволяет наиболее полно переработать золу и получить целый ряд ценных продуктов, высоко востребованных в промышленности. Такими продуктами являются белая сажа (применяется в производстве автомобильных и авиационных шин), криолит (сырье для получения алюминия) и концентрат редкоземельных элементов. Последний может быть переработан с получением дорогостоящих иттрия, скандия и церия, необходимых в радиоэлектронике и приборостроении. Большим достоинством фторидной технологии является то, что она позволяет переработать золу без образования новых отходов, что отвечает современным экологическим требованиям, предъявляемым к утилизационным технологиям.

Применение золошлаковых материалов в хозяйственной деятельности приведет к значительному улучшению экономики. Это будет обусловлено тем, что сырье в регионе станет более дешевым, уменьшатся издержки на размещение отходов производства, повысится качество, а затем и надежность продукции, применение более эффективных технико-экономических решений.

Следовательно, можно сделать вывод, что использование глубокой переработки золы ТЭС позволит увеличить получения редких металлов. Увеличить список высокотехнологичной продукции, которая используется в разных отраслях строительства. Так же это приведет к значительному улучшению экологического эффекта и экономического эффекта в конкретном регионе.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Данилин, Л.Д. Полые микросферы из зол-уноса – многофункциональный наполнитель композиционных материалов / Л.Д. Данилин, В.С. Дрожжин, М.Д. Куваев и др. // Цемент и его применение. – 2012. - № 4. – С. 100-105.
2. Самороков, В.Э. Использование микросфер в композиционных материалах / В.Э. Самороков, Е.В. Зелинская // Вестник ИрГТУ – 2012. – Т. 68. - № 9. – С. 201-205.
3. Адеева, Л.Н. Борбат, В.Ф. Зола ТЭЦ – перспективное сырье для промышленности / Л.Н. Адеева, В.Ф. Борбат // Вестн. Ом. ун-та. 2009. № 2. С. 144 – 151.

ОГНЕУПОРНЫЕ ПОКРЫТИЯ ЗАЩИТНОГО ДЕЙСТВИЯ ДЛЯ ТЕПЛОВЫХ АГРЕГАТОВ РАЗЛИЧНОГО ТИПА

О.С. Завгородняя, А.Ю. Шевченко

Донецкий национальный технический университет

В работе исследовано влияние состава защитных огнеупорных покрытий тепловых аппаратов на их свойства (плотность, пористость, водопоглощение, усадку, термостойкость, предел прочности на сжатие).

Ключевые слова: ОГНЕУПОРНЫЕ ПОКРЫТИЯ, ЗАЩИТА ФУТЕРОВКИ, ЗАПОЛНИТЕЛЬ, ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗКА, ТЕРМОСТОЙКОСТЬ, ПЛОТНОСТЬ, ПОРИСТОСТЬ

The effect of the composition of protective refractory coatings of thermal apparatus on their properties was investigated in this work (such properties as: density, porosity, water absorption, shrinkage, heat resistance, compressive strength).

Keywords: REFRACTORY COATINGS, PROTECTION OF FACING, FILLER, CHEMICAL BINDER, THERMAL RESISTANCE, DENSITY, POROSITY

В связи с интенсивным развитием научных и технических процессов, требования, предъявляемые к конструкционным материалам, для обеспечения наибольшей производительности аппаратов, беспрестанно растут. Тепловые агрегаты длительное время могут использоваться в условиях резких колебаний температуры, воздействию агрессивных сред, эрозионного и коррозионного износа, все это негативно сказывается на сроке их службы, а также качестве выпускаемой продукции. Как показывает практика, применение качественных, а, следовательно, и более дорогих материалов для кладки производственных печей не всегда возможно или целесообразно, вследствие чего обычно используют более дешевые изделия, которые менее устойчивы к действию различных разрушающих факторов. Как правило, это приводит к быстрому износу футеровки аппаратов и увеличению отходов (большая часть которых идет в отвалы), а, следовательно, повышается расход исходных сырьевых компонентов на производство новых материалов для кладки печей.

Данная работа направлена на исследование влияния различных добавок на свойства огнеупорных покрытий, используемых для продления срока службы футеровки промышленных печей и других тепловых агрегатов, а также, на изучение возможности рекуперации технологических отходов в производстве защитных покрытий, с целью уменьшения образования производственных отходов и более рационального использования природных ресурсов.

Огнеупорные покрытия представляют собой порошки из различных огнеупорных материалов определенной зернистости, в которые для связывания вводят различные добавки. Эти покрытия наносят на рабочую поверхность огнеупорной футеровки методом торкретирования при помощи специальных аппаратов, а в отдельных случаях вручную в виде обмазок, для предохранения их от преждевременного износа при воздействии шлаков и других разрушающих реагентов, а также для ремонта повреждений кладки, как во время остановок, так и в процессе эксплуатации печных агрегатов, что в целом способствует продлению срока службы кладки [1]. Толщина слоя обмазки должна составлять 4 – 7 мм. При большей толщине покрытие может растрескаться в процессе сушки и отпасть, при меньшей толщине понижается ее стойкость. Схватывание и твердение обмазок происходит в результате высыхания и спекания массы при нагреве. Состав и зернистость покрытий определяются способом

их нанесения, родом ремонтируемой или защищаемой ими кладки и условиями службы. В составах масс содержится заполнитель с зернами размером менее 2 мм и при содержании тонких фракций менее 0,2 – 0,5 мм порядка 50 %, химическая связка, пластификатор и вода. Огнеупорный заполнитель обычно подбирают по аналогии с природой защищаемой кладки. Пластификаторами являются бентониты или пластичные огнеупорные глины, вводимые в количестве 5 – 10 %. Химической связкой могут служить вводимые в количестве 1 – 15 % растворимое стекло, хроматы, фосфаты, соли магния, шлаки, железистые добавки и др. Однако применение этих добавок допустимо лишь в тех случаях, когда понижение огнеупорных свойств массы не может ухудшить ее стойкость в службе [2].

Предъявляемые к покрытиям требования очень разнообразны. Во многих случаях от покрытия требуется комплекс свойств, обеспечивающих его длительную работу в условиях эксплуатации. Естественно, весь этот комплекс свойств трудно совместить в одном материале. Однако, при анализе соответствующей литературы [1, 3] можно сделать вывод, что при правильном подборе соотношения основных компонентов смеси обмазки и введении соответствующих добавок можно существенно повысить эксплуатационные свойства защитных покрытий.

В настоящее время проведены экспериментальные исследования покрытий на основе шамота и огнеупорной глины, используемых для ремонта кладки коксовых печей, с добавлением технического глинозема. Составы для приготовления обмазки приведены в таблице 1. В качестве вяжущего была использована фосфорная кислота с концентрацией 57 % в количестве 15 – 17 % (из расчета к массе сухих порошков).

Таблица 1 – Состав огнеупорного покрытия

Компоненты	Состав, масс. %			
	I	II	III	IV
Шамот	90	80	70	60
Глина огнеупорная	10	10	10	10
Глинозем	0	10	20	30

Огнеупорную обмазку готовят следующим образом. Сухую смесь тщательно перемешивают. Добавляют вяжущее и продолжают смешение до получения однородной смеси. Полученную обмазку наносят тонкими слоями на образцы огнеупоров при комнатной температуре.

Для определения качества исследуемых покрытий было проведено экспериментальное определение плотности, пористости, водопоглощения, усадки, термостойкости и механической прочности на сжатие.

При испытании образцов на термостойкость (способность покрытий выдерживать, не разрушаясь, резкие колебания температур), в лабораторных условиях используют метод определения по числу теплосмен до разрушения покрытия. Сущность метода заключается в том, что исследуемое покрытие нагревают до температуры 900 °С, выдерживают 5 – 10 минут, а затем охлаждают в течение 20 минут на воздухе, далее повторяют цикл. Все образцы показали хорошую термостойкость, выдержав не менее 20 циклов теплосмен (без образования каких-либо повреждений).

Для определения других свойств покрытий на прессе были изготовлены цилиндрические образцы размером примерно 20×20 мм того же состава и подвергнуты 30 минутной термообработке при 900 °С.

Методика определения открытой пористости и кажущейся плотности изделий состоит в следующем: предварительно высушенные и взвешенные испытуемые

образцы насыщают водой при кипячении в течение 45 минут, затем взвешивают насыщенные образцы на воздухе и гидростатическим взвешиванием в той же жидкости, которой они насыщены. По полученным результатам рассчитывают показатели плотности, пористости и водопоглощения.

Прочностные свойства покрытий оценивают по пределу прочности при сжатии, для этого цилиндрические образцы устанавливают в центр испытательного стола гидравлического пресса, вручную опускают верхнюю плитку до соприкосновения с образцом, включают пресс и плавно увеличивают нагрузку. Давление на образец прекращают, когда стрелка динамометра начнет возвращаться в первоначальное положение.

Результаты всех испытаний приведены в таблице 2 (средние арифметические значения из трех параллельных опытов).

Таблица 2 – Результаты испытаний огнеупорных покрытий

Состав	Показатели			
	водопоглощение, %	открытая пористость, %	плотность, г/см ³	прочность на сжатие, МПа
I	11,53	22,33	1,94	22,58
II	13,13	24,97	1,90	18,63
III	15,79	28,76	1,82	11,52
IV	19,23	33,49	1,74	8,87

Анализируя данные сводной таблицы, приведенные выше, можно отметить, что при увеличении содержания глинозема в составе покрытия пропорционально увеличивается его водопоглощение и пористость, а это в свою очередь снижает показатели плотности и прочности, что является нежелательным. Однако в ходе нанесения защитного покрытия различного состава было отмечено положительное влияние введенного глинозема: улучшилась удобоукладываемость массы, увеличивалась степень сцепления с поверхностью, а также уменьшалось время твердения. Все нанесенные покрытия имели удовлетворительную прочность при твердении на воздухе в течение суток и хорошую после двух часов сушки при 110 °С. После сушки и термообработки при 900 °С образцы цилиндрической формы не претерпевали объемных изменений и сохраняли свои размеры (отсутствие усадки является положительным свойством для покрытий).

Таким образом, можно сделать вывод, что введение глинозема рекомендуется только в том случае, если необходимо значительно увеличить огнеупорность или термостойкость защищаемого материала при высоких температурах службы, в иных случаях это является нецелесообразным.

В дальнейшем планируется расширить круг добавок с целью улучшения свойств уже существующих защитных покрытий, а также проработать возможность замены традиционных огнеупорных заполнителей техногенными продуктами.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Огнеупорное производство: В 2 т. Справ, изд. / Под ред. Д. И. Гавриша. – М.: Металлургия, 1965. – Т. 2 – 584 с.
2. Будников, П. П. Химическая технология керамики и огнеупоров / П. П. Будников. – М.: Стройиздат, 1972. – 552 с.
3. Демиденко, Л. М. Высокоогнеупорные композиционные покрытия / Л. М. Демиденко. – М.: Металлургия, 1979. – 216 с.

ПАЗИТОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД МАКЕЕВСКОГО ПУВКХ КП «КОМПАНИЯ «ВОДА ДОНБАССА»

Ю.А. Джембрий, Л.В. Чайка

Донецкий национальный технический университет

В работе представлены результаты исследования первичных проб осадков сточных вод с иловых площадок города Макеевки, выдержанных в течение 3-х месяцев, и полученных компостов. Установлено видовое разнообразие микробного населения осадков и компостов.

Ключевые слова: ОСАДКИ СТОЧНЫХ ВОД, АНАЛИЗ, КОМПОСТ, ГЕОГЕЛЬМИНТЫ

In the paper presents the results of a study of primary samples of sewage sludge from sludge sites in Makeyevka, aged for 3 months, and the resulting composts. Species diversity of the microbial population of precipitation and compost has been established.

Keywords: WASTEWATER SEDIMENTS, ANALYSIS, COMPOST, GEOGELMINTS

Одним из главных вопросов современности является безопасная утилизация отходов, которые накапливаются нарастающими темпами как следствие производства и хозяйственной деятельности человека. Одним из таких видов отходов являются осадки сточных вод (ОСВ) после канализационных очистных сооружений (КОС). ОСВ представляют твердую фракцию, состоящую из органических и минеральных веществ (сырой осадок) и комплекса микроорганизмов, участвовавших в процессе биологической очистки (избыточный активный ил) [1].

Несмотря на то, что они относятся к малоопасным отходам (IV класс), их хранение связано с негативными экологическими последствиями: изъятием плодородных земель, загрязнением подземных и грунтовых вод, атмосферного воздуха, а также ухудшением эпидемиологической обстановки. Для обеспечения благоприятного эколого-эпидемиологического состояния территорий, прилегающих к очистным сооружениям подобного типа, необходимо разрабатывать и внедрять технологии, позволяющие использовать ОСВ в качестве вторичного сырья в различных областях народного хозяйства.

Производственная деятельность КОС Макеевского ПУВКХ КП «Компания «Вода Донбасса» продолжается практически в течение 50-ти лет, в тоже время утвержденный срок действия иловых площадок закончился более 10 лет назад. Поэтому проблема утилизации накопленных отходов относится к одному из основных направлений разработки мероприятий по улучшению и сохранению экологически безопасной окружающей среды города Макеевки.

Одним из наиболее перспективных способов утилизации является использование осадков (отходов) в качестве нетрадиционных удобрений для поддержания почвенного плодородия и увеличения продуктивности почв [1].

К существенным недостаткам ОСВ следует отнести наличие значительных количеств возбудителей паразитарных заболеваний, представляющих опасность для здоровья населения. Численность микробного населения, как правило, варьируется в пределах 26-2360 шт./м³ [2].

В представленной работе даны результаты паразитологического исследования образцов осадков сточных вод канализационных очистных сооружений города Макеевки и компостов, приготовленных на их основе.

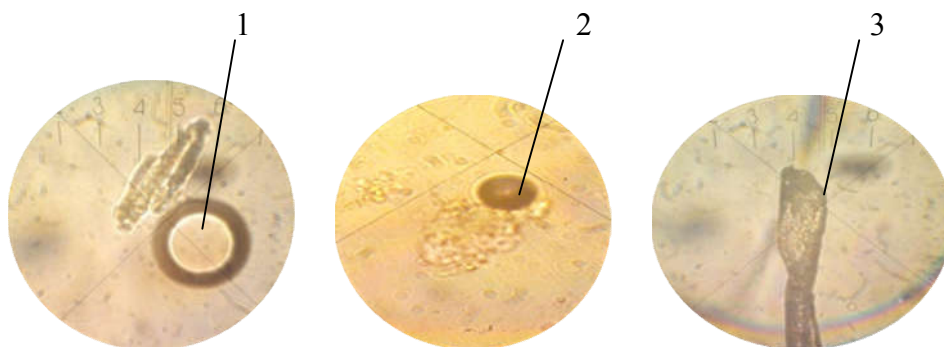
Согласно [3], инвазионные виды осадков сточных вод классифицируются на патогенные (возбудители брюшного тифа, паратифа А и Б, дизентерии, конъюнктивита, туберкулеза, полиомиелита) и условно патогенные (группа кишечной палочки, уробактерии, геогельминты).

Предварительный анализ проб ОСВ показал, что в их составе преобладает представитель группы условно-патогенных видов геогельминтов - аскарида человеческая (*Ascaris lumbricoides*) – возбудитель аскаридоза при абсолютном отсутствии представителей патогенной группы [4], поступающий в городские сточные воды с фекалиями.

Исследования паразитологического состава подготовленных проб на наличие яиц геогельминтов и цист патогенных простейших проводились в период с ноября 2016 по февраль 2017 года с использованием микроскопа МИН-8 при 600-кратном увеличении [5].

Как отмечалось в работе [4], в образцах, отобранных после проведения процесса очистки сточных вод, присутствовало значительное количество жизнеспособных яиц аскариды человеческой в пределах 4-60 тыс. экз./кг осадка, что позволило сделать вывод о невозможности использования в качестве исходного сырья для получения органоминерального удобрения (ОМУ) осадков после данного этапа очистки сточных вод.

Далее пробы были подвергнуты сушке в естественных условиях в течение 3-х месяцев и также исследованы на наличие и состояние яиц геогельминтов. На рисунке 1 приведены фотоснимки полученных результатов анализа.



1 – дегенерирующее яйцо аскариды; 2 – нежизнеспособное яйцо аскариды; 3 – жизнеспособный круглый червь

Рис. 1 – Яйца аскариды человеческой (*Ascaris lumbricoides*) и круглые черви (Nematoda)

Если учесть, что в «свежих» ОСВ, кроме яиц аскариды человеческой, были обнаружены яйца анкилостомы (*Ancylostoma caninum*) и экземпляры амёбы обыкновенной (*Amoeba proteus*) [4], то в образцах после 3-х месячной выдержки они отсутствуют.

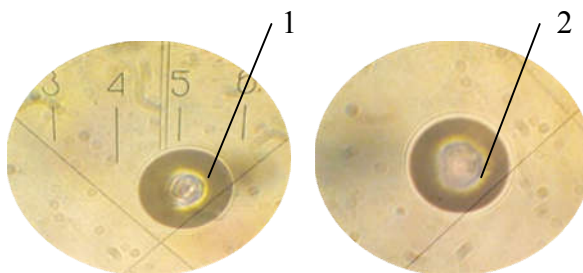
Согласно литературным данным [2], высыхание отходов на иловых площадках сопровождается процессом дегельминтизации, что было подтверждено и результатами наших анализов.

Было выполнено биотестирование осадка с влажностью 20 % в качестве органоминерального удобрения на всхожесть зерен пшеницы. Независимо от свойств и состава почв было установлено, что малочисленные ростки (всхожесть до 36 %) не отвечают по внешним признакам критерию «здоровые»: вялые побеги имеют

желтоватый оттенок, неразросшуюся корневую систему и до 3 см высоту против 6 см на чистой почве.

Как указывается в [2], к наиболее эффективным методам дегельминтизации инвазионных видов следует отнести компостирование с наполнителем, например, древесные опилки, в процессе которого при температурах в пределах 40-70 °С яйца геогельминтов погибают в течение 10 дней.

В условиях нашего эксперимента моделировались две удобрительных смеси (УС): УС № 1 представляет собой 5 % ОСВ и 50 % опилок, УС № 2 – 10 % ОСВ и 50 % опилок. Компостирование проводилось в течение 20 дней при температуре 40 °С. На рисунке 2 представлены фотокопии результатов паразитологического анализа, которые подтвердил факт эффективной дегельминтизации инвазионных видов (аскариды человеческой) в процессе компостирования.



1 – компост № 1; 2 – компост № 2

Рис. 2 – Нежизнеспособные яйца гельминтов в пробе компоста

Отсутствие жизнеспособных яиц геогельминтов в полученных компостах указывает на то, что 20-ти дней достаточно для получения гигиенически безопасного удобрения.

Таким образом, можно сделать вывод, что компостирование отходов канализационных очистных сооружений позволяет получать компосты в гораздо меньшие временные периоды, нежели рекомендованные 3-6 месяцев и использовать их в качестве основы органоминеральных удобрений.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. ГОСТ Р 17.4.3.07-2001 Охрана природы. Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений. – М., 2001. – 6 с.

2. Евдокимова, О. К. Анализ современных методов дезинвазии сточных вод и их осадков / О. К. Евдокимова, Д. И. Саинов // Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции «Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути решения». – М.-Берлин: Директ-Медиа, 2015. – С. 12-13.

3. Зарубин, Г. П. Санитарный контроль за эффективностью работы очистных сооружений бытовых сточных вод / Г. П. Зарубин. – М.: Медицина, 1977. – 183 с.

4. Джембрий, Ю. А. Санитарно-гигиенические показатели ила осадков сточных вод – критерии использования их в качестве органоминерального удобрения / Ю. А. Джембрий, Л. В. Чайка // Сборник научных трудов республиканской конференции «Комплексное использование природных ресурсов». – Донецк: ДонНТУ, 2016. – С. 26-28.

5. Методика технологического контроля работы очистных сооружений городской канализации. Изд. 3-е, перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1977. – 299 с.

СОЗДАНИЕ МЕТОДИКИ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ РЕКУПЕРАТИВНОЙ ГОРЕЛКИ

Я.С. Власов, А.Б. Бирюков

Донецкий национальный технический университет

В мире остро стоит проблема экономии энергоресурсов. Решается эта проблема за счет рекуперации промышленных отходов. Эффективным способом этой задачи являются рекуперативные горелки. Их широкому распространению препятствует высокая стоимость. Показана важность создания конструктивных расчетов рекуперативных горелок и проработаны ее основы.

Ключевы слова: РЕКУПЕРАТИВНЫЕ ГОРЕЛКИ, СОЗДАНИЕ МЕТОДИКИ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ, РЕКУПЕРАЦИЯ ТЕПЛОТЫ УХОДЯЩИХ ГАЗОВ

The problem of saving energy resources is acute in the world. This problem is solved through the recuperation of industrial waste. An effective method of this task is the recuperative burners. Their wide distribution is hindered by high cost. The importance of creating constructive calculations for recuperative burners is shown, and its foundations are worked out.

Keywords: RECOVERY BURNERS, CREATION OF CONSTRUCTIVE PARAMETERS METHODS, RECOVERY OF HEAT OF OUTGOING GASES

Известно, что до 80 – 85% энергоносителей в развитых странах расходуется в промышленности и энергетике при эксплуатации промышленных печей, термического и энергетического оборудования. Поэтому в настоящее время задача экономии энергоресурсов, особенно, в энергоемких отраслях промышленности: металлургии, машиностроении, химической промышленности стоит необычайно остро и актуально.

С ростом температуры в печном пространстве неизбежно возрастает температура дымовых газов. Высокая температура уходящих газов является одной из основных составляющих тепловых потерь печи для термообработки материалов.

С точки зрения совершенствования печного оборудования, что необходимо учитывать при конструировании агрегатов, важное значение имеют теплотехнические факторы среди которых наиболее эффективными являются: рекуперация теплоты уходящих газов и использование современных горелочных устройств.

В большинстве из работающих в настоящее время термических и нагревательных печей установлены газовые горелки, использующие для горения либо «холодный» воздух, поступающий из цеха, либо воздух из центрального рекуператора. При этом достаточно редко встречаются случаи, когда температура догрева воздуха в центральном рекуператоре превышает 300 °С. Также часто потери тепла происходят в трубопроводах к горелкам. КИТ в таких случаях редко превышает 50%. Альтернативой, лишенной этих недостатков, являются компактные автоматические горелки, оснащенные своим собственным, встроенным теплообменником (рекуператором) в котором производится догрев воздуха идущего на горение.

Такие фирмы как, WS Wärmeprozessstechnik (Германия) и Elster Kromschroeder (Германия) — одни из лидеров среди производителей высокоэффективных промышленных горелочных систем в металлургии и машиностроении.

Одной из основных продукции этих фирм являются горелки со встроенными рекуперативными теплообменниками, а также излучающие трубы для косвенного нагрева и нагрева в защитной атмосфере.

Рекуперативные горелки предназначены для установки на нагревательных и термических печах с рабочей температурой до 1300°С.

В зависимости от температуры в печи горелки имеют три основных исполнения: «М» и «FTR» (с металлическим рекуператором) применяются до температуры 1150° С и 950° С соответственно, а также «С» (с керамическим рекуператором) применяются до 1300° С.

Использование индивидуальных теплообменников позволяет достичь высокой температуры воздуха (до 700°С), идущего на горение, которая недостижима для систем с центральным рекуператором.

Принцип работы рекуперативной горелки заключается в протяжке горячего воздуха из печи при помощи эжектора через радиальный зазор между трубой для продуктов сгорания и рекуперативной насадкой. После холодный воздух, подаваемый на горение, проходит по внутренней стороне этой же рекуперативной насадки, вследствие чего подогревается. Насадки различного типа применяются в зависимости от температуры в печи.

С усилением предварительного нагрева воздуха температура пламени возрастает и вместе с тем процентное содержание NO_2 в отходящем газе, поэтому рекуперативные горелки с сильным предварительным нагревом воздуха в особенности подвержены этой проблеме.

Для мероприятий по сокращению выделения, NO_2 в особенности для ступенчатого горения и рециркуляции отходящего газа, были разработаны конструктивные решения специально для рекуперативных горелок, оправдавших себя при использовании на производстве.

Применение рекуперативных горелок позволяет сократить затраты на снижение удельного расхода природного газа, уменьшить текущие затраты при эксплуатации печи.

Недостатком горелок подобного типа являются значительные капитальные затраты на их внедрение. В большинстве случаев одна лишь экономия энергоресурсов неспособна окупить эти затраты. Поэтому при анализе ожидаемого экономического эффекта следует учитывать такие факторы, как возможное повышение производительности печи и снижение образования оксидов азота.

Стоимость рекуперативных горелок очень высока в значительной мере из-за монополии ряда фирм на рынке рекуперативных горелок. Для освоения широкого распространения рекуперативных горелок необходима методика конструктивных параметров.

Основной характеристикой рекуперативных теплообменных аппаратов является теплопередающая поверхность, или поверхность теплообмена. От ее величины зависят геометрические размеры теплообменников, стоимость их изготовления, монтажа и эксплуатации.

Расчет конструктивных размеров рекуператора производится исходя из условий создания необходимой площади поверхности нагреваемой теплоносителем и омываемой потоком нагреваемой среды.

Расчет ведется по формуле:

$$Q = K \cdot F \cdot \Delta t_{cp}$$

где Q – тепловой поток (количество теплоты), переданное в процессе теплопередачи, Вт;

K – коэффициент теплопередачи, Вт/(м²·К);

F – поверхность теплообмена, м²;

Δt_{cp} - средняя разность температур между теплоносителями, °С.

Точный расчет теплообменника сложен тем, что все теплофизические и физические параметры сред — это величины переменные и взаимозависящие. Поэтому расчет рекуператора производят на основе эмпирических данных с использованием метода критерия подобия по усредненным физическим параметрам.

Исходными данными для простейшего теплового расчета являются: расход одного из теплоносителей и температуры обоих теплоносителей на входе и на выходе из аппарата.

Расчет поверхности теплообмена состоит из следующих основных стадий.

1. Определение тепловой нагрузки аппарата, средней движущей силы и средних температур теплоносителей.

2. Определение расхода второго вещества из теплового баланса.

3. Определение ориентировочной площади поверхности теплообмена, а также выбор размеров теплообменных труб и, если возможно, расчет необходимого их количества при обеспечении заданного режима движения теплоносителей.

Чаще всего в инженерной практике используются критериальные уравнения процесса теплоотдачи. При выборе критериального уравнения для определения коэффициентов теплоотдачи необходимо принимать во внимание следующее.

1. Учитывается характер теплообмена.

2. Определяется режим движения теплоносителя, за который при вынужденном движении отвечает критерий Рейнольдса.

3. Характеризуется пространство теплообменника, в котором течет теплоноситель: трубное или межтрубное.

4. Характеризуется геометрическое расположение теплообменных труб: вертикальное или горизонтальное.

5. Характеризуется вид поверхности теплообмена: плоская, трубчатая, оребренная и т.д.

6. Характеризуется тип конструкции теплообменника (в рекуперативных горелках тип «труба в трубе»).

Кроме конвективного теплообмена, следует иметь в виду, что при использовании в качестве теплоносителя излучающе-поглощающей среды и, в частности, продуктов сгорания топлива при температурах более 300 °С необходимо учитывать и лучистый теплообмен между греющей средой и поверхностью.

Выводы: обоснована необходимость создания методики конструктивных параметров, а также представлены общие сведения о расчете конструктивных параметров горелки. Решена проблема экономии энергоресурсов, за счет применения современных горелочных устройств.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Бирюков А.Б.* Современные аспекты использования рекуперативных горелок для отопления пламенных печей / А.Б. Бирюков // Бюллетень «Черная металлургия». – 2015. – №11. – С. 31-36.

2. *Вохмяков А.М.* Исследование конвективного теплообмена в проходной печи, оснащенной скоростными горелками / А.М. Вохмяков, М.Д. Казяев, Д.М. Казяев // Цветные металлы. – 2011. – №12. – С. 89-93.

3. *Wunning J.* Рекуперативные горелки для прямого нагрева промышленных печей // Gaswarne International. –1988. – Т.37 (Вып. 10). – С. 515-519.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛА В РЕКУПЕРАТИВНЫХ ТЕПЛООБМЕННИКАХ

А.В. Маслов, Е.В. Новикова

Донецкий национальный технический университет

Известно, что потери тепла с дымовыми газами в методических печах составляют 30% - 45% от вносимого в печь тепла. Для того, чтобы не уходила большая часть тепла безвозвратно, дымовые газы рекуперировать, тем самым повышая КПД агрегатов, уменьшая расход топлива и улучшая качество нагрева металла. Кроме того, внедрение современных теплообменников на теплотехнических

Ключевые слова: РЕКУПЕРАТОР, ПОТЕРЯ ТЕПЛОТЫ, ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

It is known that losses from flue gases in methodical furnaces are 30% -45% of the heat introduced into the furnace. To ensure that most of the heat does not go away, flue gases are recovered, thereby increasing the efficiency of the units, reducing fuel consumption and improving the quality of metal heating. In addition, the introduction of modern heat exchangers in heat engineering facilities has been relevant and promising for a long time.

Keywords: RECUPERATOR, HEAT LOSS, ENERGY SAVING

Сегодня, энергосбережение является одним из главных приоритетов в металлургии. На многих предприятиях имеют место значительные энергетические потери за счет недостаточного использования теплоты в технологических процессах.

При увеличении температуры подогрева воздуха, идущего на горение, от 200 °С до 700°С экономия топлива за каждые 100°С может составлять около 4-5% [1]. Помимо того, что уменьшается расход топлива, подогрев воздуха позволяет интенсифицировать теплообмен в печи. При рекуперации теплоты экономится до 30-40% потребляемой энергии, в результате - при том же расходе топлива количество теплоты, получаемое нагреваемым телом, увеличивается на 10-15%.

В рекуперативных теплообменниках, теплота отходящих газов непрерывно передаётся к нагреваемой среде через стенку, разделяющую теплоносители. Эта стенка конструктивно может представлять собой листы или трубы, соответственно, теплообменники разделяют на трубчатые и пластинчатые. При проектировании рекуператора важно учитывать, что температура уходящих газов может достигать значений 1000°С и более, поэтому вопрос выбора материала, который способен работать при высоких температурах, немаловажен.

В зависимости от материала, из которого сделаны элементы рекуператора, последние подразделяют на металлические и керамические. Металлические рекуператоры значительно компактнее керамических, имеют большую герметичность, однако имеют совсем небольшую стойкость при высоких температурах (от 600°С). Керамические в отличие от металлических рекуператоров, имеют возможность работать при подогреве воздуха свыше 500-700°С. Также рекуператоры различают по схеме движения теплоносителя – противоточные, прямоточные и с перекрестным движением сред. В настоящее время представлен широкий диапазон выбора теплообменников. Существующие сегодня конструкции рекуператоров имеют весьма серьезные недостатки, которые часто определяют отсутствие этих устройств в технологических процессах. Прежде всего, это: высокое аэродинамическое сопротивление; громоздкие размеры агрегата; высокая стоимость установки и продолжительный срок окупаемости; дорогостоящий ремонт и обслуживание; склонность к появлению термических напряжений, короблению и разрушению; склонность к зарастанию рабочих зазоров продуктами горения.

Большая часть этих недостатков связана с размерами теплопередающих поверхностей: чем больше отношение площади этих поверхностей к объему и массе теплообменника, тем эффективнее устройство. У традиционных рекуператоров в силу разных причин этот показатель недостаточно высок.

Задача создания эффективных и недорогих теплообменных аппаратов, в частности рекуператоров, актуальна в настоящее время во всем мире. Одним из путей ее решения является повышение интенсивности теплообмена устройств, в основном, за счет развития их теплопередающих поверхностей. Так, например, для увеличения поверхностей теплообмена трубчатых теплообменников широко используют спирально оребренные трубы. Но даже при оребрении трубчатые рекуператоры имеют недостаточно высокую эффективность, значительные габариты, вес, стоимость.

В начале XX века были внедрены пластинчатые теплообменники, состоящих из тонкостенных пластин, выполненных из металла и соединенных между собой. Необходимая поверхность теплообмена обеспечивается за счет большого количества этих листов, при этом либо устройство должны иметь большой объем, либо зазоры между пластинами должны быть весьма малыми. Другим ограничением применения пластинчатых теплообменников является их значительное аэродинамическое сопротивление, которое является следствием стремления увеличить поверхность теплоотдачи за счет малых зазоров между большим количеством пластин [2].

Решение этих проблем было предложено сотрудниками ООО «Бушевец-Термо», входящего в группу компаний «Бушевецкий завод», г. Бологое (сайт <http://bushevec.ru>). Компанией реализован инвестиционный проект по созданию нового поколения пластинчатых рекуператоров с характеристиками, превышающими (на своем секторе рынка) характеристики всех существующих устройств, включая зарубежные.

Основным элементом этих рекуператоров стала листовая оребренная пластина.



Рис. 1 - Листовая оребренная панель

Панель представляет собой активную компактную теплообменную поверхность, параметры которой могут варьироваться в широких пределах для получения наилучших характеристик рекуператора, из тонкостенного плоского листа, на поверхность которого продольно приварены вертикальные ребра, со следующими геометрическими размерами:

Толщина элементов, мм 1-3; Ширина панели, мм до 1000; Длина панели, мм до 6000;

Высота ребер, мм 8-40; Шаг приварки, мм 10-80 и более.

Площадь одного квадратного метра такой панели может иметь поверхность теплоотдачи 2-10 квадратных метров, что позволяет в равных объемах получать развитую поверхность, в разы превышающую поверхность теплоотдачи трубчатых

рекуператоров. Известными промышленными методами получить оребренные панели такой конструкции практически невозможно. Этим и объясняется отсутствие рекуператоров с равноценными характеристиками, особенно в области высокотемпературного теплообмена. Такая модель рекуператора обеспечивает нагревание воздуха до 450°C. Данная модель рекуператора получили название ОПТ (оребранные пластинчатые рекуператоры) [3]. На данный момент на производстве чаще всего используются игольчатые рекуператоры.

Таблица 1 - Сравнительный анализ игольчатого рекуператора, состоящего из односторонне-игольчатых труб длиной 800 мм и рекуператора ОПТ

	Рекуператор игольчатый	Рекуператор типа ОПТ
Температура дымовых газов на входе, °C	750	750
Температура дымовых газов на выходе, °C	470	477
Расход дымовых газов, м ³ /час	1 330	1 330
Температура воздуха на входе, °C	20	20
Температура воздуха на выходе, °C	320	332
Расход воздуха, м ³ /час	1 340	1 340
Ориентировочные габариты, ммхммхмм	3200х880х510	848х840х310
Ориентировочный объем конструкции, м ³	1,44	0,22
Ориентировочная масса, кг	3 740	1 470
Число ходов по дыму	1	1
Число ходов по воздуху	4	2
Сопротивление на пути, движения	92	91
Сопротивление на пути, дымовых газов,	2	1
Площадь теплопередающей поверхности, м ²	9	19
Тепловой поток (теплосъем) кВт	147,5	154

Анализируя основные показатели, указанные в данной таблице, необходимо отметить следующее: массогабаритные параметры игольчатого рекуператора, особенно в части весовой характеристики, превышают массу рекуператора ОПТ как в минимум в 3,5 раза; показатель компактности игольчатого рекуператора равен 6,25 м²/м³, а у рекуператора ОПТ он равен 95 м²/м³, т.е. ОПТ ориентировочно в 19 раз компактнее чем игольчатый рекуператор.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Щелоков Я.М. Энергоаудит и сертификация топливopotребляющего оборудования /Я.М. Щелоков //Пече-трубостроение: тепловые режимы, конструкция, автоматизация и экология: материалы I междунар. конгресса.- 2004.- С. 56-60.
2. Бирюков А.Б. Современные тенденции в использовании рекуператоров для утилизации теплоты продуктов сгорания в пламенных печах / А.Б Бирюков // Черная металлургия. – 2016. - №7. - С. 102-109.
3. Злотин В.Е., Злотин Д.В., Калинин Н.М. Эффективные рекуператоры тепла нового поколения. – (http://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=2428).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД В КАЧЕСТВЕ СЫРЬЕВОГО РЕСУРСА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ФОСФОРА

Н.В. Павловский, Е.Г. Сапон, В.Н. Марцуль

Белорусский государственный технологический университет

В докладе приведены экспериментальные данные по экстракции фосфора из обезвоженного осадка коммунальных сточных вод, подвергшегося различным вариантам термической обработки. Установлен состав и свойства осадка коммунальных сточных вод.

Ключевые слова: ОСАДКИ СТОЧНЫХ ВОД, ЭКСТРАКЦИЯ ФОСФОРА, ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ.

The report presents experimental data of phosphorus extraction from a dewatered municipal sewage sludge that was subjected to various thermal treatment. The composition and properties of municipal sewage sludge have been established.

Keywords: SEWAGE SLUDGE, PHOSPHORUS EXTRACTION, CHEMICAL COMPOSITION.

Исчерпание разведанных запасов фосфорсодержащего сырья является одной из важнейших проблем рационального использования ресурсов. Встает вопрос о хотя бы частичном возврате в хозяйственный оборот фосфора, содержащегося в отходах и сточных водах.

Фосфор является ключевым элементом всех форм жизни, он необходим как микроорганизмам – вирусам, бактериям, так и высокоорганизованным системам – человеку, животным. Фосфор – один из важнейших биогенных элементов, поскольку его электронные структуры обеспечивают быстрое образование и разрушение химических связей с биологическими молекулами. Он активно участвует в процессах обмена веществ и синтеза белка, определяет энергетику клетки, активно влияет на рост растений, концентрируясь в семенах и точках роста. Соединения фосфора входят в состав тканей живых организмов – мозга, костей, панцирей.

За последнее столетие Человек существенно нарушил естественный круговорот фосфора, за счет добычи фосфорсодержащего сырья, использования удобрений, сброса коммунальных и производственных сточных вод в водные объекты.

Вмешательство человека в круговорот соединений фосфора, привел к нарушению и истощению запасов фосфора на Земле, которых по подсчетам различных ученых осталось всего на 100–150 лет. За последние 200 лет численность человечества увеличилась в 6,3 раз, вместе с этим количество фосфора, поступающего в водные объекты, возросло в сотни раз. Указанные выше проблемы обуславливают повышенный интерес к технологиям, облегчающим переработку и экономически выгодное повторное использование фосфора, содержащегося в отходах сельского хозяйства и осадках коммунальных сточных вод.

Осадки сточных вод представляют собой концентраты, содержащие много ценных компонентов, которые после соответствующей обработки могут быть использованы в производстве. В настоящее время, по причине развития технологий сжигания образуется больше количество золы и шлака, которые не находят применения. Однако они содержат значительное количество фосфора, который может быть извлечен для последующего использования.

Цель работы – оценить выход фосфора при сернокислотной экстракции из осадков сточных вод, подвергнутых различным вариантам термической обработки.

Объектом исследования выступал обезвоженный осадок коммунальных сточных вод (кек) Минской очистной станции.

Для характеристики осадка определяли его влажность, зольность и химический состав минеральной части. Термическая обработка осадка заключалась в выдерживании кека при 140, 250 и 550°C до постоянной массы.

Экстракцию фосфора проводили 8-10% серной кислотой по следующей схеме: к навеске измельченного термообработанного осадка (2,5-5г) добавляли 100 мл серной кислоты. Полученные растворы перемешивали и отстаивали в течение семи дней. Далее в экстрактах определяли концентрацию фосфора.

Влажность и зольность определяли гравиметрическим методом, химический состав прокаленного остатка определяли на волновом рентгенофлуоресцентном спектрометре Axios (PANalytical, Нидерланды). Фосфор определяли фотометрическим методом в соответствии с СТБ ИСО 6878-2005.

Влажность исходного обезвоженного осадка составила 77,1 мас. %, зольность – 19,62 мас. %. Результаты определения химического состава минеральной части представлены в таблице 1. Результаты определения массы экстрагированного фосфора представлены в таблице 2.

Таблица 1 - Элементный состав прокаленного осадка сточных вод, мас. %

Элемент	Содержание	Элемент	Содержание	Элемент	Содержание
O	41,7286	S	4,2398	Na	0,3312
Ca	20,4240	K	3,8482	Cu	0,2654
Si	8,1791	Al	2,9366	Cr	0,1443
P	7,5839	Mg	1,6371	Mn	0,1398
Fe	6,0215	Cl	0,4329	–	–

Как видно из данных таблицы 1 основными компонентами минеральной части осадка сточных вод являются кислород, кремний, фосфор, сера, калий, кальций, железо, магний и алюминий. Стоит отметить, что доля фосфора в озоленном осадке превышала 7,5 мас. %, что приближается к его количеству в минеральном сырье. Массовое содержание натрия, хлора, хрома, марганца и меди не превышает 0,5 мас. %

Таблица 2 - Результаты сернокислотной экстракции фосфора

Температура термообработки	Потеря массы при термообработке исходного кека, %	Выход фосфора, г/кг остатка
140°C	79,96	17
250°C	89,47	32
550°C	94,96	53

Данные таблицы свидетельствуют о том, что выход фосфора на единицу массы термообработанного осадка увеличивается при росте температуры обработки. Эти данные коррелируют с потерей массы исходного обезвоженного осадка в результате термообработки. Значительная потеря массы объясняется тем фактом, что происходит сушка и минерализация осадка. Следовательно, фосфор, который был связан с органической частью переходит в минеральную. Однако, это может затруднять процесс экстракции фосфора из-за образования труднорастворимых соединений.

Таким образом, показано, что термообработка осадка сточных вод позволяет увеличить выход фосфора в последующей сернокислотной экстракции в 3,1 раза. Извлеченный фосфор может найти применение в производстве фосфорных удобрений.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВАЛОЧНОГО ГАЗА В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВНОГО РЕСУРСА

Е.С. Иванова, Б.Т. Харьковский

Луганский национальный университет имени Владимира Даля

Статья посвящена процессу биологического разложения органических отходов в теле полигона. Правильное использование биогаза в качестве источника энергии могут решить проблемы энергообеспечения будущих поколений.

Ключевые слова: ОКРУЖАЮЩАЯ ПРИРОДНАЯ СРЕДА, ПОЛИГОН, БИОГАЗ, ТВЕРДЫЕ БЫТОВЫЕ ОТХОДЫ, СВАЛОЧНЫЙ ГАЗ.

The article is devoted to the process of biological decomposition of organic waste in the landfill body. Proper use of biogas as an energy source could solve the problems of energy supply for future generations.

Keywords: NATURAL ENVIRONMENT, LANDFILL, BIOGAS, MUNICIPAL SOLID WASTE, LANDFILL GAS.

Человечеству нужна энергия, причем потребности в ней увеличиваются с каждым годом. Вместе с тем, запасы традиционных природных топлив (нефти, угля, газа и др.) невозстановимые. Сегодня суммарное потребление тепловой энергии в мире составляет 200 млрд. кВт/ч в год. (эквивалентно 36 млрд. т условного топлива). В современной России общее потребление топлива составляет около 5 % мирового энергобаланса. Более 80 % всех геологических запасов органического топлива в мире приходится на долю угля, который становится все менее популярным, в связи с вредным воздействием его на окружающую природную среду. Кроме того, по прогнозам некоторых экспертов запасы угля будут исчерпаны к 2100 г. Уже сейчас заметно сокращается добыча нефти и газа, но не за счет модернизации технологий переработки нефти и газа, а за счет истощения природных ресурсов. Так к 2020 году доля добычи нефти и газа в топливно-энергетическом балансе снизится с 66,6 % до 20 %. Таким образом, ни органическое топливо, ни гидро- и ветроэнергии, не могут решить проблемы энергетики в перспективе.

Таким образом, рассмотренные способы получения энергии не могут решить проблемы энергообеспечения будущих поколений. Остаются два пути: предельно экономное расходование энергоресурсов и использование нетрадиционных возобновляемых источников энергии. Именно возобновляемые источники энергии представляют сегодня реальную альтернативу традиционным технологиям и остаются наиболее перспективными с точки зрения сохранения окружающей природной среды и первичных природных ресурсов. К ним относят внедрение технологий по биоразложению отходов органического происхождения (отходы животноводческих и птицеводческих комплексов и др.), сжигание твердых бытовых отходов (ТБО) с использованием тепла дымовых газов, а также использование свалочного газа (СГ), образующийся на полигонах ТБО. Наибольший интерес представляет получение СГ, так как решается ряд проблем экономического и экологического характера. Полигоны ТБО широко используются во всем мире. Одни из главных достоинств технологии захоронения заключаются в простоте, малых капитальных и эксплуатационных затратах, а также относительная экологическая безопасность для окружающей среды. При выводе полигона с использования его негативное влияние на природную среду продолжается еще очень долгое время, процессы, протекающие на полигоне, являются необратимыми, некоторые вещества при ошибочном размещении их на полигоне

способны нанести непоправимый вред экологии. Полигоны твердых бытовых отходов (ТБО) являются не только источниками загрязнения окружающей природной среды, но и возобновляемыми газовыми месторождениями. Именно наличие метана является причиной частых возгораний на полигонах, которые практически не поддаются тушению и приводят к выбросам в атмосферу большого количества токсичных веществ. Кроме того, метан является газом, парниковый эффект которого в 21-23 раза выше, чем двуокиси углерода. Поэтому в развитых странах сбор и сжигание биогаза на полигонах ТБО с полезной утилизацией для производства энергии или без таковой является обязательным требованием.

Основными источниками биогаза являются пищевые отходы, бумага, древесина, текстиль. Биогаз является высококачественным топливом, теплотворная способность его составляет 13-15 МДж/м³ или 3100-6000 ккал/м³. При разложении 1м³ ТБО выделяется до 1,5 м³/год биогаза в первые 15-20 лет, затем интенсивность выделения биогаза снижается.

В случаях отсутствия на полигонах ТБО системы сбора и утилизации биогаза, он попадает в окружающую среду, заражая ее вредными для человека, животных и растений веществами.

Для получения фактического качественного состава биогаза выполнены работы по определению компонентного состава биогаза путем лабораторного анализа. Для этого отбор проб биогаза, проводился в газовые пипетки с помощью ручного поршневого насоса специализированна для отборов проб.

Анализ по определению компонентного состава биогаза проводили на газовом хроматографе ЛХМ-8МД и ЛХМ-72 с детекторами по теплопроводности с использованием двух разделительных колонок, заполненных в согласовании молекулярным ситом и тетра, октадекан на ТЖК. Результаты анализов Представлены в объемных процентах для сухого биогаза в таблице 1.

Таблица 1 - Протокол результатов анализа биогаза по скважинам

Номер пробы	Номер скважины	Компонентный состав, C _i , (%)							
		CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	H ₂	O ₂	N ₂	CO ₂
1	14	57,12	<0,001	<0,001	<0,001	0,02	2,95	15	24,91
3	14	44,85	<0,001	<0,001	<0,001	0,02	7	32,2	15,93
5	14	56,03	<0,001	<0,001	<0,001	0,02	2,88	14,4	26,67
Сред. концентрация		52,7	0	0	0	0,02	4,3	20,5	22,5
6	27	67,04	<0,001	<0,001	<0,001	0,02	1	3,38	28,56
9	27	67,24	<0,001	<0,001	<0,001	0,01	0,94	2,96	28,85
Сред. концентрация		67,1	0	0	0	0,015	0,97	3,2	28,7

По результатам анализа в пробах и следовательно в составе биогаза не обнаружены другие углеводороды (этан (C₂H₆), пропан (C₃H₈), бутан (C₄H₁₀), пентан (C₅H₁₂)) кроме метана.

На основании полученных данных результатов анализа можно сделать вывод, что при отборе проб биогаза на анализ, а также при подготовке проб для анализа и при проведении анализа произошло разведения проб атмосферным воздухом в разной степени.

Для определения объемной концентрации кислорода (%) в составе биогаза непосредственно из скважин использован газоанализатор ОКСИ-5М-5НД. Для определения массовой концентрации окиси углерода, сернистого ангидрида, окиси

азота в мг/нм³ и объемной концентрации кислорода в%, применялся газоанализатор ОКСИ-5М-5НД оснащен пятью электрохимическими сенсорами.

Для определения концентраций сероводорода использовался газоопределители ГБ-4. Для расчета параметров биогаза использованы результаты измерений, полученные экспресс-анализом с помощью газоанализатора ОКСИ-5М-5НД и газоопределителя ГБ-4, в виде массовой концентрации для следующих веществ: оксид углерода (CO), оксиды азота (NO_x) в пересчете на двуокись азота (NO₂), окись азота (NO) и двуокись азота (NO₂), сернистый ангидрид (SO₂), сероводород (H₂S).

Пересчет массовой концентрации в объемный, выполненный по формуле:

$$\varphi_i = \frac{\rho_i}{(446,4 \cdot M_i)}, \%$$

где φ_i та ρ_i - объемная и массовая концентрация компонентов в соответствии, % и мг/нм³, M_i - молекулярная масса компонентов.

Результаты измерений биогаза с помощью газоанализатора ОКСИ-5М-5НД и газоопределителя ГБ-4 по скважинам №2 и №7 №14 №27 сведены в таблицы 2

Таблица 2 - Результаты обработки экспресс-анализ

Наименование	Обозна чения	Ед. изм	Номер скважины				Сред. зна- чение
			2	7	14	27	
Результаты по скважине							
Объем при н.у. и сухого биогазу	q _{v i сух}	нм ³ /ча с	18,76	9,7	17,84	13	
Углерода окись CO	ρ _{CO}	мг/нм ³	462	623,33	61,17	140,71	297,37
	φ _{CO}	%	0,037	0,05	0,0049	0,011	0,024
Оксиды азота в пересчете на NO ₂	ρ _{NO2}	мг/нм ³	0,6	0,33	2,29	1,67	1,3
	φ _{NO2}	%	0,000029	0,000016	0,00011	0,000081	0,000063
Сернистый ангидрид SO ₂	ρ _{SO2}	мг/нм ³	173,67	149,33	31,5	60	102
	φ _{SO2}	%	0,0061	0,0052	0,0011	0,0021	0,0036
Сероводород H ₂ S	ρ _{H2S}	мг/нм ³	100,19	125,24	25,81	30,36	66,6
	φ _{H2S}	%	0,0066	0,0083	0,0017	0,002	0,0044

В мировой практике известны такие способы утилизации биогаза: факельное сжигание, что обеспечивает устранение неприятных запахов и снижение пожароопасности на территории полигона ТБО, при этом энергетический потенциал биогаза не используется в хозяйственных целях; прямое сжигание биогаза для производства тепловой энергии; использование биогаза в качестве топлива для газовых двигателей с целью получения электроэнергии и тепла; использование биогаза в качестве топлива для газовых турбин с целью получения электрической и тепловой энергии; доведение содержания метана в биогаза (обогащение) до 94-95% с последующим его использованием в газовых сетях общего назначения.

За рубежом широко применяется извлечение биогаза из захоронений бытового мусора с целью выработки электрической энергии.

Сеть вертикальных газодренажных скважин соединяются линиями газопроводов, в которых вакуумно-компрессорная установка создает разрежение для всасывания биогаза из захоронений и давление, необходимое для транспортировки газа в газопоршневого агрегата. Сжигание биогаза проводится в газопоршневых двигателе,

который через полумуфту связан с электрическим генератором, который вырабатывает электрическую энергию.

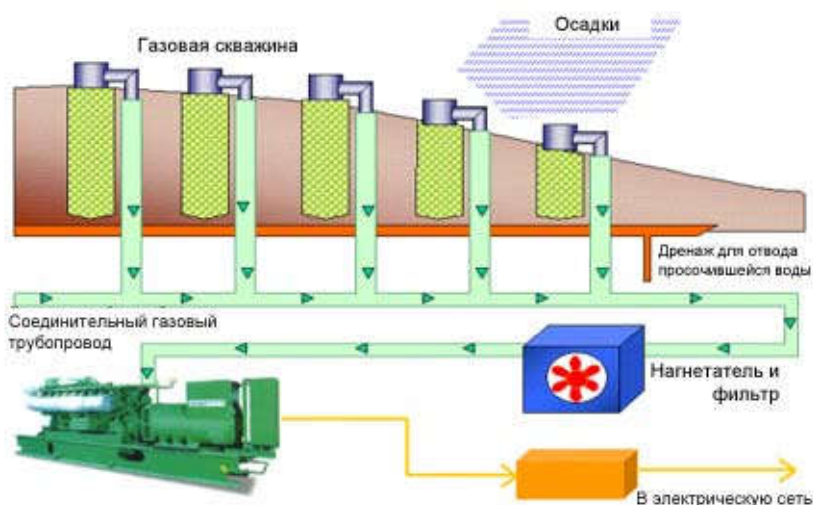


Рис. 1 - Схема утилизации биогаза с последующим производством электроэнергии

При сжигании биогаза на факельных установках энергетический потенциал биогаза не используется в хозяйственных целях. Сжигание биогаза на факельных установках носит экологический характер:

- значительное повышение безопасности полигонов за счет предотвращения возникновения пожаров, вызванных возгоранием в толще полигонов ТБО биогаза;
- сокращение количество опасных токсичных (в том числе канцерогенных) органических соединений (ароматических углеводородов, формальдегида, диоксидов и т.д.), поступающих в атмосферный воздух с поверхности полигонов;
- сокращение выбросов газов обладают парниковыми эффектами за счет полного сжигания углеводородов (метан) до полного окисления до углекислого газа и воды, то есть способствует снижению влияния факторов, влияющих на возникновение парникового эффекта биогаза;
- сокращение выбросов органических и неорганических соединений с неприятным запахом с поверхности полигонов благодаря их технологической рекультивации и обезвреживания на факеле;
- улучшение в целом экологическую обстановку в окрестностях полигонов.

Для предотвращения этих явлений и использования биогаза в качестве источника энергии предусматривается извлечение, сбор и утилизация биогаза из тела существующего ПТБО.

Извлечение из тела ПТБО биогаза и его утилизация обеспечивает улучшение экологической ситуации вокруг полигона ТБО и в целом в республике.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Ягафарова Г.Г. Альтернативные источники топлива - перспективный способ энергосбережения//«Нефтегазовое дело». -2006.-№6, http://www.ogbus.ru/authors/Yagafarova/Yagafarova_1.pdf. 19.06.96.

3. Рабочий проект «Утилизация биогаза полигона твердых бытовых отходов (ТБО) в г. Александровске Луганской области». – Луганск, 2009 – 500 с

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЭЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНОЙ ПЫЛИ

Н.М. Супрун, Т.Ф. Дорошенко

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

В работе проанализированы основные источники образования электросталеплавильной пыли. Изучение основных физико-химических характеристик и свойств электросталеплавильной пыли имеет большое значение для поиска путей её утилизации и вторичного использования.

Ключевые слова: ЭЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО, ПЫЛЬ, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ, СВОЙСТВА, УТИЛИЗАЦИЯ

The main sources of formation of electric steelmaking dust are analyzed. The research of the basic physicochemical characteristics and properties of electric steelmaking dust has a great importance for finding ways of its utilization and recycling.

Keywords: ELECTRIC STEEL PRODUCTION, DUST, PHYSICO-CHEMICAL COMPOSITION, PROPERTIES, UTILIZATION

Дуговая сталеплавильная печь (ДСП), как и любой металлургический агрегат, является источником пылегазовых выбросов. Несмотря на общие закономерности образования пыли при производстве стали в разных агрегатах (мартеновской печи, кислородном конвертере, дуговых печах), формирование пыли в ДСП имеет свои особенности. Максимальных значений выбросы достигают в периоды воздействия электрических дуг на ванну и продувки ванны кислородом. Небольшое количество пыли образуется в период расплавления чистой и крупногабаритной шихты. Минимальные значения достигаются в период доводки.

Электросталеплавильная пыль стала одной из наиболее распространенных вредных примесей как в атмосферном воздухе, так и в воздушной среде производственных помещений.

При проектировании, наладке, испытании и эксплуатации пылеулавливающих установок необходимо учитывать ряд параметров, характеризующих физико-химические свойства пыли. К ним относятся концентрация, плотность, дисперсный состав, смачиваемость, слипаемость, удельное электрическое сопротивление, взрываемость, абразивность, химический состав и др. Так, сведения о дисперсном составе и плотности пыли необходимы для расчета степени очистки газа в пылеуловителе; от смачиваемости пыли зависит эффективность работы мокрых пылеуловителей. Знание абразивных свойств пыли требуется для обоснованного выбора толщины стенок пылеуловителей и мер по предупреждению их износа. Определение нижнего концентрационного предела взрываемости пыли необходимо для обеспечения условий взрывобезопасности. На основании совокупности этих свойств выбирают тип пылеуловителей и схему пылеулавливающих установок, режим их эксплуатации, а также решают вопросы удаления пыли и ее утилизации.

К вторичным материальным ресурсам электросталеплавильного производства относится шлак и уловленная пыль.

Образование пыли (табл.1) под воздействием дуги составляет 0,7-3,4 кг/т стали, что на порядок ниже, чем в печах переменного тока.

Мелкодисперсная пыль образуется в результате испарения металла в области действия электрических дуг, пары которого конденсируются и взаимодействуют с

кислородом и азотом, имеющимся в рабочем пространстве печи. Более крупные фракции пыли образуются из шлакообразующих и молотых раскислителей.

В период расплавления чистой и крупногабаритной шихты образуется небольшое количество пыли. В период кипения выбросы достигают максимальных значений в результате действия кислородных струй и активного кипения металла, а в период доводки выбросы снижаются до минимума.

Таблица 1 – Структура образования пыли

Механизм образования пыли	ДСП	
	%	кг/т стали
Под воздействием электрических дуг	27	6,8-8,1
При продувке ванны кислородом	60	15-18
Пыль от сыпучих материалов	13	3,2-3,9
Сумма	100	25-30

Основная часть частиц пыли электросталеплавильного производства имеет овальную и зернистую формы. В общей массе цвет пыли – темно-коричневый, но пылинки размером более 15 мкм состоят из пористых частиц черного цвета, а менее 12 мкм имеют волокнистую или пластинчатую форму желтого, зеленовато-коричневого или желто-коричневого цвета.

Электросталеплавильная пыль содержит множество ценных элементов - основу ее составляют оксиды железа, содержится большое количество цветных металлов, и шлакообразующих. Химический состав пыли меняется в широких пределах в зависимости от выплавляемой марки стали (табл.2).

Таблица 2 – Усредненный химический состав электросталеплавильной пыли

Название соединения (компонента)	Химическая Формула	Массовая доля, %
Оксид кремния	SiO ₂	3,4
Оксид алюминия	Al ₂ O ₃	4,6
Оксид кальция	CaO	8,1
Оксид магния	MgO	5,1
Оксид марганца	MnO ₂	4,0
Оксид железа	Fe ₂ O ₃	55,1
Оксид железа	FeO	8,8
Углерод	C	0,31
Оксид цинка	ZnO	3,9

Для уловленной пыли, образованной при производстве электростали, плотность отдельных частиц составляет 3000–4500 кг/см³, насыпная плотность 1200-4200 кг/см³.

Гранулометрический состав электросталеплавильной пыли характеризуется наличием значительной доли мелкой фракции (табл.3).

Таблица 3 - Гранулометрический состав электросталеплавильной пыли

Класс крупности	Состав, %
50-40	2
40-30	5
30-20	10
20-10	13
10-5	20
<5	50

Особое значение для окускования пыли (шлама) имеет показатель смачиваемости. Различные железорудные материалы, в том числе и отходы производства, обладают

неодинаковой способностью давать прочные гранулы в процессе окомкования. Экспериментальные кривые капиллярного всасывания указывают на широкий интервал высоты капиллярного поднятия для различных отходов. Это негативно влияет на технологию окускования, так как при плохой смачиваемости материалов невозможно получить гранулы (при окомковании) или брикеты (при брикетировании), обладающие достаточной прочностью.

Пыль электродуговых печей имеет слабую смачиваемость по сравнению с мартеновским шламом. Это обусловлено тем, что эта пыль содержит большое количество мелких фракций. Поэтому для осуществления процесса окомкования пыль необходимо увлажнять в специальных установках.

При осуществлении утилизации отходов большое значение имеет транспортабельность материалов, что определяется их насыпной плотностью при различной влажности отходов.

Наилучшая транспортабельность материалов наблюдается при наименьшей насыпной массе. Следовательно, для электросталеплавильной пыли эта величина составляет 4-6 %. При малой влажности во время транспортировки происходит пыление материала, а при большой влажности (10 - 15% для электросталеплавильной пыли) материал становится грязеподобным, что затрудняет его транспортировку и отрицательно сказывается на процессе окомкования.

При использовании отходов при их добавлении к аглошихте большое значение имеет такое свойство отходов как их размягчаемость при различных температурах. Большой интервал размягчения, характерный для электросталеплавильного шлама, снижает производительность агломашины и ухудшает качество агломерата, в той же степени как и плохая окомкованность и низкая прочность сцепления. Это объясняется тем, что в период от спекания аглошихты до охлаждения агломерата газопроницаемость слоя значительно изменяется. Чем короче продолжительность размягчения материалов, тем меньше сопротивление и лучше условия прохождения газов, равномерного их распространения в горизонтальных плоскостях спекаемого слоя. Поэтому электросталеплавильный шлам и пыль не рекомендуется использовать как сырье для аглопроизводства, потому что эти отходы влияют на технологию агломерации и на качество готового агломерата.

Важной характеристикой пыли являются горючесть и взрываемость. Способностью к воспламенению обладают пыли металлов, например Mg, Al и Zn. Пыль электросталеплавильного производства состоит из оксидов металлов, поэтому она не является горючим и взрываемым материалом. Удельная площадь поверхности для пыли электросталеплавильного производства составляет – 16000 см²/г.

Таким образом, на основе знания элементного, фазового, дисперсного состава можно изучить процессы (причины) образования пыли. Сведения о физико-химических свойствах пыли необходимы для обоснования инженерных решений, направленных на предупреждение запыленности наружной атмосферы и воздуха внутри промышленных зданий, а также при разработке пылеуловителей, применяемых в технологических процессах для разделения частиц пыли и газообразной среды.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Андоньев С.М., Зайцев Ю.С., Филипьев О.В.* Пылегазовые выбросы предприятий черной металлургии. – Харьков – 2008. – 246с.
2. *Лопухов Г.А.* Переработка электросталеплавильной пыли / Новости черной металлургии за рубежом. – 2003. – №1. С. 68 – 73.
3. *Drissen P., Kuehn M., Heinen K.H.* Economical and ecological dust recycling by melt injection // 5th European steel Congress/ June 19 – 23. 2005. Paris. P. 178 – 186.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ – ПУТЬ СОХРАНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

В.А. Головки, А.А. Шейх

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

В данной работе выполнен анализ влияния промышленных отходов на экологическое состояние региона. Показана целесообразность переработки промышленных отходов и повторного их использования в качестве вторичного сырья, на примере использования породной массы отвалов и доменных шлаков.

Ключевые слова: РЕСУРСЫ ПРИРОДНЫЕ, ОТХОДЫ ПРОМЫШЛЕННЫЕ, ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ, КЛАСС ОПАСНОСТИ, ШЛАКИ ДОМЕННЫЕ, МАССА ПОРОДНАЯ, УТИЛИЗАЦИЯ, ПЕРЕРАБОТКА, СЫРЬЕ ВТОРИЧНОЕ

In this, work the analysis of the impact of industrial wastes on the ecological state of the region. The expediency of recycling of industrial waste and reuse as secondary raw materials, for example the rock mass of tailings and blast furnace slag.

Keywords: NATURAL RESOURCES, INDUSTRIAL WASTE, THE DYNAMICS OF INDICATORS, HAZARD CLASS, SLAG BLAST, A MASS OF ROCK, RECYCLE, RECYCLING, RECYCLED

На современном этапе развития человечество оказалось перед выбором: необходимо увеличивать темпы использования природных ресурсов или перейти на путь устойчивого развития, то есть поиска новых не только экономически, но и экологически эффективных способов хозяйствования.

Согласно одному из принципов устойчивого развития, темпы потребления исчерпаемых природных ресурсов не должны превышать темпы их замены искусственно созданными. Нерациональные механизмы управления привели к накоплению огромных объемов промышленных отходов, что стало одной из важнейших проблем регионов.

Донецкая Народная Республика – это регион с разнообразными природными ресурсами, среди которых каменный уголь занимает ведущее положение. Развитие угледобычи стало основой для формирования большого количества крупных промышленных предприятий: металлургических, химических, энергетических и строительных, технологические процессы которых имеют сравнительно не высокий коэффициент использования исходного сырья. Поэтому эти производства относятся к числу наиболее мощных производителей промышленных отходов,

На сегодняшний день в регионе сформировалась неблагоприятная ситуация в сфере обращения с отходами, которые представляют серьезную опасность как для окружающей среды, так и для здоровья населения. Такая сложная ситуация сложилась вследствие использования неэффективных и устаревших технологий складирования и утилизации промышленных и твердых бытовых отходов. Статистические данные по годовому накоплению и образованию отходов I–IV классов опасности в регионе, представлены в таблицах 1–2.

Динамика приведенных статистических показателей однозначно указывает на то, что для изменения ситуации необходимы серьезные меры, например, разработка законодательных и нормативных документов, внедрение организационных мероприятий и программно-целевых финансовых инвестиций в сферу утилизации, переработки и повторного использования промышленных отходов.

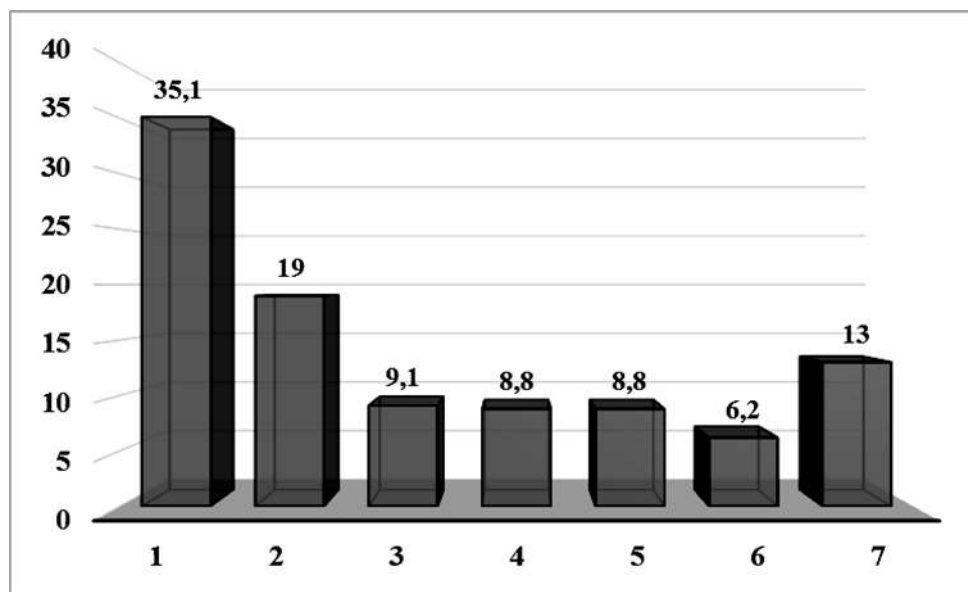
Таблица 1 – Наличие отходов по классам опасности, тыс. т

Показатели	Года				
	2010	2011	2012	2013	2014
Всего, в т.ч.:	2537181,7	2670982,5	2887872,6	2930197,8	2950258,3
I класс опасности	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
II класс опасности	249,5	198,0	186,4	170,2	162,6
III класс опасности	6084,0	5193,1	4839,2	4533,1	4437,0
IV класс опасности	2530846,2	2665589,4	2882845,0	2925492,5	2945656,7

Таблица 2 – Динамика образования отходов по классам опасности, тыс. т

Показатели	Года				
	2010	2011	2012	2013	2014
Всего, в т.ч.:	56381,3	61762,3	55305,5	53325,2	53116,6
I класс опасности	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2
II класс опасности	39,4	32,9	30,8	25,2	23,9
III класс опасности	182,1	99,4	109,2	88,2	80,1
IV класс опасности	56159,5	61629,7	55165,3	53211,6	53012,4

В республике основными источниками многотоннажных отходов являются: угольная промышленность, металлургия, добыча нерудных материалов и энергетика [1]. Структура образования промышленных отходов представлена на рисунке 1.



1 – отходы добычи и обогащения; 2 – доменные шлаки; 3 – сталеплавильные шлаки; 4 – зола и золошлаковые отходы; 5 – железосодержащие отходы; 6 – известковые отходы; 7 – остальные

Рис.1 – Структура образования промышленных отходов

Многие экологические проблемы в регионе связаны с долговременным хранением промышленных отходов в породных отвалах и шламонакопителях. Они являются источниками загрязнения не только всех компонентов окружающей природной среды, но и причиной того, что класс заболеваний верхних дыхательных путей у жителей Донецкого региона занимает одно из первых мест.

Практически во всех городах республики есть места складирования промышленных отходов. При чем большое количество из них в процессе изменения форм собственности предприятий потеряли законного хозяина и являются бесхозными. Это также является одной из проблем, так как никто не несет ответственности за их влияние на окружающую среду.

Одним из перспективных подходов для решения существующих социально-экологических проблем являются утилизация и использование отходов в различных отраслях народного хозяйства.

Так, например, в металлургическом производстве снижение образования шлаковых отходов возможно за счет их повторного использования и перехода на новые технологии.

Основными направлениями в промышленности чёрных, цветных и редких металлов были и остаются разработка методов селективного извлечения целевых компонентов, что в области гидрометаллургической переработки приводит к созданию более избирательных экстрагентов.

Также при переработке доменных шлаков возможно получение гранулированного шлака для производства цемента, закладки выработанного пространства, производства местных и шлакощелочных вяжущих заполнителей бетонов, минеральной шлаковой ваты, шлакоситаллов, щебня и песка. Применение шлаков в строительстве позволяет экономить первичные минеральные ресурсы, клинкерный цемент и топливо [2].

Из породной массы, отходов угледобычи и углеобогащения, можно извлекать ценные компоненты (благородные и цветные металлы, железо), ей может производиться закладка выработанного пространства шахт, ее можно использовать для производства строительных материалов (кирпича, блоков, кровельной черепицы, лестниц и подоконников, декоративных облицовочных плит), заполнителей бетона, сырья для производства огнеупорных материалов, в дорожном строительстве, а также для производства низкосортного топлива [3].

Вопросы утилизации и переработки промышленных отходов имеют первостепенную важность с точки зрения экологически безопасного подхода к жизнедеятельности человека, а также с точки зрения эколого-экономического решения проблемы, поскольку промышленные отходы представляют собой ценное вторичное сырье, и такой подход отвечает условиям сбалансированного природопользования.

В результате утилизации и использования промышленных отходов в регионе не только будут уменьшаться их накопленные объемы, но и будет налажено производство более дешевой продукции при минимальных затратах природных ресурсов, а это, в свою очередь, решит экологические задачи в регионе. Освобожденные территории после рекультивации можно использовать для сельскохозяйственных нужд или для увеличения площадей озеленения города.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Донецькій області у 2012 році. – Донецьк, 2013. – 279 с.

2. Аксенова, Л.Л. Использование отходов предприятий черной и цветной металлургии в строительной индустрии / Л.Л. Аксенова, Л.В. Бугаенко // Материалы III Международной научной конференции «Технические науки в России и за рубежом». – М.: Буки-Веди, 2014. – С. 106–108.

3. Ганина, Л.И. Перспективы использования отходов горно-обогатительного производства в качестве сырья для строительных материалов / Л.И. Ганина. – Апатиты: КНЦ РАН, 2001. – С 136–138.

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА НАИЛУЧШИХ МЕТОДОВ УДАЛЕНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ ЗОЛОШЛАКОВ ТЭС

Н.А. Метлина, Ю.Н. Ганнова

Донецкий национальный технический университет

В докладе рассмотрены основные методы (технологии) переработки золошлаковых отходов ТЭС. Выбраны наиболее перспективные методы для утилизации золошлаков на примере Зуевской ТЭС. Использование их в промышленности, строительной индустрии и сельском хозяйстве – один из стратегических путей решения экологической проблемы в зоне работы ТЭС.

Ключевые слова: ОЧАГОВЫЕ ОСТАТКИ, СИСТЕМА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ЗОЛОШЛАКОУДАЛЕНИЯ, ЗОЛОШЛАКООТВАЛЫ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗОЛОШЛАКОВ.

In the report the main methods (technologies) of conversion of ash and slag waste of thermal power plant are considered. The most perspective methods for utilization of ash and slag on the example of Zuyevskaya thermal power plant are chosen. Their use in the industry, the construction industry and agricultural industry – one of strategic solutions of an environmental problem in a zone of work of thermal power plant.

Keywords: FOCAL REMAINS, SYSTEM OF HYDRAULIC ASH AND SLAG REMOVAL, ASH DUMPS, THE USE OF ASH AND SLAG.

Одной из основных экологических проблем при сжигании угля является образование значительного количества золошлаковых отходов. Золошлаковые отходы – это отходы, образуемые в результате сжигания угля, торфа и их смесей в энергетических целях. Зола – продукт сжигания топлива, в частности угля, она выносится дымовыми газами из топок котлов и улавливается в аппаратах различного типа, преимущественно в электрофильтрах. Шлак – очаговый материал, который удаляется из котлов через их летки [1].

К основным методам использования золошлаковых материалов относятся:

- Использование золошлаков для заполнения подземных и поверхностных выработок и пустот, углублений рельефа, укрепления грунтов: в ряде стран зола ТЭС используется для заполнения шахтных выработок. При этом зола в них закачивается через специальные скважины в сухом или мокром виде. В ряде случаев требуется планировка (выравнивание) земельных участков с укреплением их грунтов. Здесь также могут использоваться зола и золошлаковая смесь из отвалов.

- Применение золошлаков для дорожного и аэродромного строительства: зола и золошлаковые смеси ТЭС, особенно те, что содержат более 50% гранулированного шлака от жидкого удаления, может использоваться в качестве добавки при устройстве дорожных одежд. Шлак жидкого удаления может использоваться в дорожном строительстве и по другим технологиям, в частности, для непосредственной отсыпки сельских, а также других подобных дорог, в смеси с золой, грунтом и другими местными материалами.

- Использование золы и шлака для возведения дамб отвалов: наиболее пригодными являются золошлаковые материалы с повышенным содержанием СаО, обладающие достаточно высокой цементирующей способностью. Шлак жидкого удаления может использоваться для защиты верховых (внутренних) откосов грунтовых дамб от разрушения волновым воздействием [3].

- Золобетоны, их использование: Объективной предпосылкой для использования золы в различных типах бетонов является ее естественная активность. Золы, применяемые в бетонах, не должны содержать землистых примесей, мусора, металлических включений, чрезмерных количеств недожога, свободной извести и магнезии, сернистого ангидрида. Золобетоны по разновидности делятся на следующие виды: ячеистый и плотный золобетон, гидротехнический бетон [2].

- Силикатный, керамический кирпич и другие стеновые изделия: при производстве силикатного кирпича зола и шлак ТЭС могут использоваться в качестве вяжущего или заполнителя. В силикатном кирпиче возможно применение дробленного топливного шлака. Получаемые изделия по многим параметрам превосходят обычный силикатный кирпич. Золошлаковые материалы успешно применяются и для изготовления обычного обжигового (керамического) кирпича. При этом они используются как в качестве добавок к основным глинистым составляющим, так и в качестве основного сырья. Разработан ряд технологических способов получения зольной керамики, где золошлаковые отходы ТЭС являются уже не добавочным материалом, а основным сырьевым компонентом [1].

- Производство легких заполнителей для бетона: из золошлаковых материалов ТЭС изготавливаются следующие виды пористых заполнителей: зольный гравий и песок; зольный аглопорит (аглопоритовый гравий); аглопоритовый щебень; глинозольный керамзит; безобжиговый заполнитель гравиеподобной формы. В качестве сырья для производства зольного гравия служат золы ТЭС сухого и мокрого удаления; для производства аглопоритового гравия используют золы сухого удаления, допускается использование золы из отвалов при условии ее обезвоживания. Весьма перспективным является использование золы ТЭС для производства глинозольного керамзита, используются практически все виды зол, при этом могут вовлекаться золы из отвалов, более того, в этом случае не рекомендуется раздельное складирование [2].

- Производство бесклнкерного цемента и бесцементного вяжущего с применением золы: производятся путем размалывания и смешивания сухой золы и извести, используются для производства газобетонов и штукатурных растворов.

- Сухие строительные смеси: в настоящее время для производства сухих смесей широко применяются золы ТЭС вместо части вяжущих и подавляющего количества классических наполнителей. Преимуществом золы является ее готовое мелкодисперсное состояние [2].

- Применение зол сухого улавливания в качестве добавки к битумам, полимерно-битумным вяжущим и при изготовлении асфальта: используется сухая зола в качестве заполнителя.

- Золошлаки в производстве теплоизоляционных материалов: использование золы в ячеистых бетонах, применяемых для изготовления теплоизоляционных стеновых и облицовочных изделий. Расплав и раздув шлака на стекловолокно, формирование из него минераловатных изделий.

- Применение золы для изготовления фасадной керамической плитки и черепицы: при производстве керамической плитки к шихте, содержащей преимущественно глину, добавляется 20-35% золошлаков; для изготовления черепицы используют сухую золу из-под электрофилтра.

- Комплексная переработка золошлаков: предлагают производить по двум основным направлениям: первичное разделение на золу, шлак, микросферу, ферросилиций и, возможно, углеродистую составляющую, с их последующим использованием в отдельности; последовательно выделение, преимущественно из золы,

Fe_2O_3 , Al_2O_3 , SiO_2 , редких элементов и т.п. На практике эти два направления могут использоваться одновременно [3].

Из перечисленных наиболее перспективными, экологически и экономически выгодными являются следующие методы: использование золошлаковых материалов в различных типах бетонов; использование золы и шлака в качестве вяжущего или заполнителя при производстве силикатного кирпича и др. стеновых изделий; производство легких заполнителей для бетона; получение сухих строительных смесей; переработка золы и шлака непосредственно возле ТЭС и получение сухих золошлакопродуктов с высокой потребительской стоимостью. Зуевская ТЭС вырабатывает электрическую и тепловую энергию за счет сжигания в топках котлов блоков твердого топлива (угли марки Д, ДГ). На тепловой электростанции все золошлаковые отходы складываются на золошлакоотвале с применением гидравлической системы золошлакоудаления. Влажные золошлаки, попадая в золошлакоотвал, быстро слеживаются и в значительной степени теряют свои потребительские свойства. Отвод земельных ресурсов для строительства нового золоотвала крайне затруднен, практически невозможен, требует значительных капитальных затрат. Размещение золошлаков на золошлакоотвале сопряжено с определенным воздействием на окружающую природную среду и значительными затратами. На данный момент основными потребителями золошлаковых материалов являются физические лица в районе города Зугрэс и близлежащих поселков. В незначительных объемах потребляют золошлаки частные предприятия с целью их использования в строительной промышленности. В соответствии с техническими решениями, отраженными в проектной документации по наращиванию очередных ярусов золоотвала, золошлаки используются при устройстве дамб золоотвала. На Зуевской ТЭС практикуется отбор и реализация микросферы. Также организован крупнотоннажный отпуск золошлаков для его использования в качестве цементного клинкера.

Для обеспечения в перспективе полной утилизации золошлаков Зуевской ТЭС нами предлагается осуществлять следующие мероприятия:

1. отгрузку золошлаковой смеси посторонним потребителям непосредственно из золошлакоотвала в балке Калмыцкая;
2. отгрузку отдельно сухой золы и шлака посторонним потребителям (после внедрения систем пневмозолоудаления);
3. отгрузку посторонним потребителям (при соответствующей востребованности) увлажненных, но кондиционных по своим характеристикам, золы, шлака или золошлаковой смеси (отобранных из различного рода отстойников);
4. отгрузку посторонним потребителям переработанных очаговых остатков (стабилизированных по гранулометрическому и химическому составу, измельченных, усредненных, активированных и т.п.) с улучшенными потребительскими и товарными свойствами;
5. переработку золы, шлака и золошлаков непосредственно возле ТЭС (при этом очаговые остатки будут приобретать наибольшую стоимость и возможность поглощающего спроса).

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК:

1. Золошлаковые материалы и золоотвалы (под редакцией В.А.Мелентьева). – М., “Энергия”, 1978 – 295 с.
2. Рекомендации по применению в бетонах золы, шлака и золошлаковой смеси тепловых электростанций. – М., “Стройиздат”, 1986 – 80 с.
3. Попов С.В., Брагинский В.Г., Омельченко И.В. Опыт использования золошлаковых отходов. – Донецк, Сборник Донецкого Промстройпроекта “Современные проблемы строительства”, 2008.

УТИЛИЗАЦИЯ ПЫЛИ КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА В ВИДЕ БРИКЕТОВ ПОВЫШЕННОЙ ПРОЧНОСТИ

А.А. Мельниченко, Т.Ф. Дорошенко

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

В данной статье рассмотрен вопрос, касающийся утилизации коксовой пыли, которая в больших количествах образуется на коксохимических предприятиях, путем производства брикетов повышенной прочности.

Ключевые слова: КОКСОВАЯ ПЫЛЬ, БРИКЕТЫ, СВЯЗУЮЩИЕ РЕАГЕНТЫ, УПЛОТНЕНИЕ, ХАРАКТЕРИСТИКА БРИКЕТОВ.

This article describes the issue of utilization of coke dust, which is in large quantities produced at coke plants through the production of briquettes of high strength.

Key words: COAL DUST, BRIQUETTES, BINDING AGENTS, THE SEALING CHARACTERISTICS OF THE BRIQUETTES.

Утилизация отходов коксохимического производства, по современным экологическим требованиям является одной из актуальных задач коксохимии.

Коксовая пыль образуется в больших количествах на предприятии при любых технологических процессах, происходящих при использовании кокса (переразгрузке кокса, рассортировке валового кокса, тушении сухого кокса и т.д.). Масса образовавшейся коксовой пыли в среднем на одном коксохимическом предприятии составляет около 18000-20000т/г. Размеры частиц пыли 0-5мм. Утилизация коксовой пыли является актуальной проблемой для коксохимиков. Пыль практически не находит применения из-за сложности с транспортировкой и разгрузкой и обычно возвращается в количестве 1% к массе шихты в шихту коксования или при наличии технологии перерабатывается на предприятии путем применения различных методов уплотнения и фасовки, либо упаковывается в различную тару (мешки).

Всю коксовую пыль в зависимости от зольности можно подразделить на 3 марки ПК-1, ПК-2 и ПК-3 таблица 1.

Таблица 1 - Характеристика коксовой пыли

Марки	Наименование показателей	
	Зольность(% , мас., не более)	Массовая доля влаги в рабочем состоянии топлива (% , масс.)
ПК-1	13	1-10
ПК-2	17	1-10
ПК-3	23	1-10

Метод испытания на зольность был осуществлен согласно ГОСТ 11022, массовая доля влаги в рабочем топливе определялась по ГОСТ 27588.

На предприятиях Донбасса встречаются в основном марки пыли ПК-2 и ещё чаще ПК-3. В нашей работе исследовалась пыль средней зольности, результаты технического анализа которой представлены в таблице 2, как можно увидеть из результатов коксовая пыль соответствует марки ПК-2.

Таблица 2 - Результаты технического анализа коксовой пыли

	Q _в , ккал/кг	W _а , % мас.	V ^{daf} , % мас	S ^d _t , % мас.	A ^d , % мас.
Коксовая пыль	8800	4,7	3,25	0,37	6,58

На данный момент в мире используется три способа уплотнения коксовой пыли: брикетирование, грануляция и агломерация.

Агломерация - термический способ окускования мелких материалов, чаще всего рудной шихты (рудной мелочи и концентратов, пылевидных руд, колошниковой пыли), для улучшения их металлургических свойств, осуществляемый обычно путём сжигания мелкого топлива в самом материале за счёт непрерывного прососа воздуха.

Гранулирование - это метод изготовления комков пыли или шламового материала, основанный на увлажнении мелкозернистого сырья во вращающемся оборудовании. При вращательном движении отдельные частицы сырья слипаются и формируются в так называемые «окатыши», на которые налипают другие материалы. Во время этого процесса получают сферические гранулы желаемого размера.

Брикетирование - процесс получения кусков (брикетов) с добавкой и без добавки связующих веществ с последующим прессованием смеси в брикеты нужного размера и формы.

Главной задачей уплотнения коксовой пыли является не только создание определенной формы и размера брикета, но и создание физико-химических свойств, обеспечивающих качество топлива в зависимости от дальнейшего его применения.

Гранулирование и брикетирование коксовой пыли является самым универсальным способом переработки, а также в качестве связующего вещества может использоваться целый ряд отходов коксового производства, что значительно снижает стоимость процесса брикетирования и грануляции коксовой пыли.

Одним из важных вопросов является выбор связующего реагента. В качестве связующего вещества может быть использованы машинные масла, газойль, топочный мазут, дизельное топливо, химические продукты улавливания коксохимического производства и т.д.

В ходе работы были проведены исследования для определения наиболее эффективного реагента. Угольный шлак был обогащен топочным мазутом, газойлем, отработанным маслом. Экспериментальные данные приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Обогащение коксовой пыли различными реагентами

Название реагента	Q_b , ккал/кг	W_a , % мас.	V^{daf} , % мас	A^d , % мас.
Отработанное масло	9250-9300	8,5-10,5	1,25-2,0	5,5-6,0
Топочный мазут	9000-9100	10,7-14,5	1,5-2,4	6,0-7,5
Газойль	8900-9050	12,2-16,0	1,6-2,8	7,5-8,5

По данным таблицы можно сделать вывод, что наиболее приемлемым реагентом из приведенных вариантов можно считать отработанное масло, которое является, по сути, отходом.

Топливные брикеты должны обладать следующими технологическими характеристиками согласно ГОСТам и ТУ:

- испытание сжатием, 3-5 кг/см (нагрузка на брикет в нижнем слое в доменной печи);
- испытание на истирание (содержание кусков >25 мм должно быть более 80% мас.);
- испытание сбрасыванием (содержание кусков >25 мм должно быть более 80% мас.);

Кроме того, брикеты должны иметь низкую зольность до 10% мас., и высокую теплоту сгорания в среднем 9000 ккал/кг.

Качество брикетов оценивается механической прочностью, атмосферной устойчивостью, водоустойчивостью, термоустойчивостью и газопроницаемостью[2].

Прессование концентратов осуществлялось в штемпельном прессе в специально изготовленной пресс-форме. Давление прессования составляло от 10-15 атм. Брикетирование осуществлялось как чистого концентрата (уже содержит машинное масло – связующее, в количестве приемлемом для брикетирования более 5 % мас.), так и с добавлением связующих веществ в количестве 6-8% к массе исходного концентрата. В качестве связующего еще использовались: карбамид, вторичные полимеры, битум, парафин.

Предлагается следующий механизм образования прочного брикета из концентрата коксовой пыли, полученный методом масляной агломерации, соответствующий теории брикетирования. Гранулы концентрата обмаслены, что приводит к их скольжению по поверхности друг друга при начале процесса прессования. Частицы занимают более удобное положение и плотно упаковываются под действием нагрузки, пустоты между поверхностями занимает связующие. Далее, с увеличением нагрузки происходит проникновение частиц в друг друга при этом масло и связующие также проникают вовнутрь разлома частиц, происходит склеивание внутри.

Динамическая нагрузка позволяет равномерно структурировать брикет, этот эффектно показало сравнение с брикетированием в статических условиях, где при одинаковой конечной нагрузке 15 тонн на кв. см прочность брикетов из одинаковых смесей была разная.

Таким образом, используя технологию брикетирования отходов коксохимического производства, можно существенно экономить энергетические и сырьевые ресурсы предприятия, значительно снизить загрязнение окружающей среды, а также создавать новые, эффективные рабочие места.

Из полученных данных видно, что брикеты из чистого концентрата по большинству характеристик имеют хорошие показатели, однако испытание на истирание показало их неустойчивость к этому воздействию, что ограничивает транспортировку на дальние расстояния. Брикеты изготовленные с помощью вторполимеров имели наибольшую прочность, однако наличие во вторполимерах серы, значительно увеличило этот показатель в брикетах и при их использовании может наносить вред экологии.

Наилучшими характеристиками обладают брикеты с использованием карбамида в качестве связующего. Эти брикеты имели наилучшие характеристики и соответственно применимы в любой технологии использования брикетов.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Бабенко С.А., Семакина О.К., Миронов В.М., Чернов А.Е.* Гранулирование дисперсных материалов в жидких средах // Изд-во Института оптики и атмосферы СО РАН, – Томск, – 2003. – С – 345.
2. Cook S.A., Goldney L.H. The effect of heat treatment and certain additives on strength of fired magnetite pellets. // "Trans. AIME". – 1952. – v. 193
3. *Папин, А.В.* Экологические и технологические аспекты утилизации коксовой пыли в виде топливных брикетов / Папин А.В., Игнатова А.Ю., Со- лодов В.С. // Безопасность в техносфере. – 2013. - № 2. – С. 66-70

ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА

А.О. Суркова, Ю.В. Манжос

Донецкий национальный технический университет

В представленной работе проведены исследования по термической деструкции полиэтилентерефталата. Исследования проводились при разных температурах и с разной выдержкой времени. Химические продукты термической деструкции полиэтилентерефталата первоначально улавливались в колбе “Вюрца”, а затем в холодильнике.

Ключевые слова: ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТ; БЕНЗОЙНАЯ КИСЛОТА; БЕНЗОЛ; ТЕРМИЧЕСКАЯ ДЕСТРУКЦИЯ.

The article presents the study on thermal degradation of polyethylene terephthalate. The studies were conducted at different temperatures and with different aging time. Chemical products of thermal degradation of polyethylene terephthalate was originally located in the flask “Vurca”, and then in the fridge.

Keywords: POLYETHYLENE TEREPHTHALE; BENZOIC ACID; BENZENE; THERMAL DESTRUCTION.

На сегодняшний день отходы из ПЭТ пластиковых бутылок являются наиболее востребованным вторсырьем, источником ПЭТ полимеров. Буквально недавно еще сотни тысяч тонн пластиковых бутылок произведенных из первичного ПЭТ сырья (ПЭТФ – полиэтилентерефталат) «закатывались» в землю и сжигались, при этом нанося непоправимый удар по экологии. Ведь пластиковая бутылка ПЭТ разлагается очень медленно, примерно за 100 лет.

К сожалению, нормальные механизмы по сбору и переработке пластиковых бутылок (ПЭТ, ПЭТФ) в местах сбора мусора и на городских свалках далеки от совершенства. Не хватает заводов по переработке отходов. А ручная переработка не всегда организуется, так как нерентабельна.

Небольшой город, в пределах 100 000 населения, ежемесячно выбрасывает около 20 тонн пластиковых бутылок (ПЭТ, ПЭТФ). И с каждым годом, объем отходов из ПЭТ пластиковой бутылки растет на 20%. И если бы не вторичная переработка - страну ждала бы экологическая катастрофа. После каждого городского праздника вывозится на свалку тонны пластиковых ПЭТ (ПЭТФ) бутылок [1].

Объемы потребления полимеров, производимых из нефтехимического сырья, постоянно растут. Пластмассы теснят бумагу, металл, картон, стекло. Но одновременно увеличиваются и объемы изделий из пластмасс (в первую очередь, упаковки), попадающих после использования на свалки.

Как известно, сроки разложения традиционных пластмасс составляют десятки и сотни лет, а площади для свалок ограничены. Поэтому проблема пластмассового мусора становится все более актуальной.

В ряде стран – Тайвань, Германия, Ирландия, Южная Африка – вводятся запрещения или ограничения на употребление пластиковых пакетов [1].

Доля пластмасс в твердых бытовых отходах в развитых странах достигает до 11-12%. В США – крупнейшем потребителе пластмасс – ежегодно на муниципальных свалках «оседает» около 22 млн. тонн пластиковых отходов, из которых 17% сжигается, 28% – подвергается вторичной переработке и компостированию, а 55% – остается на свалках, то есть количество не разлагаемого пластмассового «мусора» каждый год увеличивается на 12 млн. тонн.

Еще одна серьезная проблема пластиковых отходов связана с присутствием в них различных аддитивов: стабилизаторов, красителей, пластификаторов, специальных добавок, содержащих тяжелые металлы – кадмий, свинец, ртуть. Сжигание таких отходов не исключает попадания тяжелых металлов в окружающую среду [1].

Для переработки полиэтилентерефталата было принято решение применить метод термической деструкции.

Для проведения экспериментов нами была собрана установка состоящая из: печи, реторты, термопары, колбы Вюрца, водяного холодильника и газгольдера.

Термическая деструкция, или пиролиз – это термическое разложение органических продуктов в присутствии кислорода или без него. Пиролиз полимерных отходов позволяет получить высококалорийное топливо, сырье и полуфабрикаты, используемые в различных технологических процессах, а также мономеры, применяемые для синтеза полимеров.

Газообразные и жидкие продукты термического разложения пластмасс могут использоваться в качестве топлива. Спектр применения твердых (воскообразных) продуктов пиролиза отходов пластмасс достаточно широк (компоненты различного рода защитных составов, смазок, эмульсий, пропиточных материалов и др.) [2].

Термическую деструкцию проводили без доступа кислорода при разных температурах, с разной выдержкой времени и с улавливанием продуктов разложения.

При проведении эксперимента с температурой 400°C, получились такие продукты разложения: кристаллы желтого цвета, углекислый газ и продукт похожий на кокс, но очень легкий и пористый. Полученные кристаллы теоретически представляют смесь терефталевой и бензойной кислот.

Для дальнейшего определения разложения полиэтилентерефталата, поднимаем температуру до 500°C, получились такие продукты разложение, что и при 400°C, но в трубке реторты было небольшое скопление коричневого осадка, похожего на тянущуюся массу.

Повышаем температуру до 600°C, в процессе проведения эксперимента происходили выбросы продуктов разложения в колбу Вюрца. В результате эксперимента получили такие продукты разложения, как, остаток в виде кокса, углекислый газ, кристаллов кислоты в реторте было не обнаружено, но произошёл выброс коричневого остатка в колбу Вюрца.

При этом, в ходе повышения температуры при достижении 344°C (при включенном нагревателе), температура вначале стабилизировалась, а затем стала понижаться.

Снижение температуры продолжалось в течение 280с. При этом температура понизилась до 328°C, а затем снова начала повышаться.

Такие процессы характерны при изменении агрегатного состояния вещества.

Для дальнейшего определения продуктов разложения было принято решение выдерживать температуру 400°C и 500°C.

В следующем эксперименте термическую деструкцию произвели при 400°C с выдержкой времени в 3 часа.

В результате эксперимента получились продукты, такие как, остаток в виде кокса, кристаллы кислоты и углекислый газ.

В данном эксперименте тоже наблюдались скачки температуры в течение 5 минут.

Термическую деструкцию при 500°C производили с выдержкой 2 часа, получили такие продукты, как, осадок в виде кокса, углекислый газ, большой выброс коричневого осадка в колбу Вюрца.

На рисунке показано изменение температуры при термической деструкции.

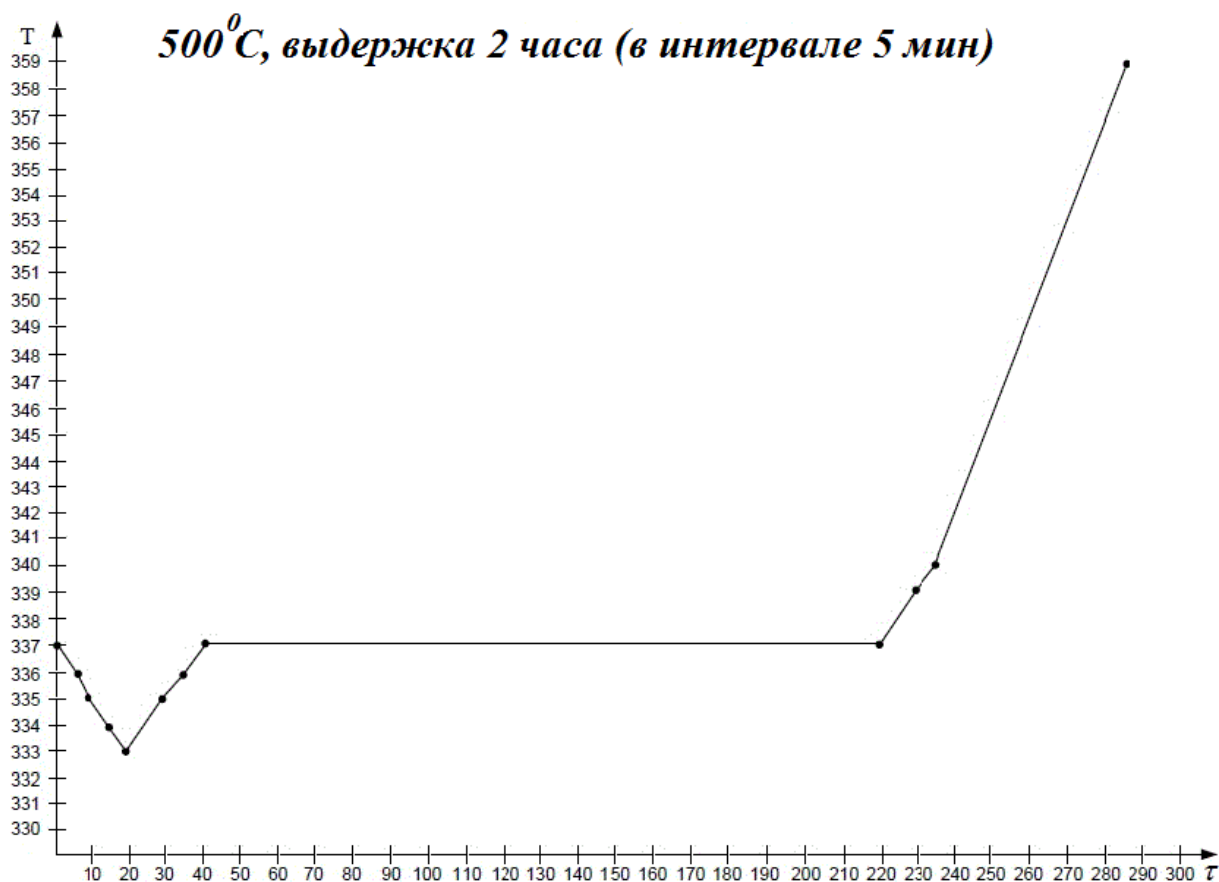


Рисунок – Изменение температуры при термической деструкции

Для того чтобы разделить полученные кислоты, кристаллы растворили в бензоле. Для этого взяли 1,2 грамма кристаллов и 25 мл бензола, все перемешали и поставили на отстаивание, а затем произвели декантирование. В результате эксперимента бесцветный бензол окрасился в желтый цвет, значит у нас растворилась бензойная кислота. Масса не растворившегося осадка составила 1 грамм. Осадок белого цвета не растворяется в холодном спирте, горячем спирте, 25% концентрированной щелочи.

При проведении термической деструкции полиэтилентерефталата могут быть получены горючие газы, жидкие составляющие, а также терефталевая и бензойная кислоты.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Шварц, О.* Переработка пластмасс / О. Шварц, Ф. В. Эбелинг, Б. Фурт. М.: Профессия, 2008. – 320 с.
2. Переработка отходов пластмасс на комплексе ПРОМЕТЕЙ методом пиролиза. Режим доступа: <http://www.potram.ru/index.php?page=25>.

УТИЛИЗАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ С ПОЛУЧЕНИЕМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ТОПЛИВА

М.С. Томчик, П.А. Гнитиёв

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

В докладе представлен процесс получения биогаза, показаны основные варианты использования такого вида топлива, польза от биогазовых установок, решение некоторых экологических проблем связанных с утилизацией отходов.

Ключевые слова: ЗАМЕНА ТОПЛИВ, АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА, БИОГАЗ

The report presents the process of obtaining biogas, shows the main options for using this type of fuel, the benefits of biogas plants, the solution of some environmental problems associated with waste disposal.

Key words: REPLACEMENT OF FUELS, ALTERNATIVE ENERGY, BIOGAS

В настоящее время в мире широко используется природный газ, как в быту, так и в производстве.

В связи с повышением цен на газ, кризисом и политической ситуацией в газодобывающих странах и их соседей все больше развивается технология получения биогаза. Т.к. он больше всего похож по параметрам на природный газ и затраты на получение такого газа значительно ниже.

Биогаз – это газ который, получают путем микробного разложения отходов. В основном состоит из метана (55-70%) и диоксида углерода (45-30%), но также содержит некоторые включения, которые удаляются в биогазовой станции. По свойствам биогаз наиболее близок к природному газу (80-98 % метан). Биогаз не имеет цвета и запаха также, как и природный газ. Он может использоваться для сжигания в котлах и двигателях внутреннего сгорания без обогащения. Наиболее распространено использование биогаза для выработки электрической энергии. Биогаз можно очищать от углеводорода и доводить до свойств природного газа. Такой газ называется биометаном. Очистка производится с помощью воды. После очистки газ не отличается от природного газа.

Процесс разложения в обычных условиях длится тысячи лет. Для того чтобы он был быстрее, а именно несколько дней, создают благоприятные условия для жизнедеятельности специальных бактерий. Биосубстрат – смесь, которую загружают в биореактор для переработки её бактериями. Он чаще всего состоит из смеси навоза и измельченного кукурузного силоса. Так же есть биогазовые установки, работающие только на навозе животных. Современные установки проектируются для нескольких целей, одна из основных – утилизация бытовых органических отходов.

Процесс происходит внутри специальных метантанков, на поверхности биосубстрата, закачанного в ферментер биогазовой установки. У процесса есть 4 фазы:

- Гидролизная фаза
разложение белков, жиров, углеводов на простые составляющие (аминокислоты, глюкоза);
- Кислотообразующая фаза
разложение простых составляющих на органические кислоты и аммиак, сероводород, водород;
- Ацидогенная фаза

органические кислоты под действием ацетогенных бактерий преобразуются в уксусную кислоту;

- Метаногенез

уксусная кислота разлагается на метан, углекислый газ и воду; водород и углекислый газ преобразуются в метан и воду;

Польза от биогазовой установки:

- Тепло.

При сжигании биогаза в двигателях когенератора (ДВС), в рубашке охлаждения, образуется большое количество горячей воды. Ее температура достигает 70-80°C. Горячую воду, подаваемую в коммунальные теплотрассы, используют для обогрева жилых домов, производственных помещений с людьми и животными, для обогрева и поддержания микроклимата в теплицах. Такой источник тепла используют для эксплуатации открытых и закрытых бассейнов.

- Электричество.

Гарантированный источник электроэнергии. Сжигание газа в двигателе внутреннего сгорания приводит в действие вал электрогенератора, в результате вращения образуется электроэнергия. Из 1 м³ биогаза можно выработать около 2 кВт электроэнергии.

- Природный газ.

Технический прогресс не останавливается. Если раньше это было очень затратно и дорого, то теперь иначе. Современные биогазовые установки все чаще оснащают модулями для полной очистки биогаза. В результате нескольких технологических операций содержание метана увеличивается до 90 %, побочные газы удаляются. Биогаз превратился в стандартный природный газ, и его можно использовать как обычно в бытовых целях (газовые котлы и плиты.)

- Органические удобрения.

Биосубстрат, после удаления из него газа и обработки бактериями, представляет собой экологически чистые, жидкие органические удобрения, лишенные нитратов, семян сорняков, болезнетворной микрофлоры. Внесение таких удобрений в почву повышает урожай, улучшает качество земли, уменьшает количество необходимого использования минеральных удобрений.

- Решение экологических проблем.

Утилизация органических отходов жизнедеятельности человека и животных. Биогазовые установки устанавливаются на очистных сооружениях сточных вод городов, в сельской местности на фермах, птицефабриках, мясокомбинатах для обеспечения энергетической независимости, производства электроэнергии и тепловой энергии из отходов производства. Экономически эффективная утилизация навоза в больших количествах важнейший аргумент для современного интенсивного сельского хозяйства.

За счет производства биогаза уменьшаются выбросы метана и аммиака в атмосферу, снижается потребление минеральных удобрений и устраняет загрязнение грунтовых вод. Большим плюсом для экономики любой страны является то, что, сырье для производства биогаза чаще всего уже есть на предприятиях и его не нужно закупать у стран соседей или у конкурентов и т.д. Ведь этот газ является непредотвратимым побочным продуктом переработки и утилизации органических отходов.

Для биогазовых установок (рисунок) в качестве сырья используют сельскохозяйственные отходы, отходы пищевой промышленности, содержащее

городских канализаций. То есть на производство биогаза финансовые затраты требуются только на оборудование и его дальнейшее сервисное обслуживание.

При отсутствии биогазовых установок большие проблемы с вывозом и захоронением отходов, но внедренная биогазовая установка и использование отходов решают эту проблему. Установка так же может обеспечить теплом и электричеством ближайшие предприятия и населенные пункты.

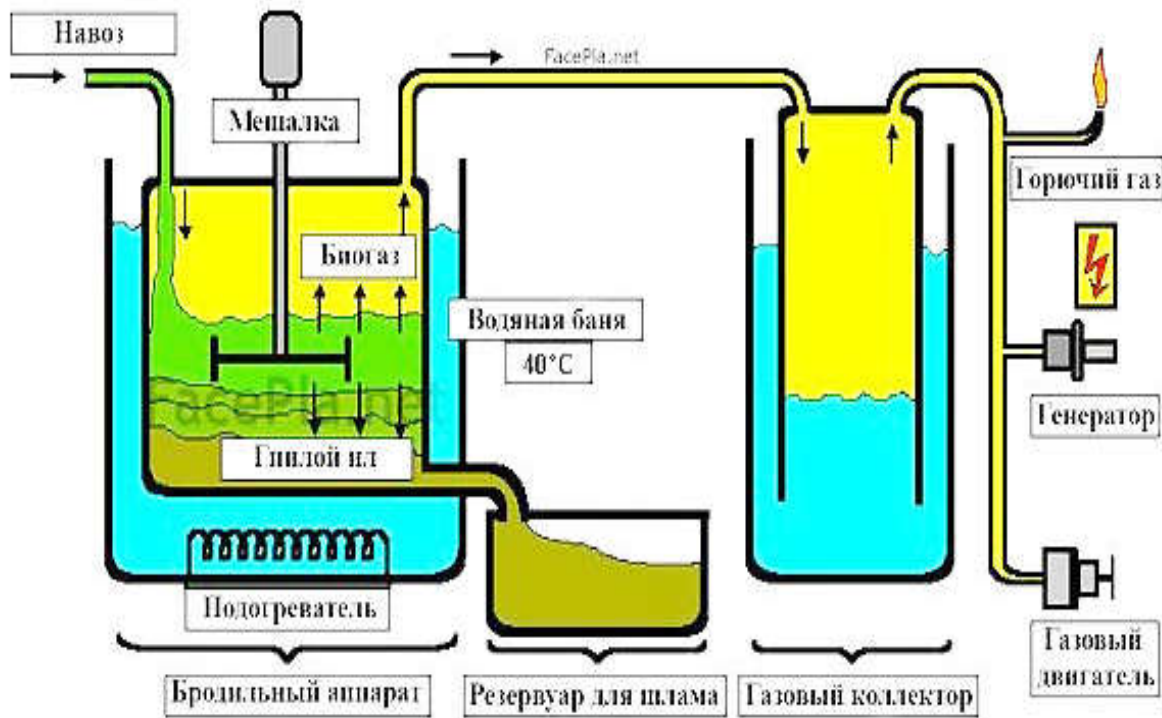


Рисунок – Схема биогазовой установки

В качестве вывода можно сказать, что развитие производства биогаза является выгодным для крупных фермерских угодий. Одновременно с получением ценного энергетического топлива вырабатывается компост, который является ценным продуктом при удобрении сельскохозяйственных полей. Спектр потребителей данной продукции также широк, начиная от использования газа в быту в качестве топлива для газовых и духовых плит, систем отопления и заканчивая двигателями внутреннего сгорания автомобилей и сельскохозяйственной техники. Важным остается вопрос очистки газа от серы, двуокиси углерода и целесообразности построения систем очистки для производств малой мощности.

Производство биогаза является наиболее эффективным способом, обеспечивающим потребителей газом, теплом и светом, в тоже время является экологически безопасным.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Баадер, В. Биогаз: теория и практика [Текст]: учеб. для вузов / В.Баадер, Е.Доне, М.Бренндерфер. – М.: 1982.
2. Веденев, А.Г. Биогазовые технологии [Текст]: учеб. пособие / А.Г. Веденев, Т.А. Веденева. - Казахстан: 2006. -90 с.
3. Добыча и утилизация биогаза – (<http://ztbo.ru/o-tbo/lit/texnologii-otxodov/dobicha-i-utilizaciya-biogaza>)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОРОДНЫХ ОТВАЛОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

В.И. Слонева, В.Ю. Романова

Донецкий национальный технический университет

В докладе рассмотрена тема минимизации влияния отходов горно-промышленного комплекса и проблема утилизации породных отвалов, так как они оказывают значительное негативное воздействие на окружающую природную среду и здоровье человека.

Ключевые слова: ШАХТНЫЙ ОТВАЛ, ПОРОДА, ЗАПОЛНИТЕЛЬ БЕТОНА, СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

The report considers the topic of minimizing the impact of mining complex waste and the problem of disposal of waste dumps, as they have a significant negative impact on the environment and human health.

Keywords: MINE SHELL, BREED, CONCRETE, BUILDING MATERIALS

В настоящее время особо актуальной проблемой для Донбасса является утилизация промышленных отходов. Количество отвалов породы в Донецкой области достигает около 600, они занимают тысячи гектар земель, продукты интенсивно загрязняют атмосферный воздух.

Целый ряд шахт и обогатительных фабрик, которые имеют породные отвалы исчерпали свои мощности и некоторые из них вышли за границы отведенной земли и требуют отвода новых земель (шахта им. Засядько, шахта «Южнодонецкая № 1», шахта «Россия» и другие).

Породные отвалы являются крупнотоннажными отходами - ежегодно в Донецкой области образуется около 21,2 млн. тонн золы отходов угледобычи и углеобогащения. Данные отходы являются ценным вторичным сырьем, которые используются неэффективно – только 0,7 млн. тонн.

Сегодня общественный прогресс невозможен в отсутствии мер по предотвращению загрязнения окружающей среды, разработки ресурсосберегающих, возобновляемых технологий и их внедрения. Результатом инноваций - внедрения научных идей, методов и методик является в том числе и социально-экономический эффект.

В зависимости от сферы приложения научные знания материализуются в следующие объекты:

- технологические процессы;
- технологические средства труда;
- организация производства;
- хозяйственные решения;
- предметы труда;
- управлением производством.

Разработка и внедрение мероприятий по комплексной переработке пород шахтных терриконов позволит решить ряд актуальных задач:

- нормализовать экологическую обстановку устранением источника загрязнения окружающей среды с сохранением сельскохозяйственных угодий;
- заменить сэкономить дорогостоящее природное сырье;
- использовать трудовые ресурсы, здания и сооружения, оборудование и технику, высвобождающиеся в связи с закрытием нерентабельных шахт;

- снизить социально-экономическую напряженность созданием рабочих мест на предприятиях по комплексной переработке техногенного сырья [1].

Вышеперечисленные мероприятия являются важным и необходимым направлением инновационной деятельности и служат формированию различных вариантов научно-технического развития.

Основным технико-экономическим преимуществом развития производства строительных материалов на основе утилизации породных отходов как одного из направлений комплексного использования месторождений является:

- расширение сырьевой базы путем замены дефицитного привозного сырья дешевым местным;
- приближение мест производства строительных материалов к местам их потребления и, как следствие, снижение транспортных расходов на перевозку сырья;
- концентрация добычи различных видов минерального сырья на одном предприятии;
- уменьшение затрат на добычу;
- дробление и помол исходного сырья.

Положительные аспекты прогрессивных малоодоходных технологических схем угледобычи оцениваются с двух позиций:

- 1) прямой – утилизации в народном хозяйстве попутных продуктов угледобычи – для изготовления стройматериалов (кирпич, блоки, вяжущее), в качестве удобрений; для выработки тепла (сжигание каптируемого газа) и очищенных шахтных вод для производственных нужд шахты и для орошения земель;
- 2) косвенной – искусственного уменьшения объема вредных отходов угледобычи.

Горелые породы шахтных терриконов Донбасского угольного бассейна могут относиться к различным группам по классификационным признакам, что подтверждает необходимость комплексного подхода при определении рационального направления их использования. Для выбора направления использования каждый вид промышленного отхода должен пройти несколько уровней оценки по различным критериям: по токсичности; химико - минералогическому составу; агрегатному состоянию, объемам образования. После такой многоуровневой оценки определяется направление утилизации и номенклатура продукции, получаемая на основе конкретного техногенного сырья.

Исследования горелых пород угольных бассейнов Донецка, Кузнецка, Москвы, Караганды и др., показали возможность их использования при производстве местных вяжущих, песка и щебня [2], а институтом ЦНИИС (г. Москва) определена номенклатура изделий, которые могут быть изготовлены на основе горелопородного заполнителя:

- лотковые элементы, элементы заборов,
- фасадная плитка,
- перегородки и другие изделия.

При этом стоимость изделий на основе горелопородного сырья не превышает 30...50% стоимости таких же изделий из обычного бетона, кирпича или дерева.

Одним из наиболее перспективным направлением утилизации породных отвалов является применение породы в строительстве. Породу можно использовать в качестве дорожно-строительного материала или как исходный продукт для его получения. Именно в подстилающее основание будущих автобанов могут быть уложены миллионы тонн этих промотходов в виде так называемого «золо-шлако-породного гравия». Для этого необходимо лишь в условия подряда включить обязательный пункт о том, что не

менее 50% дорожных стройматериалов будут составлять отгоревшие породные отвалы, металлургические шлаки и золошлаки ТЭС.

Для дорожного строительства используют так называемый «золо-шлако-породный гравий» (требования к нему и его технология производства изложены в ГОСТ 8269. 0 -97). Важным документом, стандартизирующим применение отходов угольной и металлургической промышленности для дорожного строительства является «ГОСТ 8269. 0-97 (Межгосударственный стандарт) «Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ».

Настоящий стандарт распространяется на щебень и гравий из плотных горных пород (в том числе попутно добываемых вскрышных и вмещающих пород и некондиционных отходов горных предприятий) и отходов промышленного производства (в том числе шлаков черной и цветной металлургии и тепловых электростанций) со средней плотностью зерен от 2,0 до 3,0 г/см³, применяемых в качестве заполнителей для тяжелого бетона, а также дорожных и других видов строительных работ [3].

В Донецке долгое время данное направление утилизации породных отвалов не имело широкого распространения, не смотря на наличие значительного объема сырья. Одним из наиболее ярких примеров инновационного внедрения вышеперечисленных разработок применения в качестве грунта при возведении земляного полотна отвальных пород шахтных терриконов со стабилизацией их цементом стала дорога от проспекта Мира до улицы Байдукова в г. Донецке.

Строительство дороги дало городу ряд положительных моментов:

- утилизация породного отвала и соответственно ликвидация его негативного влияния на окружающую природную среду;
- снижение себестоимости строительства дороги за счет использования золо-шлако-породного гравия;
- снижение выбросов от автотранспорта в следствии разгрузки центральных улиц города;
- высвобождение территории, занимаемой породным отвалом;
- создание эстетически благоустроенной территории.

Таким образом, в горной промышленности необходимо:

внедрять разработанные технологии по полной утилизации отходов, стремясь при этом к извлечению на земную поверхность только целевых компонентов, использовать безотходные методы обогащения и переработки природного сырья на месте его добычи.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Певзнер М.Е. Экология горного производства / М.Е. Певзнер, В.П. Костовецкий. – М.: Недра, 1990. – 376 с.
2. Глушнев С.В. Использование отходов угольной промышленности в дорожном строительстве / С.В. Глушнев. – М.: ЦНИЭИУголь, 1983. – 218 с.
3. Утилизация и рекуперация отходов - Краснянский М.Е./Учебное пособие – издание второе исправленное и дополненное / Харьков, 2007.

К ЗАДАЧЕ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ БАРАБАННОГО НЕФТЕСБОРЩИКА

Д.М. Кутлыбаева, Г.Я. Хусаинова

Стерлитамакский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Башкирский государственный университет»

В данной работе рассмотрено математическое моделирование разделения пленки нефти от воды с помощью вращающегося цилиндра, поверхность которого хорошо смачивается с жидкостью в пленке и имеет разные формы рифлености. Получено, что рост количества элементов, а так же рост относительного радиуса выступа приводит к увеличению производительности.

Ключевые слова: МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, РИФЛЕННОСТЬ, ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ.

In this paper, the mathematical modeling of the separation of oil films from water by means of a revolving cylinder, the surface which is well wetted with the liquid in the film and has different forms of reflecti. It is found that the increase in the number of items, as well as an increase in the relative radius of the protrusion leads to an increase in productivity.

Keywords: MATHEMATICAL MODELING, REFLEOT.

К настоящему времени один из основных методов технологического сбора нефтяных пятен с поверхности водоемов и рек основан на явлении увлечения пленок вращающимся барабаном. Многие аспекты процесса увлечения жидкостей с различной реологией движущейся поверхностью изучено в [1]. В [1] рассмотрено также движение пленки по поверхности пористого тела произвольной формы при наличии фильтрации.

В работе [2] разработана теория барабанного нефтесборщика с постоянным радиусом.

Настоящая работа посвящена некоторым особенностям течения в процессе разделения пленки нефти от воды с помощью вращающегося цилиндра, поверхность которого хорошо смачивается с жидкостью в пленке и имеет разные формы рифлености. Рифленость приводит к увеличению смачивающей "живой" поверхности, что, в свою очередь, должен привести к увеличению производительности нефтесборщика.

В работе [3] подробно рассмотрены и получены аналитические выражения для вычисления производительности для трех видов поверхности барабана с периодической рифленостью с характерным масштабом l и образующая линия имеет: 1) вид синусоида; 2) пилообразный вид; 3) П – образные выступы.

Целью данной является на основе аналитических выражений, полученных [3], проводить численный эксперимент и анализировать результаты.

В общем случае производительность барабана вычисляется по формуле [3]:

$$M^* = \frac{2}{3} L \sqrt{\frac{\omega^3 R_0^3 \mu}{\rho g \cos \varphi_0}} \chi \quad (1)$$

где параметр χ отвечает влияние рифлености на эффективность барабана.

В частности, параметр χ для барабана, образующая линия которого имеет вид синусоида вычисляется по формуле:

$$\chi = \frac{l}{2\pi} \int_0^{2\pi} \sqrt{(1 - \varepsilon \sin \varphi)^3 \left(1 + \left(\frac{2\pi \varepsilon R_0 N}{L}\right)^2\right)} d\varphi, \quad (2)$$

$$\text{где } \varphi = \frac{2\pi z}{l}, \quad \varepsilon = \frac{\Delta R}{R_0}.$$

В случае второго типа барабана, когда образующая линия имеет пилообразный вид, зависимость радиуса барабана от осевой координаты для одного элемента можно записать в виде:

$$\begin{aligned} R &= R_0 + \Delta R \left(\frac{4z}{l} \right) & \text{при } 0 \leq z \leq \frac{l}{4}, \\ R &= R_0 + \Delta R \left(2 - \frac{4z}{l} \right) & \text{при } \frac{l}{4} \leq z \leq \frac{3l}{4}, \\ R &= R_0 + \Delta R \left(\frac{4z}{l} - 4 \right) & \text{при } \frac{3l}{4} \leq z \leq l. \end{aligned} \quad (3)$$

Тогда для барабана, содержащего N таких «зубчиков», параметр χ имеет вид:

$$\chi = \int_0^l \sqrt{(1 + \varepsilon(2Z - 1))^3 \left(1 + \left(\frac{4\varepsilon R_0 N}{L}\right)^2\right)} dZ, \quad (4)$$

$$\text{где } Z = \frac{z}{l}.$$

Для третьего типа барабана с П – образными выступами расход, приходящий на один элемент рифленой поверхности, состоит из трех составляющих:

1) расход, приходящийся к участку с радиусом, $R = R_0 + \Delta R$ и с протяженностью выступа $l_{(+)}$ обозначим $m_{(+)}$;

2) расход, соответствующий к участку с радиусом $R = R_0 - \Delta R$ и с протяженностью выступа $l_{(-)}$ обозначим $m_{(-)}$;

3) расход, приходящий на боковую поверхность выступа, обозначим $m_{(-)}^{(+)}$.

Тогда, для барабана с N такими элементами коэффициент, отвечающий за производительность вычисляется по формуле :

$$\chi = \left(\frac{L_{(-)}}{L} \sqrt{(1 - \varepsilon_{(-)})^3} + \left(1 - \frac{L_{(-)}}{L}\right) \sqrt{(1 - \varepsilon_{(+)})^3} + \frac{2NR_0}{L} (\varepsilon_{(-)} + \varepsilon_{(+)}) \right) \quad (5)$$

На основе полученных аналитических выражений для безразмерного параметра, определяющего эффективность рифленой поверхности барабана, проведен вычислительный эксперимент.

На рисунке 1 представлены результаты зависимости χ от параметра ε , который определяет размеры выступа, для барабана с рифленой синусоидальной поверхностью. Числа на кривых 1, 2, 3, 4 соответствуют количеству элементов $N=5, 10, 20, 30$.

Для геометрических параметрах барабана приняты следующие значения: $L=2$ м, $R=0,2$ м, $\omega=3,14$ с⁻¹, $\varphi_0=\frac{\pi}{4}$.

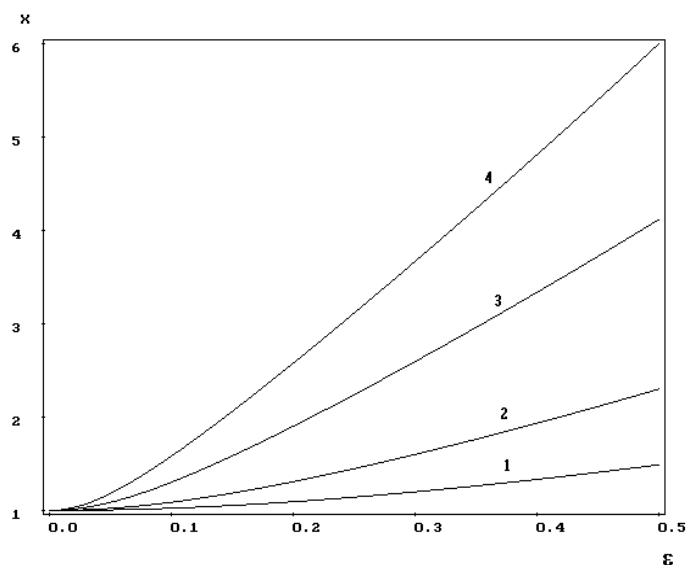


Рис. 1 - Влияние синусоидальной рифлености на производительность барабана

Расчеты показывают, рост количества элементов, а так же рост относительного радиуса выступа приводит к увеличению производительности.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Шульман З.П., Байков В.И. Реодинамика и тепломассообмен в пленочных течениях. Минск: Наука и техника, 1979.
2. Шагапов В.Ш., Хасанов И.Ю., Хусаинова Г.Я. Моделирование процесса удаления нефти с поверхности воды методом прилипания // Экологические системы и приборы. № 5. 2003. С. 33- 35.
3. Хусаинова Г.Я. Математическое моделирование барабанного нефтесборщика с рифленой поверхностью // NovaInfo.Ru (Электронный журнал.) – 2017 г. – № 60; URL: <http://novainfo.ru/article/11455>.

МАССООБМЕННЫЙ АППАРАТ ДЛЯ УЛАВЛИВАНИЯ ПАРОВ ЛЕГКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ

М.Г.-Г. Багомедов, Д.А. Баранов
ФГБОУ ВО «Московский политехнический университет»

В докладе приводятся методы улавливания паров вредных веществ из воздуха, на основании анализа предложен высокоэффективный абсорбционный аппарат горизонтального типа.

Ключевые слова: ПРОЦЕСС АБСОРБЦИИ, МАССООБМЕННЫЙ АППАРАТ, ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ АБСОРБЕР, ВЫБРОСЫ УГЛЕВОДОРОДОВ, ОЧИСТКА ГАЗОВ, УЛАВЛИВАНИЕ ПАРОВ УГЛЕВОДОРОДОВ

The report gives methods for trapping vapors of harmful substances from the air, based on the analysis, a high-performance horizontal-type absorption apparatus is proposed.

Keywords: THE ABSORPTION PROCESS, MASS-EXCHANGE APPARATUS, HORIZONTAL ABSORBER, THE EMISSIONS OF HYDROCARBONS, PURIFICATION OF GASES, VAPOUR RECOVERY OF HYDROCARBONS

В настоящее время в России проблема попадания паров легких углеводородов в атмосферу на автозаправочных станциях и при перегрузки нефти и нефтепродуктов имеет важное значение. По официальным данным в атмосферу ежегодно выбрасывается до 1,3 млн. т. легкокипящих фракций и углеводородов. Экологический ущерб оценен в 18 млрд. руб.

Анализ литературных данных по составу выбросов паровоздушной смеси (ПВС) в ходе перевалки нефти различных месторождений показывает, что в атмосферу выбрасываются углеводороды от метана до декана, большую часть составляют пентаны, гексаны, гептаны и октаны, являющиеся основными составляющими топлива двигателей внутреннего сгорания. Эти выбросы при взаимодействии с радикалами продуктов сгорания в процессе фотосинтеза в атмосфере могут приводить к образованию токсичных веществ.

Актуальность решения проблемы улавливания паров бензина очевидна и вытекает как из требований обеспечения экологической и пожарной безопасности нефтеперерабатывающих заводов (НПЗ), нефтебаз (НБ) и АЗС, так и целесообразности возврата потребителям тысяч тонн высокоценных углеводородов.

Существуют различные способы улавливания и утилизации выбросов углеводородов нефти и нефтепродуктов из состава ПВС:

- захлаживания паровоздушной смеси в холодильниках (без изменения давления) до конденсации углеводородов в жидкую фазу;
- сжатие смеси с одновременным захлаживанием до конденсации паров с последующим разделением фаз;
- прямого сжигания углеводородов при их высокой концентрации в паровоздушной смеси;
- адсорбции углеводородов из смеси адсорбентом с последующим разделением фракций;
- разделение паровоздушной смеси на специальных мембранах (мембранные технологии), пропускающих молекулы определенного размера;
- абсорбции углеводородов из смеси абсорбентом с последующей десорбцией и разделением фракций;

-предварительно выделение углеводородов из паровоздушной смеси по одному из вышеперечисленных способов с последующим частичным сжиганием и использованием полученной тепловой энергии.

В первых двух способах проводится захлаживание паровоздушной смеси до температуры $-40 \div -50$ °С, во втором – еще и сжатие до давления 1 – 5 МПа (в зависимости от состава углеводородов). При этих условиях в первом случае конденсируется 30 – 50%, а во втором – 5 – 100 % углеводородов, содержащихся в смеси. Если первый способ, при кажущейся дешевизне, не обеспечивает удовлетворительных результатов (при сложности обеспечения требуемого качества возвращаемого конденсата), то второй – имеет низкую экономическую эффективность (большие энергозатраты) и не допускает сжатие смесей, содержащих кислород (по причине возникновения взрывоопасных смесей).

Сжигание углеводородов нефти ведет к прямой потере ценнейших продуктов и допустимо только при высокой концентрации углеводородов в ПВС (по причине возникновения взрывоопасных ситуаций). Следует также отметить, что сжигание углеводородов, начиная с пентана, приводит к вторичному загрязнению окружающей среды.

Адсорбционный способ для обеспечения высокой эффективности требует большую поверхность контакта фаз, которая приводит к увеличению габаритов конструкций.

Мембранная технология улавливания углеводородов требует создания высокопроницаемых мембран с требуемой селективностью и проницаемостью, высокие затраты на компримирование газовой смеси и последующую дегидратацию углеводородов.

Наиболее эффективным, по нашему мнению, является процесс абсорбции, широко распространенный в химической и нефтехимической промышленности. В качестве абсорбента может выступать как сам нефтепродукт, из которого происходит испарение углеводородов, так и другое вещество.

С целью снижения больших габаритов абсорбционных аппаратов была создана конструкция принципиально нового типа. Вместо вертикальных абсорбционных аппаратов была использована конструкция горизонтального типа (см. рисунок) [1].

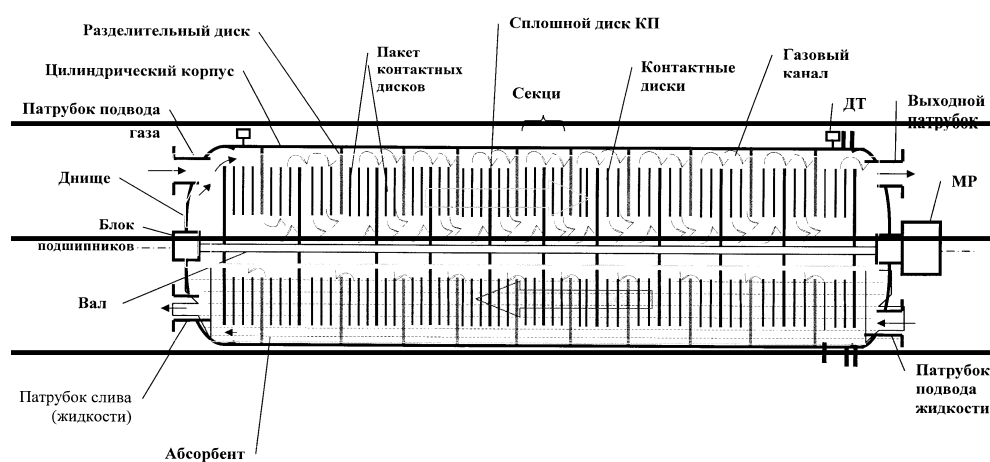


Рисунок 1 - Схема абсорбера

Принцип работы заключается в следующем. В корпус абсорбера, разделенный неподвижными кольцевыми перегородками на секции, в которых на валу установлены

пакеты с контактными дисками, в режиме противотока поступает паровоздушная смесь (ПВС) и абсорбент, уровень которого поддерживается на высоте не более 1/3 от диаметра абсорбера. При вращении вала на поверхности контактных дисков образуется тонкая пленка абсорбента. Паровоздушная смесь последовательно проходит по зазорам между контактными дисками, при этом пары углеводородов, взаимодействуя с пленкой охлажденного абсорбента, активно поглощаются последним. Очищенный воздух выбрасывается в атмосферу. Абсорбент, насыщенный ЛФУ, возвращается в резервуар с абсорбентом. Темп подачи абсорбента регулируется в зависимости от нагрузки по ПВС и концентрации ЛФУ и может составлять от 100 л/час до 1500 л/час.

Предложенное конструктивное выполнение абсорбционных аппаратов данного типа обеспечивает:

- значительное повышение удельной производительности аппарата;
- уменьшение на 30-80 % длину и массу конструкции;
- уменьшение на 60-200 % стоимость их изготовления;
- упрощение процесса эксплуатации за счёт автоматизации всех стадий [2].

Важным достоинством данных абсорбционных систем улавливания (АСУ) является также возможность их безопасной установки на всех типах АЗС, нефтебазах и нефтеперевалочных станциях.

Ожидаемый срок окупаемости АСУ от 0,8 до 1,6 года.

С целью регенерации абсорбента и дальнейшего использования уловленных углеводородов, предложена абсорбционно-десорбционная установка, в которой в качестве абсорбента используется – дизельное топливо, охлаждение которого происходит непосредственно в процессе десорбции [3]. Указанный эффект достигнут за счёт совмещения комбинированного абсорбционно-компрессионного холодильного цикла с процессом абсорбции – десорбции лёгких углеводородов из высококипящего абсорбента. В абсорбционно-десорбционном модуле использованы высокоэффективные конструкции горизонтальных плёночных теплообменных аппаратов.

Данная установка характеризуется следующими параметрами:

- полнота улавливания лёгких углеводородов – 97-99 %;
- производительность по паровоздушной смеси – 1-80 м³/ч;
- энергопотребление – 3,5-4,5 кВт;
- площадь монтажной площадки под установку – 1 м².

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Пат. 2200054 РФ, МПК В01D 53/18 В01D 47/18. Тепло- и массообменный аппарат/ Бердников В.И., Карташов М.А., Баранов Д.А., Беляков О.Д.; Общество с ограниченной ответственностью "ИНОТЕХ". – № 2001134192/12; заявл. 19.12.2001; опубл. 10.03.2003, Бюл. № 7.

2. Бердников В.И., Баранов Д.А. Установка для улавливания паров углеводородов из паровоздушных смесей // Химическое и нефтегазовое машиностроение, 2004. - № 11. – 8-11 с.

3. Пат. 2316384 РФ, МПК В01D 53/18. Способ улавливания и рекуперации паров углеводородов и других легкокипящих веществ из парогазовых смесей и устройство для его реализации/ Бердников В.И., Баранов Д.А. (RU). – № 2001134192/12; заявл. 20.08.2004; опубл. 10.02.2008, Бюл. № 4.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ РЕМОНТА ОБОРУДОВАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

В.М. Чайковский, Ю.С. Пелевин
Донецкий национальный технический университет

В докладе предложены конструкция струбины-ролика для зажима пакета деталей и его транспортировки, а также конструкция эксцентрикового ключа для завинчивания-отвинчивания шпилек резьбовых соединений. Данные приспособления позволяют повысить производительность труда при ремонте оборудования химических производств.

Ключевые слова: СТРУБИНА, КЛЮЧ ЭКСЦЕНТРИКОВЫЙ, ШПИЛЬКА, РОЛИК.

The report proposed the construction of a clamping roller for clamping the package of parts and its transposition, as well as the design of an eccentric key for screwing-unscrewing the studs of threaded joints. These adaptations make it possible to increase labor productivity in the repair of equipment for chemical production.

Keywords: CLAMP, ECCENTRIK KEY, HAIRPIN, ROLLER.

Одной из основных особенностей ремонта оборудования на химических предприятиях является экономическая нецелесообразность использования сложных универсальных приспособления (применяемых при изготовлении оборудования).

Повышение эффективности ремонтных служб достигается не только совершенствованием организации, но и технологии ремонтных работ. К числу технических мероприятий, повышающих экономические показатели ремонта, относится и механизация ремонтных работ.

При ремонте химического оборудования часто возникает потребность зажима пакета струбиной достаточно габаритных сопрягаемых деталей при сверлильных, сварочных операциях с возможным последующим перемещением этого пакета. Также появляется необходимость отвинчивания-завинчивания шпилек в глухих отверстиях.

С учетом анализа рассмотренных технологий выполнения вышеуказанных операций, предлагаются следующие конструкции струбины (рис. 1) и эксцентрикового ключа (рис. 2).

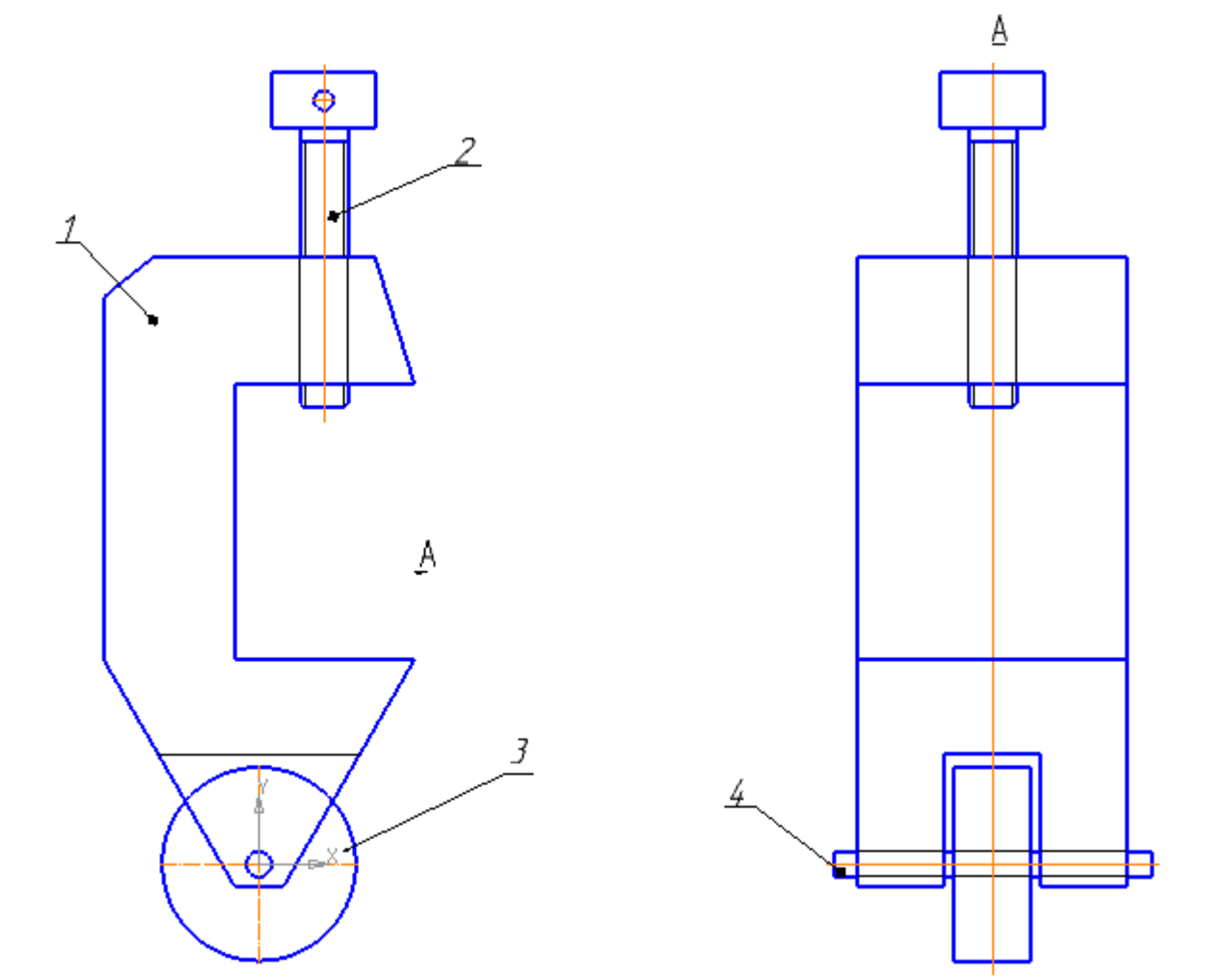


Рис. 1 – Струбцина-ролик

Струбцина-ролик состоит из корпуса 1, зажимного винта 2, ролика 3, оси 4.

Кроме зажима пакета деталей для дальнейшей их совместной обработки, струбцину-ролик можно использовать для транспортировки (перемещения) деталей, узлов, изделий. Для этого на основании груза закрепляют несколько струбцин в зависимости от массы и формы груза. Вместо ролика 3 можно использовать шарикоподшипник бывшего употребления.

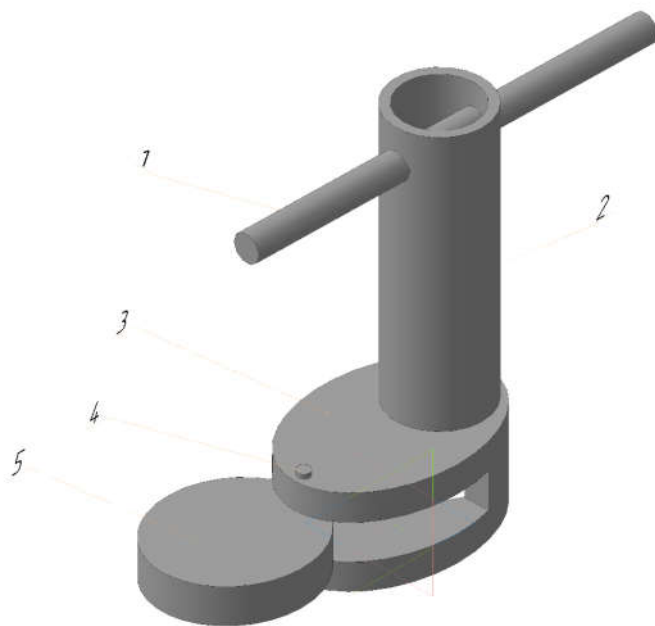


Рис. 2 – ключ эксцентриковый

В процессе ремонта при отвинчивании-завинчивании шпилек в глухом отверстии можно использовать эксцентриковый ключ предлагаемой конструкции (рис. 2). Ключ состоит из корпуса 3, к которому приварена полая стойка 2 с воротком 1. В корпусе выполнены паз и отверстие для оси 4, на который установлен эксцентриковый ролик 5 с накаткой на боковой поверхности. При работе ключ надевают на шпильку с расчетом, чтобы ролик был напротив не нарезанной части шпильки, а ролик рукой прижимают к шпильке. Так как ролик насажен на ось эксцентрично, то при повороте ключа за вороток шпилька заклинивается и вращается вместе с ключом. Чтобы расширить ряд диаметров шпилек, стойку можно выполнить из расчета наибольшего диаметра ряда шпилек. В этом случае для рационального и надежного сцепления ролика со шпилькой можно выполнить еще одно отверстие под ось ролика.

Таким образом, эти несложные устройства позволяют с минимумом затрат времени и с требуемым качеством выполнять ряд операций при проведении ремонта химического оборудования.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Ермаков В.И.* Ремонт и монтаж химического оборудования: Учебное пособие для вузов. – Л.: Химия, 1981. – 368 с.
2. *Решетов Д.Н.* Детали машин. – М.: Машиностроение, 1989. – 496 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ШАХТНЫХ ВОД В ОБОРОТНЫХ ЦИКЛАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ. ПРИМЕНЕНИЕ ИНГИБИТОРОВ НАКИПЕОБРАЗОВАНИЯ

А.Н. Кузьменко, С.П. Высоцкий

АДИ ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»

Рассмотрены условия накипеобразования при использовании шахтных вод. Проанализирована эффективность применения различных присадок для снижения количества отложений в теплофикационных системах.

Ключевые слова: ШАХТНЫЕ ВОДЫ, НАКИПЬ, КРИСТАЛИЗАЦИЯ, ПРИСАДКИ

The conditions of scale formation with use of mine waters are considered. The effect of the use of various additives to reduce the amount of deposits in heating systems is analyzed.

Keywords: MINE WATER, SCALE, CRYSTALLISATION, ADDITIVES

Последние годы характеризуются быстрым увеличением водопотребления в мировой практике. В связи с дефицитом пресной воды появилась необходимость задействовать альтернативные источники водоснабжения для производственных нужд. В частности для производственных нужд могут применяться осветленные шахтные воды. При этом решается проблема негативного воздействия на природные водные объекты, что положительно скажется на экономике и экологии промышленных регионов.

Одним из приоритетных направлений является использование осветленных шахтных вод для оборотных циклов водопользования в качестве теплоносителя для отвода теплоты от технологического оборудования, а также в качестве исходной для приготовления питательной воды котлов и подпиточной воды тепловых сетей. Образование накипи на поверхностях теплопередачи основного оборудования в энергетической, металлургической, химической и других отраслях промышленности ведет к снижению надежности и экономичности работы оборудования. На частицы карбоната кальция, образовавшегося в процессе нагрева воды, действуют две силы термофореза, которая направлена от теплопередающей поверхности, и адгезии. В соответствии с данными [1] силы адгезии частиц накипи с теплопередающей поверхностью значительно снижается при уменьшении размеров частиц накипеобразования.

Основной формой отложений на теплопередающих частях оборудования являются кристаллы карбонатов кальция и соединений железа. В горячей или изотермической системах главным предшественником образования накипи является супернасыщенность. Как только достаточная супернасыщенность достигнута, начинается процесс образования накипи. Этот процесс может включать следующие этапы [2]:

1. Образование ядра: создание центров роста, которые могут образоваться на твердой поверхности, такой как стенка сосуда или трубы, а также в объеме раствора.
2. Диффузия: перенос сольватированных ионов, ассоциатов молекул, атомов или частиц кристаллического вещества на твердую поверхность. В трубе перенос осуществляется радиально от центра трубы к её поверхности.

3. Осаждение: транспортируемые компоненты накипи впоследствии адсорбируются либо непосредственно на твердой поверхности, либо на поверхности кристаллов, прикрепленных к твердой поверхности.

4. Удаление: отсоединение слоя осадка из-за напряжения сдвига, создаваемого потоком текучей среды.

5. Старение: изменение масштабных характеристик, вызванных рекристаллизацией, фазовым превращением и т. д., которые могут либо усилить, либо ослабить осадок накипи.

Пять шагов механизма накипиобразования, описанные выше, могут выполняться одновременно или последовательно.

Зависимость скорости роста частиц накипи (G) от размера кристаллов CaCO_3 (L) и концентрации присадок (C) описывается уравнением (1), выведенным в результате обработки экспериментальных данных [3] в координатах $\ln(G) = f(L)$, представлена на рисунке 1.

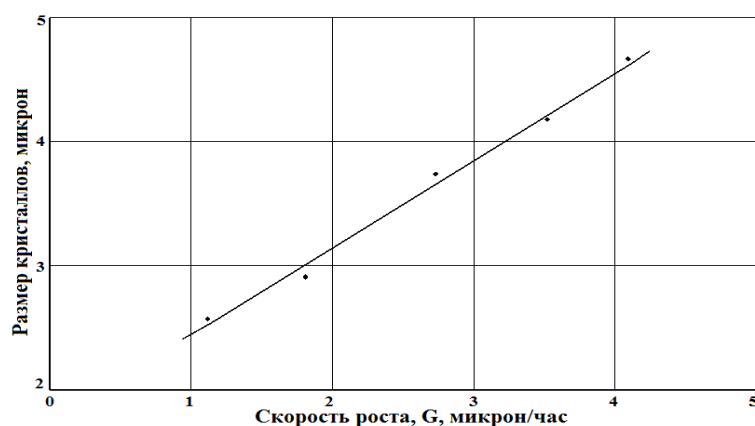


Рис. 1 – Зависимость скорости роста частиц накипи от размера кристаллов CaCO_3

$$\ln(G) = 0,1446 \cdot L^{2,1686} \cdot (1 + C)^{0,8916}, R^2 = 0,9964. \quad (1)$$

Из графика на рисунке 1 следует, что скорость роста зависит от размеров кристаллов, и возрастает с увеличением их размера.

Важным направлением использования вод с повышенной жесткостью (таких, как шахтные воды) является применение дисперсантов. К примеру, для чистого карбоната кальция более высокая температура раствора приводит к более высокой скорости зарождения центров кристаллизации. Для предотвращения или снижения интенсивности накипеобразования используют добавки реагентов. При добавке соединений Zn^{2+} более высокая температура кристаллизации приводит к снижению скорости зарождения кристаллов, уменьшаясь с увеличением концентрации добавки. В целом, чтобы быть эффективным ингибитором, добавка должна иметь молекулярную структуру схожую с кристаллизующим веществом. Так, она может прикрепляться к поверхности и блокировать активные центры или входить в растущую поверхность и нарушать дальнейший рост кристаллов.

Наиболее высокоэффективными добавками в борьбе с накипью считаются: этилендиаминтетрауксусная кислота (EDTP), нитрилотриметиленфосфоновая кислота (NTMP) и индолил-3-уксусная кислота (NDPA). Как видно из рисунка 2 EDTP является наиболее эффективным ингибитором, так как при концентрации EDTP от 40 до 60 (10^{-7} моль/л) накипь практически не образуется, по сравнению с NTMP и NDPA.

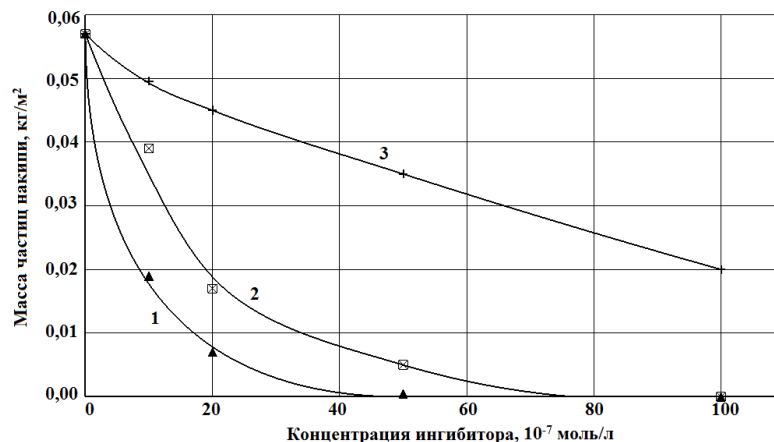


Рис. 2 – Отношение между массой накипи и концентрацией присадок: 1 –EDTP; 2 –NTMP; 3 - NDPA

Уравнения (2-4) показывают зависимость между массой кристаллов накипи (m) и концентрацией добавок (C):

1. EDTP: $m = 0.0574 \cdot \exp(-0,1055 \cdot C), R^2 = 0.9990$;
2. NTMP: $m = 0.0588 \cdot \exp(-0,0536 \cdot C), R^2 = 0.9878$;
3. NDPA: $m = 0.0555 \cdot \exp(-0,0100 \cdot C), R^2 = 0.9969$.

Таким образом, при применении дисперсантов можно добиться уменьшения количества накипи на теплопередающих поверхностях, что позволяет использовать воды с более высокой жесткостью в оборотных системах водоснабжения.

Выводы

1. Механизм накипобразования включает пять этапов, они могут происходить одновременно или последовательно.
2. Скорость роста зависит от размеров кристаллов, и увеличивается с увеличением размера кристаллов.
3. При использовании этилендиаминтетрауксусной кислоты в борьбе с кристаллами CaCO_3 наблюдаются наилучшие результаты.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК:

1. *Высоцкий С.П.* Перспективы использования шахтных вод в различных отраслях промышленности / С.П. Высоцкий, А.Н. Кузьменко // «Строительство-2016»: материалы II Брянского международного инновационного форума. Брянск: «БГИТУ» - 2016 г., Т.2 – 266 с.
2. *Andritsos, N.* Fouling mechanisms: theoretical and practical aspects / N. Andritsos, A. J. Karabelas // Proceedings of the Eurotherm Semina no. 23. Grenoble – 1992 г. – pp. 29-38.
3. *Ming A. H.* Gypsum scale formation control in pipe flow systems: a systematic study on the effects of process parameters and additives / A. H. Ming, S. Muryanto, T. Hoang // Nova Science Publishers. Victori – 2011. – 33 p.

РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВТОРИЧНЫХ ПЛАСТИКОВ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ БЫТОВОГО НАЗНАЧЕНИЯ

А.А. Бывалец, В.В. Лымарь, В.В. Ошовский
Донецкий национальный технический университет

В докладе проанализирована возможность переработки гранул пластика с получением нити для прототипирования бытового и промышленного назначения. Приведено оборудование для получения образцов данной нити.

Ключевые слова: ПЛАСТИК, ПЕРЕРАБОТКА ВТОРИЧНОГО ПЛАСТИКА, ЭКСТРУДЕР, ШНЕК ЭКСТРУДЕРА.

In the report the possibility of processing of granules of plastic with receiving thread for prototyping of household and industrial function is analyzed. The equipment for receiving samples of this thread is given.

Keywords: PLASTICS, PROCESSING OF PLASTICS, EXTRUDE, EXTRUDER SCREW.

Пластик – это органические материалы, основой которых являются синтетические или природные высокомолекулярные соединения (полимеры).

Виды пластмасс и их применение базируются на том, какие полимеры лежат в основе – природные или синтетические. Их подвергают нагреванию, давлению, после чего выполняют формовку изделий разной сложности. Главное, что при этих манипуляциях сохраняется форма готового изделия. Все пластмассы бывают термопластичными, то есть обратимыми, и термореактивными (необратимыми).

Обратимые становятся пластичными под воздействием нагревания и дальнейшего давления, при этом коренные изменения в составе не происходят. Спрессованное и уже ставшее твердым изделие всегда можно размягчить и придать ему определенную форму. Известны такие виды пластмасс (термопластичных), как полиэтилен и полистирол. Первый отличается стойкостью к коррозии и диэлектрическими свойствами. На его основе производятся трубы, пленки, листы, он широко применяется в качестве изоляционного материала.

Виды пластмасс часто используемые:

PET - полиэтилентерефталат, применяемый в производстве ПЭТ-бутылок, а также различной тары для пищи и медицины. Устойчив к активным средам, износоустойчив и стоек к температурным перепадам от -40 до 75⁰С.

ABS - акрилонитрилбутадиенстирол, который используется чаще всего из группы термопластиков. Однако не является самым распространенным. Его отличные свойства не могут повлиять на трудности, связанные с самой печатью этим материалом.

PLA - Полиэтилентерефталат, применяемый в производстве ПЭТ-бутылок, а также различной тары для пищи и медицины. Устойчив к активным средам, износоустойчив и стоек к температурным перепадам от -40 до 75⁰С.

На данный момент полимерные отходы являются одним из важнейшим источником загрязнения нашей планеты. На сегодняшний день большое количество таких отходов вывозиться на свалки либо на специальные полигоны, где они разлагаются 180 – 200 лет. И лишь малая их часть перерабатывается вторично.

Экструдер – устройство для формирования изделий путем плавки или разжижения расходного материала и выдавливания массы через отверстие определённой формы.

Экструдер представляет собой: бункер, в который поступает гранулы пластмассы с помощью шнека перемещаются по гильзе к нагревателю, который расплавляет данные пластиковые гранулы. В связи тем что температура нагревателя 300°C - 320°C пластмасса не разлагается и нет токсичных выделений, которые бывают при разложение. Продукт попадает на матрицу, где он равномерно распределяется и выходит через головку данного экструдера. После того как продукт вышел из экструдера он попадает на катушку для наматывания готовой нити. При этом толщина готовой нити зависит от диаметра сопла, установленного на экструдере. Для того чтобы нить остыла, после выхода ее из экструдера, устанавливается кулер который обдувая воздухом остужает нить. Схема экструдера представлена на (рис. 1).

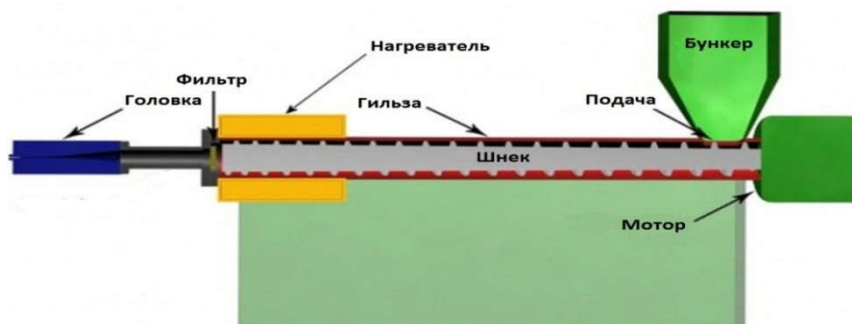


Рис. 1 - Схема экструдера

На рис. 2 представлен общий вид установки для получения полимерной нити.

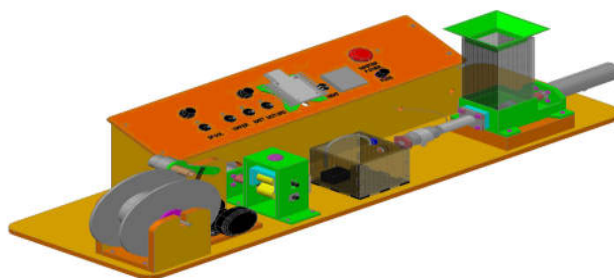


Рис. 2 - Общий вид установки

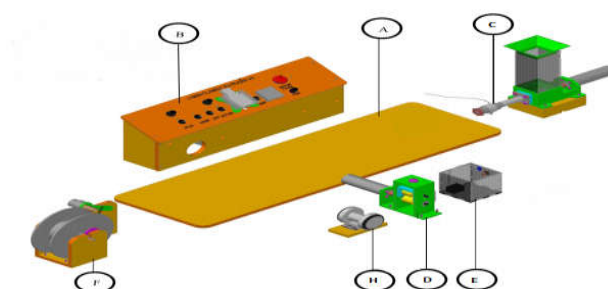


Рис. 3 - Компоновка

На рис. 3 изображена компоновка деталей для установки: А – станина, В- пульт управления, С – экструдер D – валки, Е – термоэлемент, Н – кулер, F – катушка.

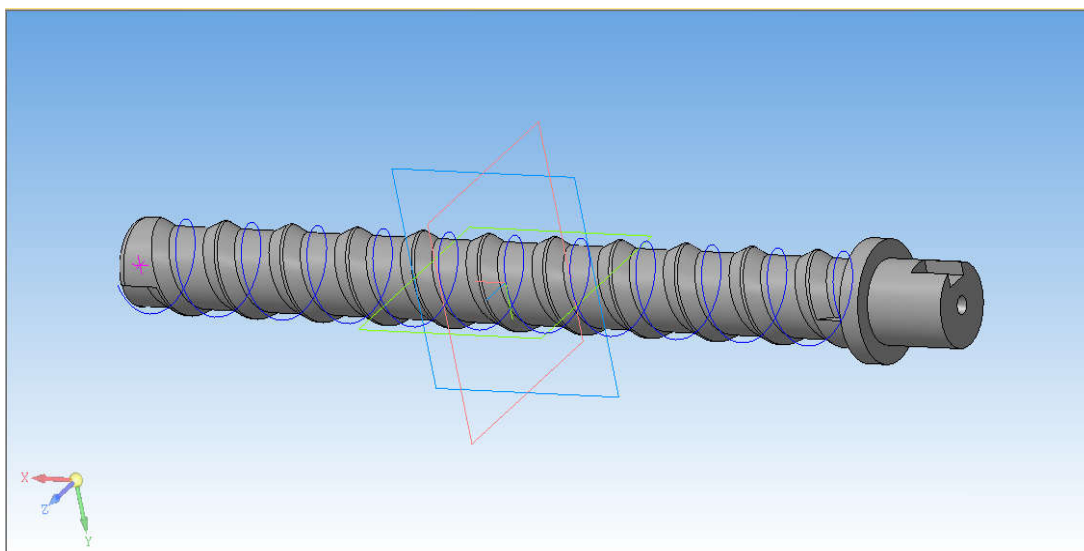


Рис. 4 - Шнек

Расчет шнека ввелся поэтапно по методики приведенной в [1]: нахождение геометрии шнека, а также частоты его вращения, расчет производительности одношнековых экструдеров.

При производительности $Q = 1216 \text{ мм}^3/\text{с}$ шнек имеет диаметр $D = 20 \text{ мм}$ и длиной $L = 250 \text{ мм}$. Он систематически разделяют на три зоны: зона питания $L_1 = 50 \text{ мм}$, зона пластикации $L_2 = 70 \text{ мм}$, зона дозирования $L_3 = 80 \text{ мм}$. Резьба с шагом $t = 18 \text{ мм}$, и глубиной $h = 3 \text{ мм}$, ширина гребня винта $e = 2 \text{ мм}$, угол наклона резьбы $\mu = 18^\circ$. Также был получен зазор между шнеком и корпусом экструдера $\delta = 0,4 \text{ мм}$.

В связи с тем, что идет развитие 3D-принтеров, но сырье для них дорогое, то имеются затруднения широкому распространение егоих среди населения. Данный экструдер способен удешевить сырье, а также уменьшению накопления бытового мусора, засоряющего окружающую среду.

Также продукт данной установки можно использовать при создании электретов. Электретом называют - диэлектрик, длительное время сохраняющий поляризованное состояние после снятия внешнего воздействия, которое привело к поляризации (или заряджению) этого диэлектрика, и создающий в окружающем пространстве электрическое поле[2].

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Литвинец Ю.И. Технологические и энергетические расчеты при переработке полимеров экструзией. – Екатеринбург 2010г.
2. Луцкейкин Г.А. Полимерные электреты / Г.А. Луцкейкин – М.: Химия, 1984. – 184 с.

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ УСТАНОВОК СУХОГО ТУШЕНИЯ КОКСА

Н.М. Оксак, А.В. Голубев, С.П. Веретельник
Донецкий национальный технический университет

В докладе представлены результаты исследований новой конструкции газоотводящего устройства установки сухого тушения кокса. Показана его высокая эффективность.

Ключевые слова: УСТАНОВКА СУХОГО ТУШЕНИЯ КОКСА, ГАЗООТВОДЯЩЕЕ УСТРОЙСТВО

The report presents the results of studies of a new design of a gas removal device for a dry coke quenching plant. Its high efficiency is shown.

Keywords: COKE DRY DRYING INSTALLATION, GAS-CONDUCTING DEVICE

Сухое тушение кокса является эффективной энергосберегающей технологией, обеспечивающей утилизацию до 35 % тепла, затрачиваемого на коксование углей и улучшающей экологическую обстановку на коксохимических предприятиях. Однако широкому применению этого процесса препятствует громоздкость установок сухого тушения кокса и большой расход электроэнергии на циркуляцию инертных газов.

В значительной мере указанные недостатки обусловлены низкой интенсивностью теплообмена между коксом и газами в промышленных камерах. По практическим данным время пребывания кокса в промышленных камерах Гипрококса составляет 2-2,2 ч, тогда как время охлаждения его от 1000 до 200-220 °С, рассчитанное по значениям коэффициентов теплообмена в экспериментальных условиях, не превышает 1,0-1,5 ч. Эту же величину необходимого времени пребывания подтверждают данные эксплуатации ряда промышленных и полупромышленных установок, в которых благодаря особенностям конструкции удается добиться равномерного распределения охлаждающего газа в слое кокса.

Поэтому нами была разработана конструкция камеры сухого тушения, призванная обеспечить движение как кокса, так и охлаждающего газа в режиме, близком к идеальному вытеснению.

Камера сухого тушения кокса (рис. 1) состоит из корпуса 1, разделенного на форкамеру 2 и собственно камеру 3 тушения, имеет размещенный внизу камеры тушения делитель потока кокса, выполненный в виде ряда Λ-образных балок 4, которые установлены параллельно друг другу.

Внутренняя поверхность Λ-образных балок 4 образует распределительные каналы 5, соединенные отверстиями 6 в корпусе 1 с периферийными распределительными каналами 7 для подвода охлаждающего газа.

С камерой тушения 3 ходы для отвода охлаждающего газа 8 связаны каналами 9, образованными внутренней поверхностью Λ-образных балок 10, размещенных параллельно друг другу в горизонтальной плоскости, разделяющей форкамеру и камеру тушения. Каналы 9 соединены ходами 8 в корпусе с периферийными сборными каналами для отвода охлаждающего газа 11. Камера сухого тушения кокса имеет загрузочное и разгрузочное устройства 12 и 13 соответственно.

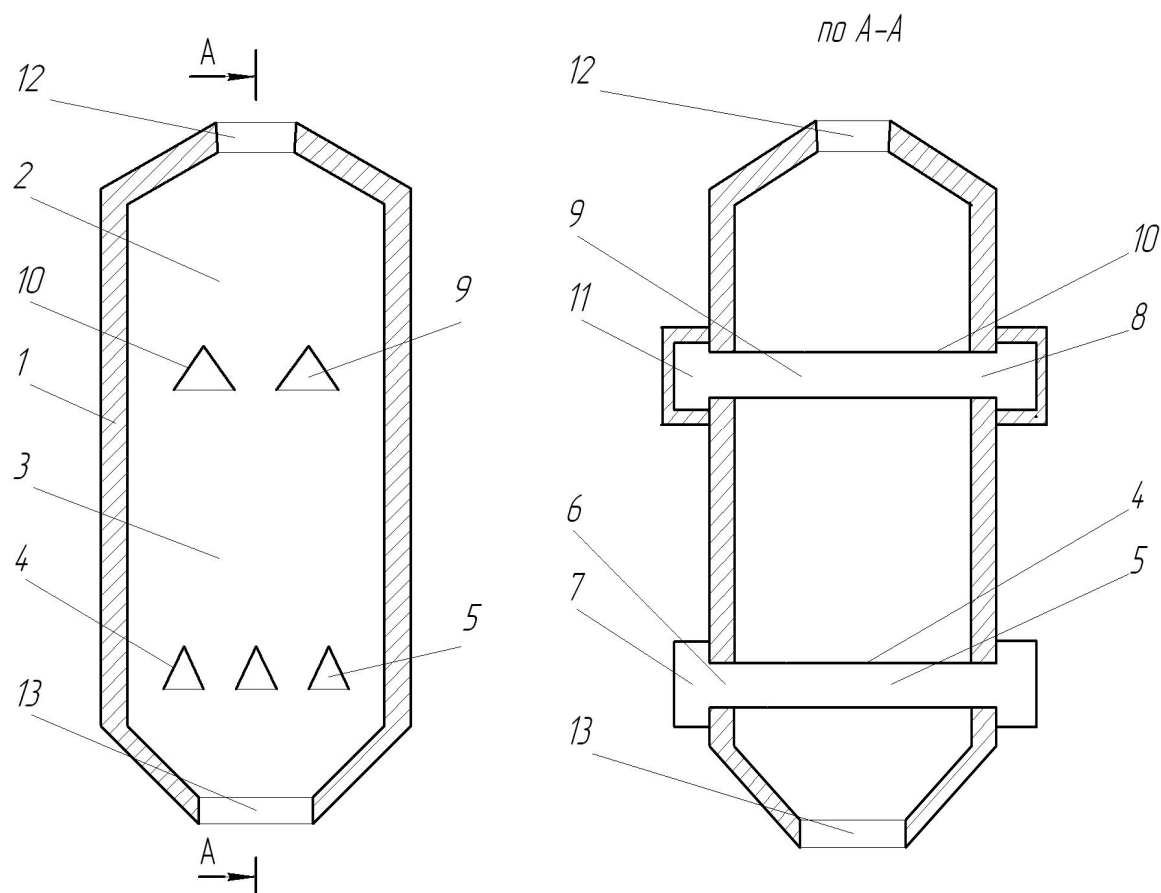


Рис. 1. – Камера сухого тушения кокса

Устройство работает следующим образом. Раскаленный кокс через загрузочное устройство 12 поступает в форкамеру 2, откуда пересыпается через зазоры между балками 10 в камеру тушения 3, где контактирует с охлаждающим газом. Охлаждающий газ подается через распределительные каналы 7 и отверстия 6 в корпусе 1 в каналы 5 под балками 4, откуда равномерно распределяется в слое кокса, движется вверх и отводится через каналы 9 под балками 10 в хода 8 в корпусе 1 и далее в периферийные сборные каналы 11. Охлажденный кокс просыпается через зазоры между балками 4 и выгружается через разгрузочное устройство 13.

Подбор материалов для балок 11 вызывает определенные трудности в силу значительной длины и жестких температурных условий эксплуатации. При этом внешняя удельная нагрузка на эти балки относительно невелика. Каркас, на который крепятся элементы, образующие поверхность балки, может быть изготовлен из водо- или газоохлаждаемых труб. Подобное конструктивное оформления отдельных частей высокотемпературного оборудования является распространенным в различных отраслях промышленности. Кроме того, каркас балок может быть сформирован из арматуры, изготовленной из жаростойких чугуна или стали, стоимость которых, однако, достаточно высока. Могут быть рассмотрены другие варианты конструктивного исполнения газоотводящих балок.

Структура потока охлаждающего газа для этой конструкции изучалась на физической модели по методике, описанной выше.

На основании эпюр скоростей было определено расположение и размеры застойных по отношению к циркулирующему газу зон в УСТК предлагаемой конструкции (рис. 2).

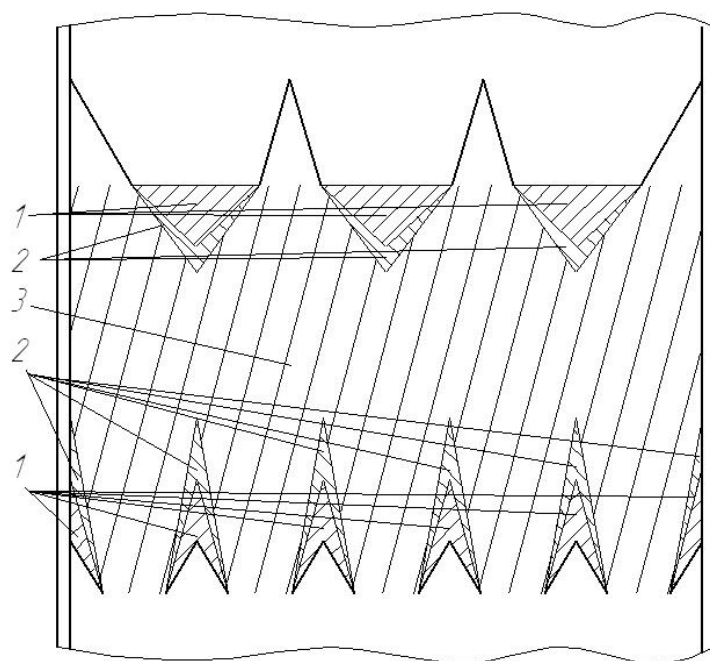


Рис. 2 – Расположение застойных зон в камере тушения предлагаемой конструкции: 1 – плохо продуваемая охлаждающим газом зона ($\vartheta \leq 0,5$); 2 – зона с пониженной скоростью охлаждающего газа ($0,5 < \vartheta \leq 0,8$); 3 – хорошо продуваемая зона ($\vartheta > 0,8$).

Суммарный объем плохо продуваемых зон составляет 8,6 % от общего объема камеры тушения, суммарный объем зон с пониженной скоростью охлаждающего газа 6,0 %, что значительно лучше, чем в эксплуатируемых промышленных установках. Экспериментальные данные подтверждают эффективность предложенной конструкции и необходимость дальнейших исследований.

Ожидаемый экономический эффект от применения предлагаемых распределительных устройств может быть получен в результате действия следующих факторов:

- снижение удельных капитальных затрат за счет уменьшения объема застойных зон в камере сухого тушения;
- снижение удельного расхода электроэнергии вследствие уменьшения гидравлического сопротивления системы;
- улучшение качества продукции благодаря меньшему количеству кокса, проходящего через непродуваемую зону;
- увеличение выхода кокса вследствие уменьшения «угара» из-за меньшей продолжительности пребывания кокса в камере УСТК и снижения удельного расхода циркулирующего газа на охлаждение кокса.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УЛАВЛИВАНИЯ ПЫЛИ ПРИ ВЫДАЧЕ КОКСА

М.В. Василенко, А.В. Голубев, С.П. Веретельник
Донецкий национальный технический университет

В докладе представлено краткое описание технологической схемы обеспылевания газов, образующихся при выдаче кокса, в циклон и рукавный фильтр.

Ключевые слова: ЦИКЛОН, ФИЛЬТРУЮЩИЙ РУКАВ, БЕЗПЫЛЕВАЯ ВЫДАЧА КОКСА

The report provides a brief description of the technological scheme обеспыlevaniya gases resulting from the issuance of coke, a cyclone and baghouse.

Tags: CYCLONE, FILTER TUBING, DUSTLESS COKE

Основными источниками загрязнения окружающей среды газами и пылью на коксохимических заводах являются оборудование цеха углеподготовки и загрузки угля в коксовые батареи, выбросы коксовых печей, установки тушения кокса, выбросы цеха улавливания химических продуктов коксования и др.

Борьба с выбросами при выталкивании кокса из камер коксования - одна из наиболее сложных задач. Над раскаленным коксом, попавших в тушильный вагоны, возникает интенсивно восходящие потоки нагретого воздуха, вовлекает в движение значительные массы окружающего атмосферного воздуха. Этот поток, который подсасывается (инжектируется) с атмосферы подхватывает частицы которые образуются при разрушении коксового пирога, пыли и захватывает их вверх.

Ужесточение требований к природоохранной деятельности на коксохимических предприятиях вызвало необходимость разработки технологических мероприятий по повышению равномерности обогрева печей и внедрение систем беспылевой выдачи кокса. Для уменьшения выбросов при выдаче кокса применяют способ локализации и обезвреживания. Существуют несколько вариантов систем беспылевой выгрузки кокса: пылеотсасывающие зонты над коксонаправляющей и тушильным вагоном; перекрытий над рельсовым путем тушильного вагона; комбинированные системы беспылевой выдачи и тушения кокса.

Установка беспылевой выдачи кокса предназначена для очистки от пыли газов, образующихся при выдаче кокса, сбора, временного хранения, коллектора, рукавного фильтра, дымососа и выхлопной трубы.

Циклон применяется для отделения пыли от газов или аспирационного воздуха. Циклон обеспечивает очистку с эффективностью 70–80 % от частиц размером до 10 мкм.

Запыленный пылегазовый поток поступает в циклон через тангенциальный патрубок. Улавливание пыли происходит за счет действия центробежных сил, возникающих при движении газового потока внутри циклона.

В цилиндрической части циклона пылегазовый поток раскручивается, а после перехода в коническую часть происходит отделение пыли от газового потока, и она ссыпается в бункер. Обеспыленный газ через центральный патрубок в газопровод и далее в рукавный фильтр. Очистка запыленного газа осуществляется при его прохождении через фильтрующие рукава, выполненные из специального фильтровального войлока с температурой эксплуатации 150 °С.

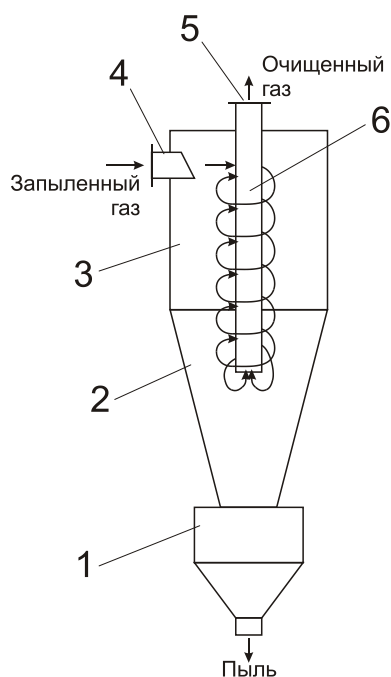


Рис. 1 - Принципиальная схема работы циклона

1 – бункер для уловленной пыли, 2 – конусная часть, 3 – корпус, 4 – ограничительная шайба, 5 – патрубок для отвода очищенного газа, 6 – пылевой бункер центральная труба.



Рис. 2 - Вихревой пылеуловитель

1 -сепарационная камера; 2 - входной патрубок; 3 - профилированный обод; 4 - обтекатель; 5 - ограничительная шайба; 6 - сопла вторичного воздуха; 7 - спускное отверстие для пыли; 8 - пылевой бункер

Запыленный газ через входной патрубок поступает в корпус фильтра. Внутри корпуса фильтра установлен отбойный щит, защищающий рукава от прямого воздействия потока газа. Запыленный поток после удара о него разделяется на два потока, один из которых направляется вниз, второй вверх.

Крупные частицы пыли, уносятся вниз фильтра и оседают в бункере, а мелкая пыль уносится в межрукавное пространство фильтра.

Фильтровальный материал и осевшая на его поверхности пыль, является сопротивлением для газового потока. По мере накопления на фильтрующих рукавах уловленных частиц пыли его газопроницаемость уменьшается, возрастает перепад давления и снижается расход газа через фильтр.

Нормальный режим работы фильтра может быть восстановлен путем проведения операции по удалению слоя пыли с поверхности фильтрующего рукава. Эта операция называется регенерацией.

Узел выгрузки пыли предназначен для выгрузки уловленной пыли в транспортное средство и состоит из винтовых конвейеров, закрепленных под бункерами фильтров, дисковых заслонок, пылевых выпускных отверстий.

Представляет интерес использовать для улавливания пыли вихревых пылеулавливателей.

Запыленный газ поступает в камеру 1 аппарата через изогнутый патрубок 2 с профилированным ободом 3 и обтекателем 4. Последний слегка отжимает поступающий газ к периферии с целью смещения взвешенных частиц пыли с центральной, малоактивной части потока. В ходе своего движения вверх к ограничительной шайбе 5 газовый поток подвергается действию вытекающих из

тангенциально-наклонных сопел 6 струй вторичного воздуха, которые придают потоку вращательное движение. Под действием возникающих при этом центробежных сил взвешенные в потоке частицы пыли устремляются к его периферии, а оттуда в возбуждаемый струями спиральный поток вторичного воздуха, направляющий их книзу в кольцевое межтрубное пространство, заканчивающееся круглым серповидным отверстием 7 для спуска пыли в бункер 8. Сам вторичный воздух в ходе спирального обтекания потока очищаемого газа постепенно проникает в него.

Достоинствами ВПУ являются:

- исключительно высокая для аппаратов центробежного действия эффективность сепарации тончайшей пыли (до 98-99 % и выше), позволяющая им в отдельных случаях конкурировать с тканевыми фильтрами;
- извлечение взвешенных продуктов из несущих газов в сухом виде, без смачивания или увлажнения;
- слабая чувствительность эффективности сепарации пыли к нагрузке аппарата по газу (50-115 % от номинальной), по концентрации пыли (1-500 г/м³), а также к температуре (вплоть до 700°С);
- возможность повышения степени очистки за счет использования периферийной (наиболее запыленной части) очищенного газа в качестве вторичного дутья;
- отсутствие абразивного износа внутренних поверхностей аппарата при любой запыленности газа;
- возможность регулирования процесса сепарации пыли за счет изменения количества вторичного газа;
- меньшие габариты в плане, чем у высокоэффективных циклонов равной производительности;
- более умеренный, чем у высокоэффективных циклонов, удельный расход энергии на извлечение тонких фракций пыли (менее 3-5 мкм).

К недостаткам ВПУ можно отнести:

- наличие дополнительного дутьевого устройства для подачи вторичного газа;
- разбавление очищаемого газа воздухом окружающей среды (если таковой используется для завихрения), не всегда допустимое по технологическим соображениям;
- повышение объема отходящих газов за счет вторичного воздуха или очищенного газа, вызывающее необходимость увеличения в этих случаях сечения отводящих коллекторов, газопроводов и дымовых труб;
- несколько большая сложность устройства и эксплуатации аппарата по сравнению с циклонами;
- снижение, как и у циклонов, эффективности сепарации пыли с увеличением габаритов аппарата;
- из-за сложности аэродинамической картины процесса сепарации пыли ВПУ еще в меньшей мере, чем циклоны, поддаются строгому теоретическому анализу и экспериментальному моделированию.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Установка беспылевой выдачи кокса [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.vuhin.ru/innoprom2010/> - 25.03.2015 г. – Заголовок с экрана.

ШАХТА ИМЕНИ М.И. КАЛИНИНА КАК ИСТОЧНИК НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Л.Н. Абакуменко, Е.А. Мартынова

Донецкий национальный технический университет

Рассмотрены основные аспекты воздействия шахты на городскую среду, связанные с угледобычей и функционированием на промплощадке организованных и неорганизованных источников разнообразных выбросов.

Ключевые слова: АНТРОПОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ, ШАХТА, УГЛЕДОБЫЧА.

The main aspects of the impact of the mine on the urban environment related to coal mining and the functioning of organized and unorganized emission sources on the industrial site are considered.

Keywords: ANTHROPOGENIC FACTORS, MINE, COAL MINING

Шахта им. М. И. Калинина расположена в густонаселенной северо-восточной части г. Донецка. В производственном отношении является обособленным подразделением ГП «Донецкая угольная энергетическая компания».

Шахта построена по проекту института Донгипрошахт и введена в эксплуатацию в 1961 году с проектной мощностью 1200 тыс. т. угля в год. Промышленные запасы угля составляют 12 616 тыс. т, балансовые запасы 25 707 тыс. т.

Воздействие шахты на окружающую среду связано? во-первых, с изъятием из литосферы ее неотъемлемых составных частей, которые человек рассматривает как «полезные ископаемые», «сопутствующие породы», «шахтные воды» и т.п., а во-вторых, с внедрением в природную экосистему чужеродных элементов – твердых, жидких, газообразных, обычно рассматриваемых в качестве «загрязнителей окружающей среды», то есть с факторами антропогенной природы [1].

Рассмотрим оба аспекта антропопрессинга.

1. Изъятие из природной экосистемы ее неотъемлемых составных частей.

Площадь горного отвода шахты им. М. И. Калинина составляет 3698,7 га. Естественно, это пространство само по себе является экстремально антропогенно-трансформированным вследствие производственной необходимости. В экологическом смысле это означает полное уничтожение не только природной экосистемы, но и ее отдельных компонентов – плодородной почвы, степной растительности, соответствующей фауны.

Уголь и сопутствующие породы, находясь в литосфере миллионы лет, становятся ее составными частями и факторами ее стабильности, поэтому при их изъятии неизбежно образование пустот и подземных деформаций. Последствия деформации литосферы часто непредсказуемы (внезапные выбросы метана, образование промышленного карста на значительном расстоянии от места добычи ископаемого и т.п.). Максимальный уровень добычи угля, достигнутый шахтой, был отмечен в 1974 г. – 1400 тыс. т. С 1994 г. производственная мощность шахты установлена на уровне 600 тыс. т. в год, а в настоящее время составляет всего 400 тыс. т. в год.

Вместе с углем на поверхность выдаются породы среднего карбона, перекрытые четвертичными отложениями. Карбоновые отложения представлены не только углем, но и толщей переслаивающихся аргиллитов, алевролитов, разномеристых песчаников, известняков. Порода вывозится в отвал, который является действующим и притом горящим, так в составе пород присутствует пирит. Объем ежегодно вывозимой в отвал породы достигает 20 тыс. т. и более.

Угледобыча сопровождается выделением метана, который также можно отнести к неотъемлемым природным составным частям литосферы, так как он занимает некий объем, заполняя собой полости и поддерживая уровень давления в глубине литосферы. Метан выделяется даже из обломков породы, но особенно опасен в данной шахте суфлярный тип метановыделения - из относительно больших трещин в угольном пласте или вмещающих породах. Суфлярное выделение может появиться внезапно, например, при вскрытии пласта или осадке основной кровли, и затем действовать многие дни и даже месяцы. Сопровождается, как правило, разрушением угольного пласта или пород. При этом уголь и порода могут быть отнесены на большое расстояние от забоя. 21 ноября 1973 г. из-за внезапного выброса угля и газа в лаве шахты погибло 5 человек.

Таким образом, изъятие необходимых составных частей природной экосистемы в процессе работы шахты прежде всего связано с литосферой, вмешательство в которую в ходе изъятия огромных объемов угля, сопутствующих пород и метана приводит не только к подземным деформациям, но и к гибели плодородной почвы, что, в свою очередь, ведет к невозможности сохранения природных биогеоценозов.

2. Внедрение в экосистему чужеродных для нее компонентов.

К чужеродным компонентам прежде всего следует отнести плоский породный отвал гигантских размеров, расположенный в густонаселенном районе. Площадь, занимаемая отвалом – 22,8 га, высота – 78 м. В санитарно-защитной зоне отвала, ширина которой составляет 500 м, расположено 1265 жилых домов, одна школа и один детский садик. Всего в этих домах проживает более 19 тыс. человек.

Отвал является действующим, относится к категории горящих. Вследствие биохимического окисления пирита и других соединений серы отвал горит. Продуктами горения являются пыль (десятки тонн в год), оксиды азота, серы, углерода, сероводород. В процессе окисления породы образуется серная кислота, подвижные окислы алюминия, железа и других тяжелых металлов, поступающие из отвала в окружающую среду в ходе эрозии [2, 3]. Как известно, озеленение отвала шахты приводит к резкому оздоровлению окружающей среды [3], однако рекультивация его до настоящего времени не производилась, очевидно, по причине продолжающейся отсыпки породы. Вследствие ветровой и водной эрозии отвал представляет значительную опасность для населения санитарно-защитной зоны и окружающей среды за ее пределами.

Следует также отметить, что крупные высокие отвалы оказывают давление на литосферу, приводя к ее механической деформации. Масса породы отвала шахты, по данным его паспорта, более 15 млн. т. Несомненно, она оказывает выраженное давление на литосферу, переуплотняя верхние горизонты почвы и нарушая ее фильтрационную способность. Отвалы - это антропогенные элементы рельефа, оказывающие воздействие на скорость и направление ветров, температурный режим и освещенность, особенно в летние месяцы, когда перегрев пород ведет к температурным инверсиям и перераспределению освещенности на откосах различных экспозиций.

Источниками пыли также являются погрузочно-разгрузочные работы. Уголь отгружают в железнодорожные вагоны, а породу - в думпкары. Из думпкаров порода выгружается в бункеры, оттуда – на конвейер и далее в автосамосвалы, вывозящие породу в отвал.

К источникам пыли относится также аварийный склад угля.

Пылевые выбросы представляют собой суспензию твердых частиц, недифференцированных по составу.

Строительный цех шахты, предназначенный для хранения древесины и производства пиломатериалов, является источником древесной пыли. В 2009 было обработано 659,44 т. древесины.

Метан, поступающий в атмосферу, удаляется из шахтных выработок через вентиляционные стволы. При нормальном проветривании выработки он разжижается воздухом и выносится с обратной струей на поверхность. Метан является «парниковым газом», что само по себе свидетельствует об опасности шахты в плане усугубления парникового эффекта в масштабах биосферы.

Метан вдвое легче воздуха, он способен постепенно накапливаться в верхней части выработки и взрываться при содержании его в воздухе от 5 до 15 %. Воспламенение метана, т. е. горение или взрыв, возможно, если в месте его скопления появится источник тепла с температурой выше 650°. При взрыве метановоздушной смеси выделяется большое количество энергии и образуется взрывная волна, которая с большой скоростью распространяется по шахтным выработкам, разрушая все на своем пути. Кроме того, при взрыве в выработках резко снижается содержание кислорода, образуются ядовитые газы, возникают пожары, которые усложняют ликвидацию аварии, усугубляют ее последствия. Газообразные продукты горения, образующиеся под землей, выносятся в атмосферу, создавая дополнительное ее загрязнение.

Источником атмосферных выбросов является шахтная котельная, топливом для которой служит смесь природного газа и метана дегазации. В выбросах котельной присутствуют: окислы азота, оксид углерода, метан, ртуть и ее соединения.

По данным шахтоуправления, источниками загрязнения на шахте являются также сварочные работы. В атмосферу при этом поступают соединения железа, марганца, оксиды азота, углерода, фтористый водород. Пост резки металлов использует кислородные резаки, при этом применяется сжиженный кислород, а в атмосферу поступают соединения железа, марганца, оксиды азота и углерода.

Покрасочный участок шахты - источник опасных для здоровья выбросов. В атмосферу выделяется сольвент нефти и уайт-спирт.

Выбросы поступают также от ДВС во время прогрева двигателей, маневрирования и выезда автотранспорта. В атмосферу выбрасываются тяжелые металлы, сажа, оксиды свинца, азота, серы и углерода, предельные углеводороды.

Очевидно, второй аспект антропопрессинга – внедрение в экосистему чужеродных элементов – еще более опасен и многолик вследствие разнообразия источников загрязнения и веществ, образующихся в процессе работы шахты.

Таким образом, шахта им. М.И. Калинина является фактором, оказывающим на окружающую среду мощное и многогранное воздействие, связанное с изъятием из биосферы огромной массы ее составных частей и внедрением вместо них таких компонентов, которые количественно или качественно оказываются «непосильными» для биосферы в плане их полной утилизации. Это воздействие является особенно опасным по причине расположения шахты в густонаселенном районе.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Мартынова Е.А. К вопросу о классификации антропогенных факторов в биосфере // Проблемы экологии, 2000. - № 1.- С. 31-34.
2. Зборицки М.П., Осокин В.В. Природа опасных и экологически вредных проявлений и пиритсодержащих породах // Уголь Украины.- 1998.- № 5. - С.26-27.
3. Промышленная ботаника / Кондратюк Е.Н., Тарабрин В.П., Бакланов В.И., Бурда Р.И., Хархота А.И. – К.: Наук.думка, 1980. – 260 с.

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЭКОЛОГИИ ПОЧВЫ

М.А. Баранова, Г.Я. Хусаинова

Стерлитамакский филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего профессионального образования «Башкирский
государственный университет»

В данной работе рассмотрено проектирование информационной системы мониторинга экологии почвы, которая содержит в себе всю необходимую информацию о состоянии рассматриваемой почвы. Представлены основные таблицы и связи между ними.

Ключевые слова: БАЗЫ ДАННЫХ, ПОЧВА, ТАБЛИЦА.

In this paper, the design of an information system monitoring the ecology of the soil, which contains all necessary information about the condition of the soil. Presents the major tables and relationships between them.

Keywords: DATABASE, SOIL, TABLE.

Почва является бесценным природным богатством, обеспечивающим человека важными продовольственными ресурсами. Без этого колоссального природного объекта невозможна жизнь на земле. Так же почва является наиболее объективным и стабильным индикатором техногенного загрязнения, в отличие от воды и атмосферного воздуха. Неправильное использование почвы, приводит к росту её загрязнения и, как следствие, уменьшению её плодородных качеств [2].

Информация о почвах жизненно необходима для того, чтобы принимать решения по повышению эффективности землепользования, защите окружающей среды, долгосрочному планированию в сфере управления почвенными ресурсами и др. Использование информационных технологий позволяет получать информацию о почвах ежедневно и обрабатывать ее в реальном времени.

В данной работе рассматриваются основные этапы проектирования и разработки базы данных «Экология почвы». Правила составления базы данных предусматривают общие принципы организации в не зависимости от используемых программ. Возможно создание базы данных, составленной в различных форматах: Excel, Access, SQL Server и др.

При построении базы данных необходима формализация экспериментального материала: классификация информации, ее структурирование и унифицирование.

Макет структуры базы может отражать следующую информацию:

1. Характер почвы;
2. Положение почвы;
3. Условия местоположения;
4. Свойства природной среды почвы и др.

В таблице 1 приведена структура предполагаемой атрибутивной базы данных «Экология почвы».

Таблица 1 - Структура атрибутивной базы почвенно-экологических данных

Элемент базы (таблица)	Атрибутивная информация
1. Характеристика почвы	1. Тип почвы (выдел, полигон, ключевой участок, пробная площадь, точка описания, мониторинга или почвенный разрез); 2. Определение почвы по основному классификатору; 3. Размер, площадь; 4. Источник информации (год, автор).
2. Положение почвы	1. Страна; 2. Регион; 3. Город; 4. Хозяйственная привязка (лесхоз, лесничество, квартал, выдел, совхоз, фермерское хозяйство и др.); 5. Географическая привязка (координаты, геоморфологический элемент, междуречье).
3. Условия среды	1. Рельеф; 2. Характер увлажнения и глубина залегания почвенно-грунтовых вод; 3. Геохимический тип ландшафта; 4. Тип растительной ассоциации; 5. Современное состояние и характер использования.
4. Свойства природной среды почвы	
Тип растительной ассоциации	1. Характеристики породного состава, подроста, возобновления; 2. Ресурсные свойства; 3. Хозяйственные свойства и т.д.
Режимы	1. Водный режим; 2. Тепловой режим; 3. Пищевой режим и др.
Процессы	1. Эрозия; 2. Деградация; 3. Загрязнение; 4. Заболачивание; 5. Пирогенные процессы; 6. Агрогенная трансформация и т.д.
Критерий оценки	1. Эрозионная опасность; 2. Заболоченность и т.д.

С помощью программы ErWin сформирована структура базы данных, в которой пользователь сможет хранить информацию, связанную с экологией почвы [3]. База данных состоит из 4 сущностей (таблиц), а именно: «Положение почвы», «Условия среды», «Характер почвы», «Свойства природной среды почвы». В качестве основной таблицы задана сущность «Положение почвы». Данная таблица соединена с другими таблицами связью один к одному. На рисунке 1 показаны результаты созданной базы данных в программе Erwin.

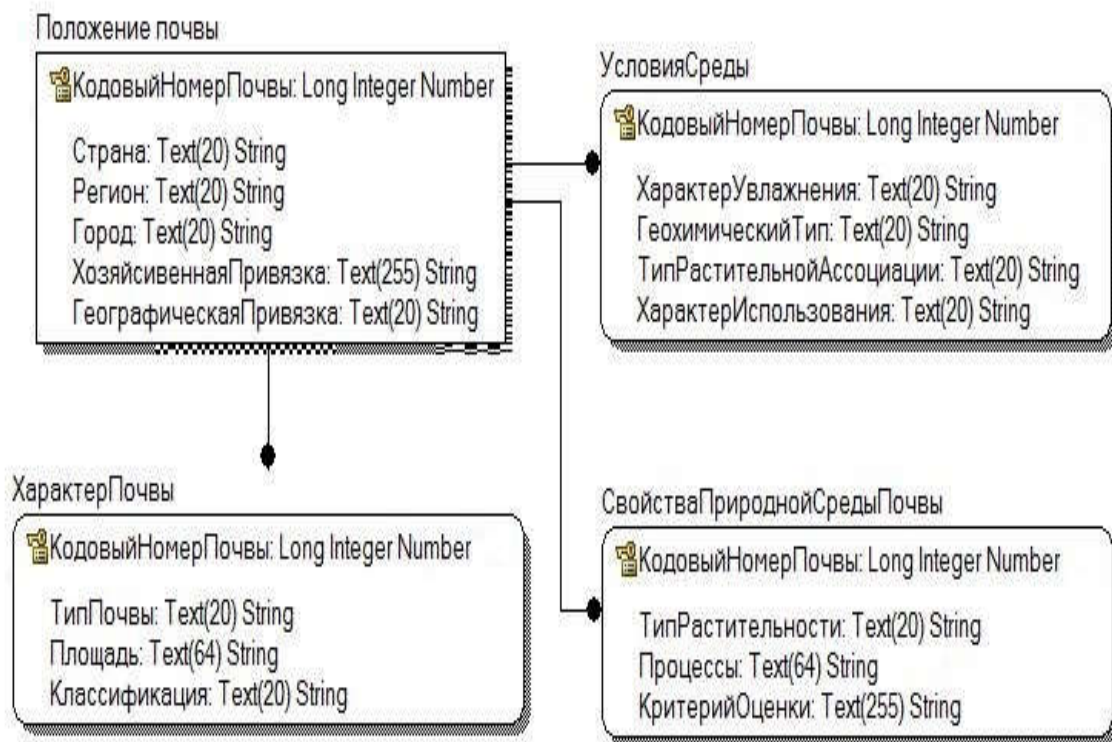


Рис. 1 - Пример базы данных «Экология почвы»

После определения структуры базы данных на основе инфологической (концептуальной) модели, интерфейсную часть можно реализовать различными приложениями. В данной работе физический этап спроектирован в Microsoft Access [1].

Для удобства ввода данных предусмотрен ввод с помощью выпадающих списков вариантов ввода, которые автоматически корректируются по мере ввода информации, что позволяет пользователю оперативно вводить большие объемы информации. Контроль состояния почвы включает комплекс измеряемых параметров и показателей, которые содержатся в базе данных.

В ходе проделанной работы, создана база данных «Экология почвы», которая может содержать в себе всю необходимую информацию о состоянии рассматриваемой почвы.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Вейскас Д. Эффективная работа с Microsoft Access. СПб: «Питер Пресс», 2006. – 856 с.
2. Добровольский Г. В., Урусевская И. С. География почв: учебник. М.: Изд-во Моск. Ун-та: Наука, – 2006. 460 с.
3. Хусаинова Г.Я., Хусаинов И.Г. Информационные системы. Управление реляционными базами данных: Учеб.-метод. материалы: Стерлитамак: Стерлитамак. гос. пед. академия, 2007. – 55 с.

ОБОСНОВАНИЕ СНИЖЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Д.И. Божко, Д.А. Козырь

Донецкий национальный технический университет

В докладе проанализированы проблемы крупнейшего предприятия электроэнергетики расположенного на территории ДНР. Предложены главные природоохранные мероприятия для снижения выбросов загрязняющих веществ от сжигания твердого топлива в котлоагрегатах.

Ключевые слова: ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС, АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ, ДЫМОВЫЕ ГАЗЫ.

The report analyzes the problems of the largest electric power industry enterprise located on the territory DPR. The main environmental measures are proposed to reduce emissions of pollutants from the combustion of solid fuels in boilers.

Keywords: FUEL AND ENERGY COMPLEX, ATMOSPHERIC AIR, SMOKE GASES.

Топливо-энергетический комплекс всегда был и остается важнейшей составляющей национальной безопасности и экономического роста государства. От развития отраслей ТЭК в значительной степени зависит динамика, масштабы и темпы - экономические показатели производства, прежде всего – промышленности.

В топливо-энергетическом комплексе Республики важную роль играет электроэнергетика. Основой электроэнергетики ДНР в перспективе и в настоящее время остаются тепловые электростанции. Тепловые электростанции являются основой генерации тепла и электроэнергии на территории ДНР.

Функциональная значимость ТЭС всегда будет высокой, поскольку они являются основными источниками резервирования мощности, покрытия переменной части графиков электропотребления в энергосистеме ДНР.

Однако, несмотря на важность электроэнергетики, тепловые станции являются значительным источником загрязнения природной среды. Доля выбросов загрязняющих веществ отрасли составляет 35,4%. За счет использования оборотного водоснабжения доля сбросов загрязненных сточных вод составляет всего 1,5%, а доля электростанций в образовании отходов – около 17%.

Крупнейшим предприятием электроэнергетики расположенным на территории ДНР является Старобешевская ТЭС, мощностью 2 млн. кВт.

Старобешевская ТЭС участвует в регулировании частоты и мощности объединенной энергосистемы ДНР. В качестве топлива на Старобешевской ТЭС используется уголь АШ/Т-75/25, а также мазут и природный газ как подсветка.

Ежегодно Старобешевская ТЭС выбрасывает в атмосферный воздух более 81,4 тыс. т загрязняющих веществ. Основными загрязняющими веществами, которые образуются в процессе сжигания топлива, являются взвешенные вещества, диоксид серы (SO₂), оксиды азота (NO_x) и оксид углерода (CO).

В настоящее время в эксплуатации Старобешевской ТЭС находятся 9 энергоблоков: энергоблок №4 после проведения реконструкции с установкой котла АЦКС с установленной мощностью 215 МВт принят в эксплуатацию в мае 2011г; энергоблоки №12, 13 после реконструкции с установленной мощностью 210 МВт каждый приняты в эксплуатацию в 2013-2014 гг; энергоблок ст.№7 с установленной мощностью 175 МВт выведен из эксплуатации в резерв; энергоблоки ст.№ 5,6,8,9,10,11,

введенные в эксплуатацию в 1962 – 1965 гг., имеют установленную мощность 200 МВт каждый.

Для очистки дымовых газов от взвешенных веществ на котлах ТП 100 энергоблоков № 5, 6, 8, 9, 10, 11 установлены мокрые золоуловители - скрубберы МП-ВТИ. Перед скрубберами установлены горизонтальные трубы Вентури. Для очистки дымовых газов от взвешенных веществ на котлах ТП 100 энергоблоков № 12, 13 установлены электрофилтры. Для очистки дымовых газов котлоагрегата №4 АЦКС от пыли установлен электрофилтр. Эффективность пылегазоочистного оборудования энергоблоков № 5, 6, 8, 9, 10, 11 составляет 89,45 - 93,17 %, энергоблоков № 12, 13 – 99,77-99,84 %, энергоблока № 4 – 99,91 %. Дымовые газы, выходящие после пылегазоочистного оборудования, через 4 трубы, высотой 120 м и 180 м выбрасываются в атмосферу.

Анализ выполненных расчетов приземных концентраций для существующего положения, с учетом фоновго загрязнения атмосферного воздуха выявил превышение предельно допустимых концентраций в контрольных точках на границе СЗЗ и на близлежащих населенных пунктах следующими загрязняющими веществами:

- ангидрид сернистый (1,06-2,09 ПДК);
- взвешенные вещества (1,01-1,42 ПДК);
- азота диоксид (1,05-1,41 ПДК);
- группа суммации №31 (1,73 – 3,72 ПДК).

Основными вкладчиками в максимальные суммарные концентрации взвешенных веществ являются выбросы энергоблоков №№ 5,6,8,9,10,11, а основной вклад в максимальные концентрации азота диоксида и ангидрида сернистого вносят выбросы энергоблоков №№ 5,6,8,9,10,11, 12, 13. Выбросы энергоблока №4 находятся в пределах санитарных норм. Зона влияния Старобешивской ТЭС на существующее положение определяется суммарным влиянием диоксида азота и сернистого ангидрида (группа суммации №31) и составляет 118 км.

До достижения необходимого снижения выбросов загрязняющих веществ от сжигания твердого топлива в котлоагрегатах необходимо выполнить природоохранные мероприятия, которые можно реализовать двумя способами - реконструкция (замена) самих котлоагрегатов или реконструкция (замена) газоочистных установок.

Для обеспечения развития тепловой энергетики необходимо ориентироваться не только на продление сроков службы оборудования ТЭС путем ремонта и замены отдельных узлов паровых турбин и котлоагрегатов и мало затратные быстро окупаемые мероприятия, но и на обновление оборудования с применением перспективных технологий.

Анализ современной технологии сжигания угля показывает, что реконструкция энергоблоков различной мощности и режима нагрузки возможна в нескольких вариантах.

Технология сжигания твердого топлива в циркулирующем кипящем слое под давлением КСД является наиболее экономически и технологически целесообразна для электростанций ДНР. На предприятиях стран СНГ на сегодняшний день отсутствует оборудование, работающее по данной технологии, кроме того не существует достаточных научно-технических и конструкторских разработок для создания отечественных котлов по технологии КСД.

Замена котлоагрегатов, исчерпавших свой ресурс, большой мощности (для блоков 200-300 МВт) на парогазовые установки с котлоагрегатами КСД, сочетающие в себе достоинства ЦКС с высоким КПД и компактностью, является недалеким будущим.

Таким образом, из современных освоенных технологий сжигания топлива наиболее низкие удельные капитальные расходы приходятся на котлоагрегаты ЦКС. В зарубежной энергетике накоплен богатый опыт по строительству котлов ЦКС большой мощности (технологий «Лурги» и «Пирофлю»). Данные технологии могут успешно применяться при модернизации пылеугольных котлов на ТЭС ДНР с учетом возможности сжигания низкосортного низко реакционного топлива и отходов углеобогащения.

Технология КСД имеет по сравнению с технологией ЦКС низкие удельные капитальные затраты и ряд преимуществ. Однако, в настоящее время данная технология не может быть применена при модернизации пылеугольных ТЭС ДНР, поскольку отсутствует достаточный опыт эксплуатации котлов КСД большой мощности.

Принимая во внимание вышеизложенное, с учетом качества топлива, поступающего на Старобешевскую ТЭС (АШ зольностью более 19,9), состояния котельного оборудования, необходимостью решения экологических задач, к реализации рекомендуется принять вариант установки котлоагрегатов ЦКС.

В настоящее время технология ЦКС внедрена на блоке №4 Старобешевской ТЭС. Эта технология, которая является достаточно известной в Европе и других странах, была выбрана по следующим причинам:

- Не нужны дополнительные серо / азотоочистки;
- Возможность строительства нового котла на существующей площадке;
- Возможность сжигания менее калорийного угля или необогащенного угля с высокой зольностью, т.к. колебания калорийности топлива мало влияют на работу котла;
- Относительно низкие затраты по сравнению с сооружением нового котла с факельным сжиганием;
- Себестоимость выработки электроэнергии является конкурентоспособной на рынке.

Выполнение комплекса природоохранных мероприятий, а именно внедрение технологии ЦКС на энергоблоках №5,6,8,9,10,11,12,13, позволит достичь нормативов выбросов в атмосферный воздух по взвешенным веществам, диоксиду азота и сернистому ангидриду.

Анализ расчетов показывает, что приземные концентрации всех загрязняющих веществ, участвующих в расчетах рассеивания, и соответствующих групп суммаций после выполнения природоохранных мероприятий будут находиться в пределах санитарных норм.

Достижение нормативов допустимых выбросов загрязняющих веществ на Старобешевской ТЭС приведет к существенному снижению расчетных значений приземных концентраций, по которым было выявлено превышение: диоксид азота (до 0,17 ПДК), ангидрид сернистый (до 0,24 ПДК), взвешенные вещества (до 0,73 ПДК), группа суммаций № 31 (до 0,3 ПДК). После выполнения природоохранных мероприятий зона влияния Старобешевской ТЭС уменьшится до 37 км.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Земля тревоги нашей. По материалам Докладов о состоянии окружающей природной среды в Донецкой области в 2007/2008 годах / Под редакцией С. Третьякова, Г. Аверина, Донецк, 2009. 124 с.

2. Reference Document on Best Available Techniques for Large Combustion Plants, June 2006, Seville, Spain

ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ СОЗДАНИЯ ПОЛИГОНОВ ТБО ДЛЯ ОТДЕЛЬНЫХ РАЙОНОВ ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ

А.Н. Бондаренко, Л.В. Чайка

Донецкий национальный технический университет

В работе сделан анализ ситуации в сфере обращения с твердыми бытовыми отходами на территории Донецкой Народной Республики и отдельных сельских районов. Выполнен расчет возможного образования ТБО и показана целесообразность разработки проекта строительства полигона для южных районов Республики.

Ключевые слова: ОБРАЩЕНИЕ, ТБО, ПОЛИГОН, СВАЛКА, ОБРАЗОВАНИЕ

The paper analyzes the situation in the sphere of solid domestic waste management in the territory of the Donetsk People's Republic and individual rural areas. The calculation of the possible formation of solid waste was carried out and the expediency of developing a project for the construction of a landfill for the southern regions of the Republic was shown.

Key words: HANDLING, SDW, POLYGON, PACKAGE, EDUCATION

Проблема утилизации и размещения твердых бытовых отходов (ТБО) преследовали человечество с момента его существования. Однако, несмотря на развитые технологии и научно-технический прогресс, вопрос об их хранении и утилизации остается актуальным до настоящего времени.

Общее количество накопленных отходов на планете в 2016 году превысило 2100 млрд. т [1]. На территории Украины к концу 2013 г. объем ТБО достигал 15,2 млрд. т, в то же время на начало 01.01.2017 г. эта величина снизилась до 13,2 млрд. т. В Донецкой области, как одной из административных единиц Украины относительная масса ТБО на 01.01.2014 г. достигала 23 %.

Накопление отходов IV класса опасности происходит вследствие того, что практически отсутствуют раздельный сбор мусора и предприятия по переработке ценных морфологических компонентов: бумага, стекло, металл и др. Большим недостатком в сфере обращения отходов в Украине является также отсутствие санитарно-экологических полигонов. Как показывает практика, мусоросжигающие заводы представляют собой стационарные пункты экологического загрязнения, в первую очередь, атмосферного воздуха.

Причиной экологических проблем Донецкой области, в первую очередь, следует отметить большие объемы не только накопленных отходов, но и ежегодно образующихся. Несмотря на то, что к основным источникам комплексного загрязнения окружающей природной среды относятся места складирования промышленных отходов, наблюдается постоянная тенденция ежегодного увеличения объемов образования бытовых отходов со значительным содержанием макулатуры и пластика.

Изменения в политической обстановке Украины стали причиной, с одной стороны, образования Донецкой Народной Республики (ДНР), с другой, – нарушением ранее установленных административно-территориальных границ Донецкой области. Так, площадь городов и районов, которые перешли в ведение вновь образованной Республики, составляет 8538,9 км² (34 %). В то же время практически на 1/3 части территории сосредоточено более 50 % «довоенного» населения: 2,32 млн. чел. против 4,3 млн. чел.

В таблице 1 представлены данные среднегодовой динамики образования бытовых отходов в Украине и области [2] до 2013 г. и для сравнения приведена статистика за 2015 год без учета неподконтрольных территорий и АР Крыма.

Таблица 1 – Динамика среднегодового образования ТБО в Украине и Донецкой области, млн. т

Административная единица	Годы				
	2010	2011	2012	2013	2015
Украина	425,91	438,17	450,73	402,37	
Донецкая область	56,16	60,96	56,52	53,18	

К сожалению, военные действия не позволяют вести учет в сфере обращения ТБО, которая остается актуальной экологической проблемой и для ДНР, особенно это касается сельских районов, поскольку в настоящее время отсутствуют полигоны, отвечающие санитарно-экологическим требованиям. Эксплуатируемые полигоны (свалки) и разрешенные места складирования представляют собой источники всех компонентов окружающей среды, в т. ч. населения, и в большинстве случаев их фактический объем накопления превышает нормативно разрешенные.

Если принять во внимание распределение свалок/полигонов до 2014 года, то в границах Республики насчитывается около 30 % официально разрешенных мест складирования ТБО (табл. 2).

Таблица 2 – Количество свалок/полигонов, находящихся в эксплуатации на территории административных единиц Донецкой области и Донецкой Народной Республики

Название административной территории	Объемы годового накопления ТБО, тыс. м ³ /год								Всего
	< 10	10	20	30	50	100	200	> 500	
Донецкая область, в т.ч.:	283	6	8	4	12	8	4	1	326
Донецкая Народная Республика	78	2	3	2	6	2	2	1	96

Отсутствие полигонов, отвечающих санитарным и экологическим требованиям международных стандартов, привело к образованию огромного количества несанкционированных свалок в городах и сельских районах.

Особенно остро рассматриваемая проблема характерна для сельских районов. Например, особенностью Новоазовского, Старобешевского и Тельмановского районов является тот факт, что численность сельского населения, как правило, превышает 50 % общей численности. В то же время нормы образования отходов и плата за вывоз мусора находятся в ведении органов местного самоуправления каждого из административных субъектов.

Визуальные наблюдения за внешним видом этих районов показывают, что отсутствие разрешенных свалок/полигонов и оборудованных площадок для сбора ТБО в жилых микрорайонах многоэтажной застройки приводят к образованию большого числа неорганизованных свалок. Несанкционированные свалки также создают проблемы экологического характера, поскольку они существуют в условиях отсутствия каких-либо мер безопасности и могут вызывать масштабные загрязнение окружающей среды.

В настоящей работе представлен сравнительный анализ расчета возможного образования твердых бытовых отходов, исходя из установленных норм накопления, установленных российским и украинским законодательствам (таблица 3).

Таблица 3 – Результаты расчета объемов среднегодового образования ТБО в изучаемых районах, тыс. м³

Районы	Украина				Российская Федерация			
	норма	город	норма	село	норма	город	норма	село
Новоазовский	1,5 м³/чел.	21,19	1,6 м³/чел.	23,22	1,25 м³/чел.	17,66	1,35 м³/чел.	19,60
Старобешевский		39,40		35,85		32,84		30,25
Тельмановский		6,65		16,05		5,54		13,54
Всего	67,14		75,13		56,04		63,39	
Итого	142,27				119,43			

Анализ полученных данных в таблице 3 показывает, что установленные нормативные требования Российской Федерации в отношении образования бытовых отходов более «жесткие», нежели украинские. Тем не менее, расчетные годовые объемы находятся в пределах 150 тыс. м³, что указывает на необходимость создания в южных границах Республики полигона, отвечающего санитарно-экологическим требованиям с минимальной планируемой мощностью 150 или более тыс. м³/год.

Функционирование такого объекта не только обеспечит своевременное размещение ежегодно образующихся объемов ТБО, но и позволит разместить те, что находятся в настоящее время на несанкционированных свалках.

Таким образом, на основании фактических и расчетных данных можно сделать вывод о том, что создание экологически безопасной окружающей среды для жизнедеятельности жителей Новоазовского, Тельмановского и Старобешевского районов является необходимым условием совместного эффективного управления органов местного самоуправления в сфере обращения ТБО. Управление должно включать современные подходы к планированию и строительству полигонов, оптимизацию их размещения с учетом экономической и экологической целесообразности.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. ТБО: особенности России // Экологический вестник России, 2016 – 47 с.
2. Статистичний щорічник Донецької області за 2013 рік: Статистичний збірник / Ред. О.А. Зеленого, Л.О. Мішина та ін. – Д., 2013. – 343 с.
3. Пособие по мониторингу твердых бытовых отходов / Ред. Филипп Фишо, Бородай Г.И. – Донецк: Тасис. – 2004. – 293 с.

ТРУТОВЫЕ ГРИБЫ И ИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ

А.А. Гайворонская, Л.Н. Анищенко

Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского

В докладе проанализировано биоразнообразие трутовых грибов в Дубровском лесничестве. Особенности распределения трутовых грибов в зависимости от рекреационной нагрузки. Состояние субстрата для поселения трутовых грибов.

Ключевые слова: ТРУТОВЫЕ ГРИБЫ, СУБСТРАТ, СТАДИИ РЕКРЕАЦИОННОЙ ДИГРЕССИИ, КОНСОРТЫ

The report analyzed the biodiversity of pore fungi in Dubrovsky forestry. Features of the distribution of pore fungi depending on the recreational load. Condition of substrate for settlement of pore fungi.

Keywords: PORE FUNGI, SUBSTRATE, STAGE OF RECREATIONAL DIGRESSION, CONSORTI

Биоразнообразие паразитических и полупаразитических макромицетов в различных типах леса Нечерноземья РФ велико, виды предпочитают различные субстраты, а также распространены на различных стадиях рекреационной дигрессии лесов. Изучение видового состава и распространения трутовых грибов актуально в связи с возможностью использования полученных данных в природоохранной индикации. Цель работы – описать видовое разнообразие и зависимость распространения по субстратам при различных стадиях дигрессии леса. В работе использовался метод наблюдения и анализа, метод анализа и синтеза; проводился сбор исследуемого материала и определение видов [1]. Исследования проводились в Брянской области, Дубровском районе, Дубровском участковом лесничестве. Диагностика стадий рекреационной дигрессии лесов проводилась по общепринятой методике [2].

Трутовые грибы (макромицеты) – несистематическая группа грибов отдела базидиомицеты. Шляпконожечные трутовики отличаются от болетовых жёсткой мякотью, часто имеют многолетние плодовые тела. Базидиомицеты могут иметь различную внешнюю форму (от сплюснутых до копытообразных) [3].

Виды наблюдаемых трутовых грибов: трутовик скошенный (*Inonotus obliquus*); трутовик настоящий (*Fomes fomentarius*); трутовик пушистый (*Trametes pubescens*); трутовик дымчатый (*Bjerkandera fumosa*); трутовик лакированный (*Ganoderma lucidum*); трутовик чешуйчатый (*Polyporus squamosus*); трутовик серно-жёлтый (*Laetiporus sulphureus*); трутовик окаймлённый (*Fomitopsis pinicola*); трутовик кориолус разноцветный (*Trametes versicolor*); трутовик горбатый (*Trametes gibbosa*); трихептум пихтовый (*Trichaptum abietinum*); трутовик берёзовый (*Piptoporus betulinus*).

Исследовались следующие виды субстратов: пни хвойных пород, пни лиственных пород, поваленные стволы, сухостой (лиственных и хвойных пород), живые деревья (лиственных и хвойных пород).

Для выявления консортов в популяционных консорциях определяли все виды грибов, учитывали их связи с ядром консорции. Учетные площадки располагали по трансекте, с разной степенью перерождения леса. В каждом из степеней перерождения леса определяли консортивные связи, затем, учитывая виды, которые появились в описаниях в четвертой стадии перерождения леса, определяли индикаторные виды антропогенного воздействия леса.

Были выделены следующие экологические группы грибов-разлагателей древесины, листового опада:

Виды, приуроченные к живым стволам деревьев: щелелистник обыкновенный; трутовик душистый; лентитес березовый; дубовая губка; настоящий трутовик; трутовик плоский; трутовик ложный; трутовик щетинистоволосый.

Виды, растущие на отмирающих и сухостойных стволах; отмерших ветвях живых деревьев: опенок осенний; пениофора сосновая; фелликус черноограниченный; эксидиопсис известковый; трутовик душистый; трутовик серно-желтый; лентитес березовый; дубовая губка; трутовик плоский; трутовик окаймленный;

Сапротрофы на древесине (валежнике): древесина 1 степени разложения – чешуйчатка обыкновенная; вешенка устричная; антродия Линдблада; древесина 2 степени разложения – чешуйчатка обыкновенная; кориолус многоцветный; гименохета ржавчинная; мицена щелочная; мицена волосатоножковая; древесина 3 степени разложения – гименохета ржавчинная; стереум жестковолосый; древесина 4 степени разложения – навозник рассеянный; навозник чернильный; тремискус гелвеловидный; древесина 5 степени разложения – навозник рассеянный; навозник чернильный; бокальчик Олла; круцибулум гладкий; рогатик язычковый; калоцера вискоза;

Подстилочные сапротрофы (разлагающие целлюлозу и лигнин в растительном опаде – листьях, ветоши, заканчивая этап гумусообразования): негниючник колесовидный; негниючник тычинковидный; нектрия киноварно-красная; клавариадельфус ситниковый; саркосцифа ярко-красная; полипорус черноногий.

Чёткой приуроченности к определенному виду субстрата у всех видов грибов не было выявлено, т.е. не наблюдали яркой специализации видов. Зарегистрирован широкий спектр поселений (на субстратах различной степени качества разложения) у видов: трутовика душистого; лентитеса березового; дубовой губки; трутовика плоского.

В лесопарке Роща Соловьи г. Брянска изучены консортивные связи грибов и видов-доминантов древесных растений с учётом стадий дигрессии. Результаты помещены в таблицу 1.

Таблица 1 – Видовой состав грибов сапротрофов и паразитов в консортивных связях широколиственного леса

Стадии рекреационной дигрессии	Вид дерева	Вид гриба
2 стадия	1)Осина (живая) 2)Опавшие листья и ветви липы, осины 3)Липа (валеж) 4)Липа (сухостой) 5)Осина (валеж) 6)Валеж 7)Пень (4 стадия разложения) 8)Сухостой (липа) 9)Осина (живая) 10)Липа	1)Трутовик берёзовый 2)Дрожалка 3)Трутовик берёзовый 4)Трутовик берёзовый 5)Стереум ругозум 6)Трутовик окаймлённый 7)Трихептум пихтовый 8)Трутовик настоящий 9)Трутовик берёзовый 10) Ганодерма смолистая
3 стадия	1)Осина (живая) 2)Опавшие листья и ветви деревьев 3)Липа (сухостой) 4)Берёза повислая 5)Берёза (валеж)	1)Трутовик берёзовый 2)Дакримисес стиллатус 3)Трихептум пихтовый 4)Чага берёзовый 5)Трутовик окаймлённый,

	6)Липа (валеж) 7)Полуразложившийся пенёк 8)Полуразложившийся пенёк 9)Осина 10)Липа	трутовик плоский, трутовик берёзовый 6)Щелелистник обыкновенный, стереум ругозум 7) Пениофора серая 8)Дальдиния концентрическая 9) Церрена одноцветная 10) Ганодерма смолистая
4 стадия	1)Осина (сухостой) 2)Осина (сухостой) 3)Валеж 4)Берёза (валеж) 5)Сухостой 6)Осина 7)Осина	1)Трутовик горбатый 2)Дедалеопсис бугристый 3)Щелелистник обыкновенный 4)Крепидот мягкий 5)Трутовик берёзовый 6) Церрена одноцветная 7) Ганодерма смолистая

На второй стадии рекреационной дигрессии среднее количество плодовых тел на 1 дереве – 2, на третьей стадии рекреационной дигрессии – 3 плодовых тела, на четвёртой стадии рекреационной дигрессии – 5 плодовых тел.

Наиболее разнообразны по видовому составу консортов консорции грибов-базидиомицетов консорции третьей стадии рекреационной дигрессии лесной экосистемы. Видовой состав консортов (базидиомицетов) соответствует биоразнообразию макромицетов, соответствующим сообществам широколиственных лесов. Наилучшие условия существования сложились для трутовика ложного и трутовика окаймленного в типе леса четвертой стадии дигрессии; трутовика окаймленного – во второй стадии. Видимо потому, что из всех экологических факторов обычно решающим являются состояние субстрата для поселения.

На пнях и валежнике в третьей стадии разложения, покрытых мхом, лишайниками, плодовые тела трутовика окаймленного и трутовика ложного найдены только мертвые. Наличие на субстратах других видов трутовиков не препятствует развитию трутовика окаймленного, трутовика настоящего. Выяснена наибольшая приуроченность трутовиков всех трех видов к субстратам, представленным лиственными породами.

Можно считать индикаторами антропогенной трансформации субстратов для поселения вид гриба – трутовик ложный.

Диагностировать стадии рекреационной дигрессии рекомендовано по настоящим трутовым грибам. Наиболее широко распространены виды – трутовик настоящий, трутовик окаймленный, трутовик ложный. Поэтому мы выясняли степень распространения трутовиков в различных типах сообществ в зависимости от степени дигрессии именно этих видов, как наиболее часто встречающихся.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Бондарцева, М.А.* Определитель грибов России. Порядок афиллофоровые / М.А. Бондарцева. Вып.2 – СПб: Наука, 1998. – 391с.
2. *Ивонин, В.М.* Лесная рекреология: учебное пособие для вузов / В.М. Ивонин, В.Е.Авдонин, Н.Д.Пеньковский. – Новочеркасск: НГМА, 1999. – 146 с
3. *Хардинг, П.* Мини-энциклопедия Грибы / П. Хардинг. – М.: Астрель, 2002. – 180 с.

АНАЛИЗ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ УСТОЙЧИВОСТИ ГЕОСИСТЕМ В ГОРНОДОБЫВАЮЩЕМ КОМПЛЕКСЕ

А.В. Лискун, И.Н. Кузык-Артамонова, В.Н. Артамонов
Донецкий национальный технический университет

На основе анализа горнодобывающего комплекса Донбасса определена степень устойчивости геосистем с учетом геоэкологического состояния территории.

Ключевые слова: АНАЛИЗ, ГЕОСИСТЕМА, КОМПЛЕКС, ДОНБАСС, СТЕПЕНЬ, УСТОЙЧИВОСТЬ, СОСТОЯНИЕ, ТЕРРИТОРИЯ.

Based on the analysis of the mining complex of Donbass, the degree of stability of geosystems is determined taking into account the geoecological state of the territory.

Keywords: ANALYSIS, GEOSYSTEM, COMPLEX, DONBASS, DEGREE, STABILITY, STATE, TERRITORY.

Горнодобывающий комплекс Донецкого региона представлен угольными шахтами и карьерами, добывающими полезные ископаемые, без которых производство металла практически невозможно. Особенное место стоит отвести открытым горным работам. Геоэкологическая оценка состояния территории, на которой ведется добыча полезных ископаемых открытым способом, рассматривается как комплексное сочетание различных видов нарушений природной среды в результате ведения горных работ. Оценка состояния территории осуществляется путем определения степени этих нарушений [1].

Цель работы – анализ и выявление степени устойчивости геосистемы, позволяющей осуществлять добычу полезных ископаемых открытым способом, с учетом комплексного природопользования и ресурсосбережения.

Карьерно-отвалы представляют собой сложные геотехнические системы (ГТС), которые характеризуются своей целостностью, направленностью связей, элементами и их связями, структурой [2].

Анализ исследований в области недропользования и рекультивации нарушенных горными работами земель позволяет выявить основные факторы, определяющие степень устойчивости геосистем [3]. Классификация основных факторов, определяющих степень устойчивости геосистем, приведена на рис. 1.



Рис. 1. – Классификация факторов, определяющих степень устойчивости геосистем

Выявление факторов (рис 1.) позволяет на основании определенной методики выделить критерии и ранжировать их на значимости для условий ОГР [3].

Таблица 1 – Распределение весовых коэффициентов критериев устойчивости к горнодобывающему воздействию (n = 1 – самое значимое)

№	Критерии	Вес, n
1	Уклоны поверхности	1
2	Вид отложений, слагающих территорию	2
3	Глубина залегания грунтовых вод	3
4	Структура экологического каркаса (площадь антропогенной составляющей геосистемы)	4
5	Содержание гумуса в почвах	5
6	Степень эродированности почв	6
7	Гидротермический коэффициент	7
8	Первичная биологическая продуктивность	8

Критерии для определения остроты геоэкологического состояния территорий, где ведутся ОГР, представлены на рис. 2.

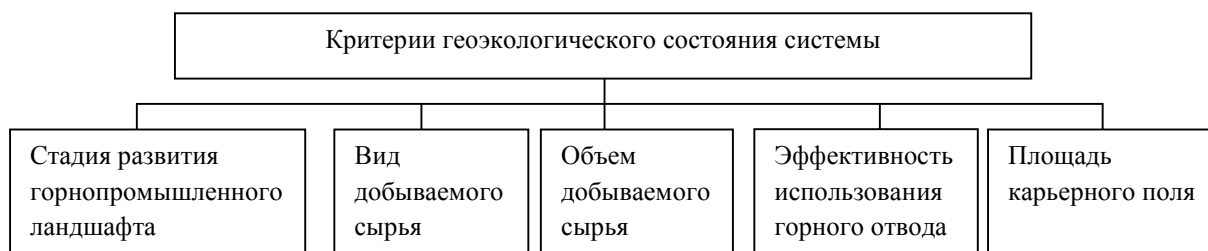


Рис. 2 – Классификация критериев для определения остроты геоэкологического состояния территории, где осуществляется ОГР.

Применение методики геоэкологической оценки состояния территорий, подверженных влиянию ОГР, позволяет сформировать и ранжировать критерии остроты геоэкономического состояния (Табл. 2).

Таблица 2 – Ранжирование критериев остроты геоэкологического состояния территории

№	Критерии	Вес, n
1	Стадия развития горнопромышленного ландшафта	1
2	Вид добываемого сырья	2
3	Объем добываемого сырья	3
4	Эффективность использования горного отвода	4
5	Площадь карьерного поля	5

В результате выполнения работы были определены уровни, характеризующие состояние геоэкологической системы, а именно:

- удовлетворительное – характеризуется полным прекращением горных работ (консервация карьеров, проведение комплекса рекультивационных мероприятий) или незначительными по масштабу и интенсивности нарушениями геологической среды;
- напряженное – горнодобывающее воздействие продолжается, увеличиваются размеры карьерного поля, уничтожается растительный покров, гидрогеологические условия не нарушаются или затрагиваются незначительно;
- конфликтное – наблюдается в том случае, когда горными разработками затрагиваются все компоненты геосистемы: литогенная основа, гидрогеологические условия, атмосфера, биота.

Анализ и учет факторов и критериев остроты геоэкологической ситуации на территориях подверженных ОГР позволяет подготовить следующие решения:

- предотвратить изъятие земельных площадей и подготовить их к использованию;
- уменьшить загрязнение воздушного бассейна газообразными выбросами;
- улучшить состояние почвенного и растительного покрова, прилегающих территорий;
- изменить рельеф, гидрологии и загрязнения водоемов с целью использования территорий для рекультивации или элементов жкосети.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Кочуров Б.И.* География экологических ситуаций: экодиагностика территории [Текст] / Б. И. Кочуров. – Москва: Ин-т геогр. РАН, 1997. – 132 с.
2. *Ретеюм, А.Ю.* Земные миры [Текст]: о целостном изуч. геосистем / А. Ю. Ретеюм. – Москва : Мысль, 1988. – 268 с.
3. *Хаванская, Н.М.* Методические подходы к оценке устойчивости геосистем к воздействию добывающей промышленности [Текст] / Н. М. Хаванская // Вестник Волгоградского государственного университета. Сер. 3. Экономика. Экология. – 2011. – Т. 3, № 1. – С. 254-257.

ПОКАЗАТЕЛИ ХИМИЧЕСКОГО КАЧЕСТВА ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ)

В.В. Легкая, Д.С. Филиппов, Л.Н. Анищенко

Брянский государственный университет им. академика И.Г.Петровского

В докладе представлены результаты исследований показателей химического качества лекарственных растений на примере Брянской области на основе методов ключевых участков. Установлены валовое содержание элементов в лекарственном сырье и степень их аккумуляции.

Ключевые слова: ЛЕКАРСТВЕННЫЕ РАСТЕНИЯ, ЗАПАСЫ БИОМАССЫ, ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ, БИОГЕОХИМИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ, БРЯНСКАЯ ОБЛАСТЬ.

The report presents the results of research of indicators of the chemical quality of medicinal plants on the example of Bryansk region on the basis of methods of key areas. Set the total contents of elements in medicinal plants and their degree of accumulation.

Key words: MEDICINAL PLANTS, BIOMASS, HEAVY METALS, BIOGEOCHEMICAL ACTIVITY, BRYANSK REGION

Образование и накопление в лекарственных растениях биологически активных веществ является динамическим процессом, изменяющимся в онтогенезе растения, а также зависящим от многочисленных факторов окружающей среды, в том числе антропогенных. Так, негативное воздействие на качество заготавливаемого сырья оказывает антропогенное загрязнение ареала дикоросов, поскольку поллютанты часто выступают в роли ингибиторов основного процесса жизнедеятельности растений – фотосинтеза, благодаря которому происходит образование различных органических соединений, в том числе и биологически активных [2, 3]. К тому же ряд наиболее опасных загрязнителей – тяжелые металлы, обладающие высокой токсичностью, способны включаться в биологический круговорот и аккумулироваться в организме человека.

Антропогенное загрязнение окружающей среды приводит к тому, что химические элементы попадают в пищевую цепь организма человека, представляя, таким образом, потенциальную опасность для его здоровья и жизнедеятельности. При этом растения являются важным передаточным звеном, через которое химические элементы попадают из почвы, воды и воздуха в организм животных и человека [2]. Одним из путей поступления тяжелых металлов в организм человека являются лекарственные растения, служащие сырьем для производства лекарственных средств. Поэтому актуальной проблемой является оценка уровня содержания тяжелых металлов в лекарственном растительном сырье, их накопительная способность в зависимости от местообитаний растений [3].

Экологическое качество лекарственных растений – необходимое условие развитие здорового населения и формирование благоприятной окружающей среды.

Лекарственные растения активно находят свое применение в тех или иных отраслях народного хозяйства, независимо от качества состояния окружающей среды. Поэтому особенно важным является вопрос определения качества лекарственного сырья растительного происхождения. Для реализации исследований ресурсных запасов и распределение лекарственных растений совсем недавно начали использовать ГИС, а так же использование метода картографирования.

Цель исследования – рассмотреть химический состав лекарственных растений на примере Брянской области.

Образцы почвы и растительного сырья отбирались в районах Брянской области. Для исследования выбраны следующие образцы растений: цикорий обыкновенный (*Cichorium intybus*) Гордеевский р-н, вдоль дороги д. Стругова Буда; тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium*) Выгоничский р-н, вдоль ж/д ст. Полужье; тимьян ползучий (*Thymus serpyllum*) Суражский р-н, вдоль автодороги Сураж-Струговка; пижма обыкновенная (*Tanacetum vulgare*), Навлинский р-н, около ж/д ст. Синезерки; донник лекарственный (*Melilotus officinalis*) Брянский р-н, около ж/д с. Хотылево; кипрей узколистный (*Chamerion angustifolium*) Мглинский р-н, вдоль автодороги г. Мглин.

Лекарственные растения (ЛР) изучались в ходе детально-маршрутных исследований местообитаний области. Для взятия проб и определения количества надземной биомассы растений в биотопов сообществ закладывались 4 регулярно распределенные укосные площадки по 0,25 м² каждая, на которых срезались все растения, а также изымались подземные части. Почвенные образцы отбирали в момент сбора растительного материала на глубине 0 – 20 см из зоны расположения корневой системы по диагонали пробных площадок в 5 точках с последующим объединением в смешанный образец в соответствии с требованиями, изложенными в ГОСТ 28168-89.

Установлено, что содержание большинства микроэлементов мышьяка, меди, никеля, железа, хрома превышает нормальное содержание у всех растений. Концентрация кобальта больше нормального содержания у цикория обыкновенного, кипрея узколистного. Концентрация марганца больше нормального содержания у тысячелистника обыкновенного, тимьяна ползучего. Содержание цинка находится в нормальных пределах всех проанализированных растений. Нормальное содержание свинца только в биомассе цикория обыкновенного. Токсическое содержание превышает по меди для всех анализируемых растений.

Был рассчитан коэффициент биологического поглощения (КБП) (количество химических веществ накапливаемых растением в процесс своего развития, в течении всего жизненного цикла). Он свидетельствует о степени аккумуляции элементов и их соединений (таблица 1).

Таблица 1 – Коэффициент биологического поглощения химических элементов и биогеохимическая активность

ТМ	Цикорий обыкновенный	Тысячелистни к обыкновенный	Тимьян ползучий	Пижма обыкновенная	Донник лекарственный	Кипрей узколистный
КБП						
Sr	0,01	1,01	1,22	0,82	3,56	0,84
Pb	0,68	0,71	0,78	0,45	0,34	1,19
As	1	0,97	1,07	0,85	0,74	1,2
Zn	2,64	7,21	2,91	1,42	2,76	1,19
Cu	1,55	1,29	3,87	1,32	1,33	1,65
Ni	0,74	1,71	0,79	0,79	0,85	0,72
Co	0,60	0	0,66	2,14	0,52	0,6
Fe	0,25	0,43	0,44	0,27	0,29	0,29
Mn	0,34	1,37	0,65	0,16	0,13	0,51
Cr	0,80	0,71	0,61	0,73	0,84	0,71
V	0	0	0	0	0	0

ТМ	Цикорий обыкновенный	Тысячелистни к обыкновенный	Тимьян ползучий	Пижма обыкновенная	Донник лекарственный	Кипрей узколистый
Ti	0	0	0	0	0	0
БХА – биогеохимическая активность						
	8,61	15,41	13,94	8,95	11,36	8,9

Согласно шкале И. А. Авессаломова (1987) [1], к ТМ всех исследуемых растений, к элементам слабого накопления ($1 > \text{КБП} \geq 0,1$) – железо, титан, хром, ванадий.

Стронций активно накапливается ($10 > \text{КБП} \geq 1$) в тысячелистнике обыкновенном, тимьяне ползучем, доннике лекарственном. Мышьяк активно накапливается ($10 > \text{КБП} \geq 1$) в цикории обыкновенном, тимьяне ползучем, кипрее узколистом. Свинец накапливается в большом количестве ($10 > \text{КБП} \geq 1$) в кипрее узколистом. Никель накапливается ($10 > \text{КБП} \geq 1$) в тысячелистнике обыкновенном. Кобальт является элементом сильного накопления ($10 > \text{КБП} \geq 1$) для пижмы обыкновенной. Марганец активно накапливается ($10 > \text{КБП} \geq 1$) в тысячелистнике обыкновенном.

На основании данных о КБП для количественного выражения общей способности вида к концентрации химических элементов рассчитан специальный показатель – биогеохимическая активность (БХА) исследуемого растения, который показывает суммарную степень поглощения всех определяемых в растении химических элементов, т. е. насколько активно растение поглощает химические элементы из почвы. Из табличных данных видно, что самая высокая биогеохимическая активность тысячелистника обыкновенного (15,41), тимьяна ползучего (13,94), донника лекарственного (11,36). Наименьший показатель БХА для цикория обыкновенного (8,61), кипрея узколистого (8,9), пижмы обыкновенной (8,95). На основе валового содержания 12 ТМ выделено 3 группы растений: 1 - виды-аккумуляторы очень высоких концентраций того или иного элемента, 2 - виды, содержащие элемент в количествах несколько выше среднего уровня, 3 - виды, содержащие элемент ниже среднего уровня.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Валовое содержание элементов в лекарственном растительном сырье Брянской области при сравнении с нормальным содержанием показало их превышение для некоторых анализируемых элементов. Следовательно, промышленный и индивидуальный сбор лекарственных растений необходимо проводить после ряда рекогносцировочных и сопутствующих исследований. Но, в целом, ведение подобных сборов нецелесообразно, т. к. может негативно сказаться на здоровье населения, потребляющие концентраты лекарственных растений.

2. Лекарственные растения обладают высокой способностью аккумулировать определенные поллютанты: цикорий обыкновенный (мышьяк); тысячелистник обыкновенный (стронций, никель, марганец); тимьян ползучий (стронций, мышьяк); пижма обыкновенная (кобальт); донник лекарственный (стронций); кипрей узколистый (мышьяк, свинец). Что делает возможным использовать данные виды растений в качестве маркера почвенного загрязнения территории этими элементами.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Авессаломов, И. А.* Геохимические показатели при изучении ландшафтов: Учебно-методическое пособие / И. А. Авессаломов. - М.: Изд-во Московского университета, 1987. – 108 с.

2. *Ильин, В. Б.* Тяжелые металлы в системе почва-растение / В. Б. Ильин. - Новосибирск: Наука, 1991. – 151 с.

3. *Кабата-Пендиас, А.* Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. - М.: Мир. 1989. – 439 с.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КАРЬЕРНОГО ВОДООТЛИВА НА МЕСТОРОЖДЕНИИ «КАМЕНКА» НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

А.И. Мартусевич, С.А. Федотова

Белорусский национальный технический университет

В докладе проведена оценка влияния принудительного водоотлива на окружающую среду территории, прилегающей к карьеру. Рассмотрены мероприятия проводимые для предотвращения негативного влияния карьерного водоотлива.

Ключевые слова: ПРИНУДИТЕЛЬНЫЙ ВОДООТЛИВ, ГИДРОГРАФИЧЕСКАЯ СЕТЬ, ВОДОНОСНЫЙ ГОРИЗОНТ

The report assesses the impact of forced dewatering on the environment of the area adjacent to a career. The measures taken to prevent the negative impact of a quarry drainage are considered.

Keywords: FORCING WATER, HYDROGRAPHIC NETWORK, HYDRONIC HORIZON

Организация принудительного водоотлива оказывает влияние на окружающую среду, выражающееся, прежде всего в изменении уровня режима подземных вод на территории, прилегающей к карьеру, что в свою очередь влияет на поверхностный сток рек и условия водоснабжения населенных пунктов.

Исходными данными для оценки влияния карьерного водоотлива послужили материалы поисково-разведочных работ на месторождении мела «Каменка», поисково-разведочных работ для хозяйственно-питьевого водоснабжения города Кричев, календарные планы отработки карьера с указанием абсолютных отметок понижения уровня подземных вод, а также другие фондовые и литературные источники.

Месторождение мела «Каменка» расположено на левом берегу реки Сож у деревни Каменка в 6 км от цементного завода ОАО «Кричевцементношифер». Месторождение впервые разведывалось в 1952 г. для обеспечения Кричевского цементного завода дополнительной сырьевой базой в связи с намечавшейся её реконструкцией. Детальные геолого-разведочные работы с подсчётом запасов по промышленным категориям были проведены в 1957 г.

Месторождение эксплуатируется с 1963 года. Разработка ведется двумя добычными и одним вскрышным уступами под защитой водоотлива. Водоотлив из карьера осуществляется с помощью стационарной насосной станции, установленной на берегу зумпфа. Станция оборудована насосами, производительностью 500 м³/ч. Вода подается в сырьевое отделение на технические нужды при переработке сырья в шлам, а излишки сбрасываются в водоотливную канаву. Площадь в конечном положении дна карьера до отметки 103-105 м. составит 178,5 га. Площадь карьера по верху земли составит 230,7 га. Глубина карьера вдоль борта будет изменяться от 40 до 57 м.

Гидрографическая сеть района представлена рекой Сож, ее притоком рекой Худобычка, осушительными каналами мелиоративных систем, прудами водохозяйственного назначения. Река Сож протекает западнее месторождения на расстоянии 1,8- 3 км. Отметка уровня воды в период летней межени составляет 139 м, достигая в паводок 143-145 м. Севернее месторождения в широтном направлении протекает река Худобычка, впадающая в Сож. Южнее протекает река Каменка, канализированная на всем своем протяжении. На юго-западе исследуемого района находится озеро Крась.

Район месторождения находится на стыке двух региональных гидрогеологических структур: краевой западной части Московского артезианского бассейна и Белорусского гидрогеологического массива. Все комплексы пород, которые принимают участие в геологическом строении района месторождения, в той или иной степени обводнены, а степень их водообильности зависит от литологии водовмещающих пород, условий их залегания, климатических и орографических особенностей территории.

В обводненности карьеров по добыче мергельно-мелового сырья принимают участие воды четвертичных и верхнемеловых отложений, приуроченные к следующим горизонтам:

1. Водоносный горизонт верхнечетвертичных аллювиальных отложений I и II надпойменных террас р. Сож.

2. Водоносный горизонт покровных аллювиальных и флювиогляциальных отложений.

3. Водоносный горизонт турон-коньякских отложений верхнего мела.

4. Водоносный горизонт сеноманских отложений верхнего мела.

Водоносный горизонт верхнечетвертичных аллювиальных отложений распространен в западной и северной части месторождения в пределах долин р. Сож и р. Худобычка. Грунтовые воды четвертичных отложений и слабоводоносный горизонт верхнемеловых отложений имеют тесную гидравлическую связь.

Мощность водоносного горизонта грунтовых вод колеблется в пределах 2,0-9,5 м. Коэффициент фильтрации водовмещающих пород изменяется от 1,2 до 12,6 м/сут. Величина водопроводимости четвертичного водоносного горизонта по данным кустовой откачки оценивается величиной 106 м³/сут.

Слабоводоносный горизонт можно разделить на два. Верхний залегает на глубине 145-155 м. Его мощность колеблется в пределах 20-40 м. Коэффициенты фильтрации водовмещающих пород изменяются в широких пределах от 0,84 до 46 м/сут. Величина водопроводимости, полученная по данным кустовой откачки, колеблется в пределах 36-797 м³/сут. Нижний горизонт имеет мощность 7,3-10,0 м. Коэффициент фильтрации составляет 1,37 м/сут. Величина водопроводимости составляет 19,38 м³/сут.

Степень изученности фильтрационных свойств отложений области фильтрации неодинакова. Наиболее исследованы территории прилегающие к карьеру и ограниченные реками, каналами, водоёмами.

К настоящему времени площадь отработки месторождения составляет около 190 га. На такую площадь отработана меловая залежь первыми двумя уступами. Средняя отметка подошвы второго уступа составляет около 125,0 м. Следовательно, при начальной глубине залегания уровня грунтовых вод на отметках 148-150 м, понижение уровня воды в карьере составляет около 25 м. Отметка воды в зумпфе насосной станции составляет 118,0 м.

Применение карьерного водоотлива для обеспечения понижения уровня подземных вод в добычном забое привело к достаточно интенсивному снижению последних на прилегающей территории. Фактически снижение УГВ произошло на расстоянии до 1,5 км от карьерной выемки. Размеры депрессии грунтовых вод по изолинии снижения уровня 0,1 м составили с севера на юг 10,5 км, с запада на восток 8,0 км. В общей сложности радиус депрессионной воронки по изолинии снижения уровня 1,0 м (среднегодовая амплитуда колебания уровня грунтовых вод) составил 3,0 км. Величина водопритока в карьер составила около 30,0 тыс. м³/сут.

Наибольшее влияние карьерный водоотлив оказывает на реки Худобычка (находится в 300 м к северу от карьера) и Каменка (100 м к югу от карьера). Подземный сток грунтовых вод в пределах бассейна реки Каменка действием карьера полностью сдренирован, а бассейна реки Худобычка – частично.

Существенного влияния на сток реки Сож карьерный водоотлив не оказывает. В ее пойме снижение уровня подземных вод незначительно и составляет от 0,1 до 1,0 м. Река Сож является гидродинамической границей, за которой снижение уровней подземных вод не наблюдается.

В зоне депрессии подземных вод оказались населенные пункты Каменка (снижение уровня воды на 10-15 м), Прудок (0,5-1,0 м) и Михеевичи (0,5-1,0 м). После пуска в строй действующего карьера «Каменка» в д. Каменка была построена эксплуатационная на воду скважина, оборудованная на известняки верхнего девона. К настоящему времени скважина не эксплуатируется по причине отсутствия потребителей.

На основе полученных данных прогнозируется, что за период эксплуатации карьера площадь депрессионной воронки возрастёт на 40%. Радиус депрессии составит около 4 км. В то же время регионального распространения депрессии произойти не должно. В основном депрессионная воронка будет развиваться в пределах бассейнов рек Каменка и Худобычка.

К концу проектного срока эксплуатации карьерная выемка будет полностью осуществлять дренирование подземного потока в бассейнах рек Худобычка и Каменка. Сток в этих реках будет отсутствовать. Влияния на сток рек Сож и Лобжанка расширение карьера не будет оказывать.

При рассмотрении возможного влияния эксплуатации карьера на водную среду приняты следующие мероприятия:

1. Водообеспечение хозяйственных и производственных нужд осуществляется из проектируемых одноимённых сетей цементного завода;
2. При мойке техники применена обратная система водоснабжения (36 %). Вода после мойки техники поступает на очистные сооружения производительностью 0,4 л/сек и, пройдя очистку, используется повторно. Свежая вода из производственного водопровода используется только для подпитки.
3. Очистка бытовых сточных вод осуществляется на проектируемых очистных сооружениях цементного завода.
4. Дождевые, талые и поливочные сточные воды отводятся на проектируемые очистные сооружения дождевой канализации промплощадки карьера. После очистки дождевой сток поступает в проектируемую сеть дождевой канализации цементного завода и далее в р. Коренец.
5. Организация и проведение локального мониторинга за состоянием поверхностных и подземных вод, который позволит обоснованно и своевременно предусмотреть мероприятия, направленные на снижение негативного воздействия осушения месторождения.

Однако для предотвращения негативного влияния карьерного водоотлива следует предусмотреть разработку специального комплекса природоохранных мероприятий, включающего:

- разработку мероприятий по восстановлению стока р. Худобычка;
- разработку проекта и реконструкцию систем водоснабжения деревень Прудок и Михеевичи.

ОЦЕНКА И АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ ПРИРОДНУЮ СРЕДУ В УСЛОВИЯХ ЗАКРЫТИЯ ШАХТ

О.Н. Лукашук, А.А. Мордась, В.Н. Артамонов
Донецкий национальный технический университет

В работе проведена оценка и анализ проблем закрытия угледобывающих шахт с учетом минимизации вреда окружающей природной среде.

Ключевые слова: ОЦЕНКА, АНАЛИЗ, ВЛИЯНИЕ, ПРОЦЕССЫ, ПРИРОДНАЯ СРЕДА, УСЛОВИЯ ЗАКРЫТИЯ ШАХТЫ.

In work the estimation and the analysis of problems of closing of coal-mining mines taking into account minimization of harm to an environment.

Keywords: ASSESSMENT, ANALYSIS, IMPACT, PROCESSES, NATURAL ENVIRONMENT, MINE SHUTDOWN CONDITIONS.

Сложившаяся экологическая ситуация в регионе предполагает изменение влияния на ОПС предприятий, особенно при их закрытии. За последние 10 лет в Донецком регионе было закрыто более 30 шахт. Многие шахты приостановили свою деятельность в результате военных действий. Выполнение экологических мероприятий на предприятиях практически приостановлено по множеству причин: экологическим, социальным, техническим, политическим.

Цель работы: провести оценку и анализ проблем закрытие угледобывающих шахт с учетом минимизации вреда окружающей природной системе (ОПС).

В период подготовки предприятия к ликвидации осуществляются следующие мероприятия (рис 1):

- 1) доработка подготовленных горными работами запасов угля;
- 2) подготовка передачи или списания запасов угля, горных выработок, оборудования, не используемого для выполнения работ по физической ликвидации предприятия;
- 3) передача объектов социальной сферы в коммунальную собственность;
- 4) сокращение числа работающих;
- 5) погашение задолженности по выплате работающим заработной платы и других социальных выплат;
- 6) бесплатное обеспечение углем соответствующих категорий лиц;
- 7) оформление государственного акта на владение или пользование земельными участками;
- 8) обеспечение безопасности действующих предприятий, строений, сооружений и здоровья людей.



Рис. 1 – Перечень мероприятий в период подготовки предприятия к ликвидации

Закрытие шахт вызывает или усиливает большое количество экологических и социальных проблем, включая проблемы, связанные со здоровьем граждан не только работающих на этих предприятиях, но и в зоне их влияния [1].

Основные экологические и социальные проблемы закрытия шахт:

1) загрязнение и нарушения ОПС:

- образование пыли — непокрытые и неозелененные отвалы;
- выбросы токсических веществ — горящие отвалы;
- стоки, попадающие в поверхностные воды и почву, содержащие взвешенные частицы, соли, кислоты и тяжелые металлы;
- стоки, попадающие в подземные воды, содержащие соли, кислоты и тяжелые металлы;
- физическая угроза, связанная с морфологией и устойчивостью отвалов;
- негативный визуальный эффект и изъятие земель.

2) физическая угроза, связанная с морфологией и устойчивостью отвалов;

3) негативный визуальный эффект и изъятие земель из природопользования/

В контексте закрытия шахт, вопрос утечки метана должен всегда находиться под контролем. В некоторых случаях, остаточный газ в закрытых шахтах может представлять собой потенциальный экономический ресурс.

Существует также множество социальных проблем, возникающих при закрытии шахты. Например, это трудоустройство рабочих, оставшихся не у дел. В программе реструктуризации отрасли предусматриваются средства на создание новых рабочих мест, но максимально эффективно они не используются. Главная часть тратится именно на физическое уничтожение шахт. В результате закрытия шахт под сокращение попадут большое количество горняков.

Шахта, подлежащая закрытию, является градообразующим предприятием. После ее закрытия город начинает пустеть. В бюджете города, исчезает главная статья доходов, а вместе с этим и деньги. Перестают финансироваться объекты социальной сферы, закрываются и разрушаются школы, больницы, клубы, детсады. Разрушается инфраструктура и коммуникации города. Подтопление шахтными водами отравляет колодцы. Город превращается в экономически депрессивную территорию. В качестве примера можно привести Стаханов, где вследствие многочисленных закрытий и проблем, последовавших за этим из 154 тысяч жителей, осталось менее 90 тысяч человек. Всего же в депрессивных регионах количество жителей уменьшилось на 25-35%, а детское население за пять последних лет сократилось на 57% [2].

Особо следует подчеркнуть, что предупреждение и локализация аварийных ситуаций при подтоплении земной поверхности должны предусматривать не только поддержание уровня критического подтопления, но одновременно и инженерную подготовку территорий к дренированию путем проведения к вертикальным стволам закрытых штолен, устройства в стволах и скважинах водопонижающих насосных станций, горизонтального дренажа за счет прокладки перфорированных асбоцементных труб, бурения самоизливающихся скважин в местах близких к водотокам и др.

Преодоление социально-экономических последствий закрытия шахт дело не только трудное, но и дорогостоящее. Анализ проектов закрытия шахт показал, что если затраты на физическое закрытие большинства шахт занимают в общей стоимости ликвидации - 10-30%, на обеспечение экологической безопасности - 14-35%, то на преодоление негативных социально-экологических последствий от 35 до 75%.

После закрытия, возможность просачивания метана из угольных пластов на поверхность остается одной из значимых проблем. Миграция газа может

осуществляться через пустоты, такие как стволы, а также через разломы и трещины, идущие от пластов и до поверхности.

Характеризация процессов закрытия шахт. Следует обратить внимание на следующие проблемы:

Основными мерами предупреждения остаются отвод метана через газоотводящие трубопроводы, закладываемые в стволах при их ликвидации, а также через скважины, пробуренные в опасных и угрожаемых зонах: дегазация выработанного пространства через специально пробуренные скважины, дополнительная изоляция других выработок путем их тампонирувания. Меры могут быть достаточно эффективными при высоком качестве выполнения работ.

Безусловным при этом является выполнение требований "Инструкции по защите зданий и сооружений от проникновения метана". Особую угрозу представляет подтопление земной поверхности, когда выход на поверхность подземных и шахтных вод вызывает затопления, засоления и заболачивание территорий, подтопление населенных пунктов и промышленных зон с вредными производствами, насыщение токсичными веществами вод, поступающих в водоемы и водотоки на поверхности.

Процесс изучения и прогнозирования зон подтоплений в связи с большим разнообразием условий, происходящих процессов представляет чрезвычайную сложность и требует немалых затрат[3].

В этих ситуациях, как было сказано ранее, наиболее приемлемым является поддержание уровня подземных вод на заданной высоте путем откачки воды из стволов и скважин. Но, даже в этом случае, в связи со сложностью решаемой проблемы и неопределенностью результатов, необходимо создание на полях ликвидируемых шахт сетей гидронаблюдательных скважин, что позволит осуществлять мониторинг и регулярно получать данные о колебаниях уровня подземных вод, об их минерализации, о направлении движения ореолов загрязнения подземных вод. Все это позволит разработать систему природоохранных мер.

Из всего вышесказанного можно сделать выводы:

- 1) следует решать проблемы закрытия шахт с минимизацией вреда среде с соблюдением правил экологической безопасности.
- 2) следует рассматривать и другие важнейшие проблемы, которые нужно решать в комплексе, а именно на основе рационального природопользования и ресурсосбережения.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Косов О.И., Малышева А.А., Соколова О.В.* Ликвидация шахт и экологические проблемы Восточного Донбасса. Эколого-экономические проблемы.

2. *Экология: Учебник для студентов высш. и учеб. заведений, обуч. по техн. спец. и направлениям Л.И.Цветкова, М.И.Алексеев,*

3. *Стадницкий Г.В., Родионов А.И.* Экология: Уч. пособие для студ. химико-технол. и техн. сп. вузов./ Под ред. В.А.Соловьева, Ю.А.Кротова. - 4-е изд., испр. – СПб.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИИ ДОНБАССА ПРИ ПОСТРОЕНИИ СОВМЕЩЁННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО ПАКЕТА ARCGIS

И.А. Перекрест, И.Н. Кузык-Артамонова, В.Н. Артамонов
Донецкий национальный технический университет

Проведена экологическая оценка территории Донбасса на основе построения совмещённых поверхностей с использованием программного пакета ArcGIS.

Ключевые слова: ОЦЕНКА, ТЕРРИТОРИЯ, ДОНБАСС, ПОСТРОЕНИЕ, СОВМЕЩЁННЫЕ ПОВЕРХНОСТИ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ, ПРОГРАММНЫЙ ПАКЕТ.

An ecological assessment of the territory of Donbass based on the construction of combined surfaces using the ArcGIS software package was carried out.

Keywords: ASSESSMENT, TERRITORY, DONBASS, CONSTRUCTION, COMBINED SURFACES, USE, SOFTWARE PACKAGE.

Донецкий угольный бассейн (Донбасс) – важнейший угольный бассейн в восточной Европе и расположен в Донецкой, Днепропетровской, Луганской областях Украины и Ростовской области Российской Федерации. Площадь бассейна составляет ~ 23 тыс. км² и вытянута в широтном направлении на 650 км при максимальной ширине в 200 км. Донбасс – старейший бассейн, суммарные запасы до глубины 1800 м оцениваются в 140.8 млрд. т. (1979г), из них отвечают кондициям по мощности пластов и зольности 108.5 млрд. т. Кроме развитой угольной промышленности, на территории бассейна сосредоточены предприятия чёрной и цветной металлургии, машиностроения, химии и энергетики. Земельные ресурсы региона богаты на ценнейший чернозём и используются в сельском хозяйстве. Плотность населения региона одна из самых высоких в Европе.

Добычу угля на Донбассе осуществляют 25 производственных объединений в Донецкой области, Луганской – 9, Днепропетровской – 1, Ростовской – 3. На исследуемой территории находится около 400 шахт. Угледобыча стала значительной экологической проблемой, которая приводит к уничтожению естественных ландшафтов, изменению характера биологических и почвенно-геохимических процессов, трансграничному загрязнению сопредельных территорий вследствие переноса загрязнителей атмосферными осадками, поверхностными и подземными водами. [1]

Известно, что влиянию горнодобывающих предприятий, их негативному воздействию, подвергаются все компоненты окружающей среды: литосфера, атмосфера, гидросфера и биосфера.

Цель работы – выбор и обоснование решений по экологической оценке территории Донбасса, подверженных негативному влиянию угольных предприятий.

В качестве инструментов, для выполнения данной работы рассматривались два программных пакета, обладающих необходимым функционалом в обработке как растровых, так и векторных данных – ArcGIS и Digital.

Сравнивая оба программных пакета, авторы пришли к выводу о целесообразности применения пакета ArcGIS, так как он обеспечивает полный набор необходимых инструментов, функциональность и практичность.

Применение ArcGIS (версия 10.3) позволяет вывести на рабочее поле программы интерактивную ГИС-карту, позволяющую выбирать необходимую для исследования территорию, с заданной точностью.

Используя возможности пакета ArcGIS, получили несколько поверхностей плотности с разными параметрами и выбрали оптимальную (рис. 1).

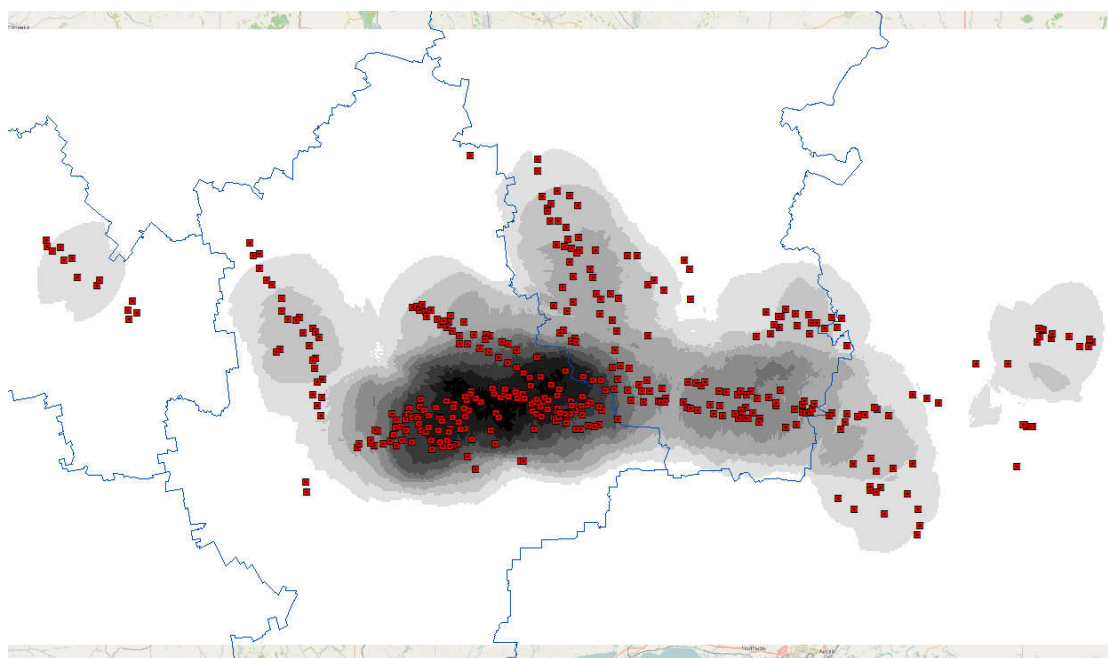


Рис 1 - Пример использования инструментов ArcGIS для создания поверхности плотности расположения угольных шахт Донбасса.

Построенная совмещённая карта позволяет установить, что наибольшая плотность расположения угольных предприятий приходится на участок Донецк-Снежное-Красный луч.

Исследования, выполненные в результате комплекса работ, позволили сделать следующие выводы:

1. Применение пакета программного обеспечения ArcGIS 10.3 дало возможность нанести на онлайн-карту около четырёхсот угольных шахт Донбасса;
2. Создать поэтапно поверхность плотностей с выделением специальных зон плотности;
3. Выявить зону (Донецк-Снежное-Красный луч) наибольшей плотности расположения шахт и сделать вывод о том, что эта территория подвержена максимальному негативному экологическому влиянию.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. I.Kuzyk, V.Artamonov, K.Levytska, N.Smakouz Recovering technologically disturbed landas in Donetsk region to improve and develop the ecological network. Научные труды ДонНТУ, Выш. 1(18). – Д.:20В, с 111-117
2. <http://www.geosystema.net/digitals/?act=index>
3. <http://wikimapia.org>

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЛОТИЧЕСКИХ ЭКОСИСТЕМ В БИОСФЕРЕ

Д.С. Филиппов, В.В. Лёгкая

Брянский государственный университет им. академика И.Г. Петровского

Комплексное исследование родниковых вод с последующим нанесением на карту их состояния, расположением по территории, диагностирование биогеоценозов окружающих местностей – последовательные этапы работ экомониторинга территорий. Дана характеристика состояния вод родников по органолептическим и химическим показателям. Показаны особенности картирования лотических экосистем.

Ключевые слова: ЛОТИЧЕСКИЕ ЭКОСИСТЕМЫ, РОДНИКИ, ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РОДНИКОВ, ЮЖНОЕ НЕЧЕРНОЗЕМЬЕ РФ

A comprehensive study of spring water with subsequent mapping of their condition, location on the territory, the diagnosis of the ecosystems of the surrounding areas – successive stages of work environmental monitoring of the territories. The characteristic of the condition of the waters of springs on organoleptic and chemical indicators. The features of the mapping lothic ecosystems.

Keywords: LOTHIC ECOSYSTEMS, SPRINGS, ORGANOLEPTIC AND CHEMICAL parameters of SPRINGS, SOUTHERN NECHERNOZEMIE OF RUSSIA

Мониторинг вод лотических экосистем – система регулярных наблюдений за изменением их состояния под воздействием природных и антропогенных факторов, непосредственно связанная организационно и методически с решением задач прогнозирования и управления биоресурсами, режимом и качеством подземных вод [1].

Прогноз изменения состояния родниковых вод под влиянием водоотбора и других техногенных и естественных факторов, а также предупреждения о возможных изменениях состояния грунтовых вод и необходимой коррекции режима использования – одна из важных задач, решаемых в староосвоенном регионе Нечерноземья РФ [2].

Все исследованные родники формируются в условиях Брянского ополья, характеризующегося ландшафтной многоструктурностью: расчлененным рельефом, наличием лёссовидных суглинков и т. д. Постоянное воздействие эрозионных процессов определило общий характер этих ландшафтов [3].

В течение трёх лет участия в проекте «Родники Брянщины – родники России» исследовано более ста выходов вод родников и по данной тематике составлены карты, которые были построены в геоинформационной системе с помощью программы MapInfo (рис. 1).

78 % родников располагаются вблизи населенных пунктов, дачных поселков, или в некотором (не более 1,0 км удалении) от них. 8 % родников находятся непосредственно у оживленных трасс, поэтому достаточно сильно эксплуатируются. Вода во всех источниках активно используется населением: для питьевых и культовых нужд, для полива сельскохозяйственных угодий, для бытовых целей, достаточно редко – для мытья техники. Если родник находится вблизи населенного пункта, то забор воды крайне интенсивен: от 100 до 180 литров в час в летний период [4, с.157].

Таблица 1– Характеристики родников Навлинского района Брянской области

Характеристика источника/название (расположение)	Источник в селе Святое Навлинского района	Источник у церкви в Навле	Источник в деревне Селище Навлинского района
Расположение относительно реки Навля	Находится ниже уровня реки. Расположен у подножия крутого склона.	Чуть выше уровня реки. Впадает в реку. Расположен во впадине.	Примерно на одном уровне. Впадает в нее. Расположен у подножия возвышенности
Характер вытекания воды	Вытекает очень бурно	Вытекает спокойно	Вытекает спокойно
Вода	Кристально чистая	Вода чистая. Осадка не имеет	Вода прозрачная. Известняковый осадок
Запах	Известковый	Не имеет запаха	Легко замечается и вызывает неодобрительный отзыв о воде
Вкус	Кисловатый. Вкус наблюдается, если обратить на него внимание	Горько-соленый вкус. Проявляется, если обратить внимание	Вкус обращает на себя внимание и заставляет воздержаться от питья
Близлежащие породы	Близлежащие породы	Глина, известняк	Глина, известняк
Мощность	1 литр набирается за 8 секунд	1 литр набирается за 44 секунды	1 литр набирается за 52 секунды
Замерзает ли зимой	Нет	Нет	Нет
Использование	Церковное	Церковное	Хозяйственное

По опросам местного населения вода 98 % родников используется для культовых нужд во время религиозных праздников, а также согласно народным преданиям – для постоянного совершения религиозных обрядов («святые» источники). Наиболее значимые из них: родник у д. Ольгино (Комаричский район), д. Меловое, д. Запольские Халеевичи, пгт. Красная Гора (Красногорский район), родник с. Страшевичи (Жирятинский район), д. Задубравье (родник Купальня, Жуковский район), с. Игрушино (Почепский район), Святой источник п. Выгоничи (Выгоничский район). Примечательно, что имеющийся каптаж родников в 95 % случаев произведен кустарно, даже из подручных материалов. Уход за всеми родниками (кроме родника у д. Ольгино), производится исключительно местным населением, без помощи государственных учреждений.

Перечень неотложных мероприятий в области экомониторинга родников следующая: организация сотрудничества с местным населением для проведения просветительской работы, привлечение государственных средств для оборудования

родников, создание водоохраной зоны, при поддержании их существования; установление контакта с водными службами для внесения родников в Государственный водный кадастр, а также продолжение работ по паспортизации родников.

Для 8 родников Брянской области начать процедуру присвоения статуса памятника природы ввиду их особого биосферного, эстетического, природоохранного и религиозного значения.

Родники формируют уникальные урочища, и некоторые из них нуждаются в присвоении статуса памятников природы. Апробированы критерии для анализа соэкологической значимости 8 родников в Трубчевском, Погарском, Новозыбковском, Навлинском, Клетнянском, Стародубском районе с выделением решающих факторов, основных факторов

Наша работа – это вклад в создание Атласа «Родники Брянщины – родники России».

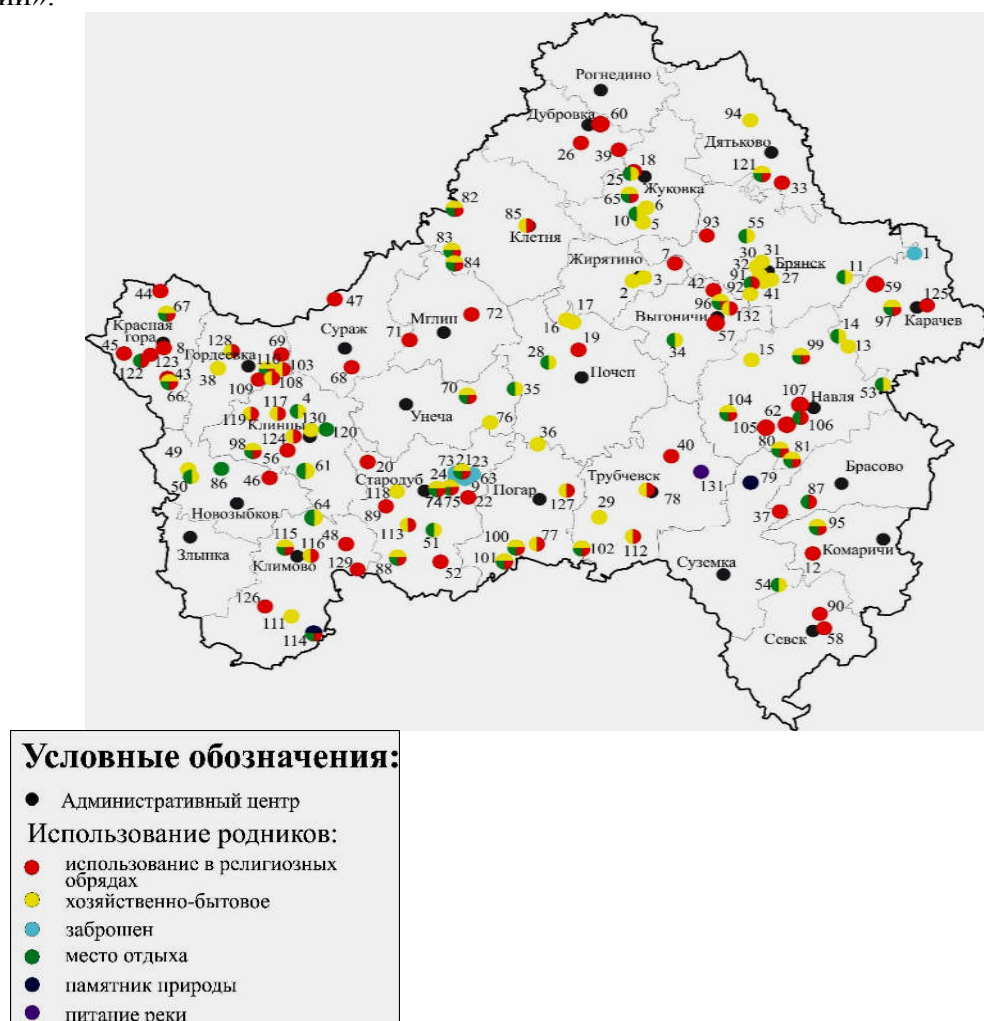


Рис. 1 - ГИС-карта значения родников

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Кормилицин, В.И. Основы экологии / В.И. Кормилицин. – М.: «Интерстиль», 1997.
2. Биофайл – Научно информационный журнал [Электронный ресурс <http://biofile.ru>].
3. Природа и природные ресурсы Брянской области. Учебное пособие для учащихся и студентов / Пред. Л. М. Ахромеева. – Брянск: Изд-во БГУ, 2001. – 216 с.

МАЛАКОИНДИКАЦИЯ СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ Г. БРЯНСКА (НА ПРИМЕРЕ Р. ДЕСНА)

А.Н. Рябых, Л.Н. Анищенко

Брянский государственный университет им. академика И.Г. Петровского

В докладе представлены результаты исследований по состоянию водных объектов г. Брянска на примере реки Десны на основе методов малакоиндикации. Установлены степень антропогенного влияния на водные объекты, способность к самоочищению, а так же степень загрязненности водного объекта.

Ключевые слова: МАЛАКОИНДИКАЦИЯ, СРЕДНЯЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ МОЛЛЮСКОВ, ТЕСТ-ПЛОЩАДКА.

The report presents the results of studies on the state of water bodies in the Bryansk example Desna river malakoindikatsii based methods. The degree of anthropogenic impact on water obyekty, self-cleaning, as well as the degree of contamination of the water body.

Keywords: MALAKOINDIKATSIYA, THE AVERAGE LIFE EXPECTANCY OF MOLLUSKS, THE TEST PLATFORM.

Методы малакоиндикации – перспективные средства биоиндикации состояния водных объектов. С помощью этих методов можно установить степень загрязненности водоема и водотока, степень влияния человека на него, способность к самоочищению и т.д. При наличии хорошо разработанных методик малакоиндикации имеется возможность сравнивать результаты и проводить комплексные мероприятия по оценке и прогнозу состояния водотоков [3]. Цель работы – представить результаты промежуточных исследований биомониторинга методом малакоиндикации крупного водотока Нечерноземья РФ.

Исследования были проведены на тест-площадках реки Десны в д. Рясное, Выгоничского района и в лесопарке Роща Соловьи г.Брянска с использованием рекомендаций по организации малакоиндикации [1, 2].

В ходе исследований реки Десны в д. Рясное было заложено 3 тест-площадки. 1 точка: берег реки пологий, основная растительность – ивняк. Заболоченных мест нет. В данной точке течение реки особенно сильное (таблица 1).

Таблица 1 - Параметры раковин двустворчатых на 1-й тест-площадке

Длина	Возраст	Длина	Возраст	Длина	Возраст
80	5	77	3	84	2
84	3	73	3	81	4
80	3	78	3	65	2
66	3	65	3	77	3
84	3	70	3	73	3
66	4	53	2	73	3
75	4	80	3	90	4
51	3	30	1	63	3
40	1	32	1	72	3
83	3	79	4	52	4
62	3	70	2	72	3
68	4	58	3	72	3
45	3	84	3	78	4
64	2	74	3	85	3
41	3	75	3	56	3
70	3	65	4	65	3

Длина	Возраст	Длина	Возраст	Длина	Возраст
61	2	74	3	71	4
71	3	50	3	60	2
77	3	67	2	35	1
73	2	70	2	62	2
80	3	69	3	80	4
77	3	35	1	61	3
80	3	72	4	58	2
82	3	76	4	55	1
77	4	71	3	50	3
74	3	51	3	70	3
88	4	69	4	65	3
82	2	60	5	76	4
81	4	74	3	90	4
75	4	73	4	66	3
60	3	72	4	43	2
56	3	38	1	30	1
81	4	30	1	24	1
83	4	96	4		

Применяя методы малакоиндикации, были получены следующие данные при характеристике локальных популяций моллюсков. Во всех створах исследования обнаруженные виды двустворчатых моллюсков: беззубка (*Unio stagnalis*), перловица (*Unio tumidus*), горошинка речная (*Pisidium amnicum*).

Наиболее часто встречаемый возраст особей в популяции моллюсков – 3 года, средний возраст – 2,9 года. Мёртвых особей нет. Средняя продолжительность жизни моллюсков на данном участке составляет три года.

Следует также отметить, что размерные характеристики моллюсков не просто соответствуют норме, но и в большинстве случаев даже превышают её. Встречаются особи как молодых поколений (около года) так и представители 5 лет. Эти показатели говорят о том, что популяция двустворчатых моллюсков находится в оптимальном состоянии. Все показатели соответствуют норме и, следовательно, можно сделать вывод о том, что состояние водного объекта удовлетворительно. Антропогенное влияние незначительно.

2 точка: Берег реки сильно обрывист, не заболочен. Наиболее часто распространённый возраст моллюсков – 1 и 3 года. Средний возраст – 2,3 года. Средняя продолжительность жизни двустворчатых моллюсков на данном участке составляет около двух лет, встречаются особи от 1 года и до 4 лет, при этом, в основном преобладают моллюски молодого поколения. На данной площадке размерные характеристики моллюсков также превышают возрастные. Мёртвых особей практически нет.

Данные показатели также говорят о стабильном состоянии популяции и удовлетворительном качестве воды.

3 точка: берег обрывистый, прослеживаются довольно сильные эрозионные процессы – подмывание берега водами реки.

Применяя методы малакоиндикации, были получены следующие данные при характеристике локальных популяций моллюсков. Наиболее встречаемый возраст: 3-4 года. Средний возраст - 3,4 года. На данной тест-площадке средний возраст моллюсков составляет 3 года. Но важно отметить, что в данной точке молодые особи не встречаются (особи возраста около одного года не встречаются вообще), популяция представлена в основном 3-4-летними животными.

Таким образом, популяция находится в оптимальном состоянии и не испытывает неблагоприятного антропогенного влияния.

В ходе исследования правого берега реки Десны была заложена одна тест-площадка в районе 52-ого квартала лесопарка Соловьи. Данные были занесены в таблицу 2.

Таблица 2 - Параметры раковин двустворчатых на 1-й тест-площадке

Возраст	Длина	Возраст	Длина	Возраст	Длина
6	80	5	85	5	90
7	80	6	80	5	75
4	75	5	80	5	65
7	65	5	75	3	14
2	18	2	18	5	70
2	10	2	15	2	15
2	12	4	80	2	20
4	75	4	80	7	65
2	25	2	20	2	15
2	15	1	7	2	16
4	80	7	100	6	75
3	17	2	18	2	14
6	70				

Применяя методы малакоиндикации, были получены следующие данные при характеристике локальных популяций моллюсков.

Популяция представлена всеми возрастными категориями, но наиболее встречаемый возраст 2 года. Возраст моллюсков не соответствует их размеру. В большинстве случаев можно отметить то, что размерные характеристики ниже положенной нормы, хотя имеются особи с размерами раковин выше нормы.

Вывод: способность реки Десны к самоочищению нарушена.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Анищенко, Л.Н.* Полевая практика по общей экологии (учебное пособие) / Л. Н. Анищенко. – Брянск, 2012. – 162 с.
2. *Бурдин, К.С.* Основы биологического мониторинга / К.С. Бурдин. – М.: Наука, 1985. – 157с.
3. *Дембовская, Л.В.* Малакоиндикационный мониторинг реки Судость (в пределах Брянской области) / Л.В. Дембовская // Материалы XIX международной экологической студенческой конференции «Экология России и сопредельных территорий». Новосибирский национальный исследовательский государственный университет. – Новосибирск, 2014. – С. 90

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

В.М. Самофалова, Е.А. Трошина
Донецкий национальный технический университет

В работе рассчитаны коэффициенты опасности загрязняющих веществ, поступающих в атмосферный воздух от источников выбросов Зуевской ТЭС, значения которых позволяют установить наиболее опасные загрязняющие вещества для окружающей среды и здоровья человека и разработать мероприятия по снижению их воздействия на окружающую среду.

Ключевые слова: ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА, ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ, ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ, КОЭФФИЦИЕНТ ОПАСНОСТИ, ЗАГРЯЗНЯЮЩЕЕ ВЕЩЕСТВО, МОЩНОСТЬ ВЫБРОСА

The coefficients of danger for entering the atmosphere pollutants from the Zuevskaya TPS sources were calculated. It allows finding out the most dangerous pollutants for environment and human health and develop measures for decreasing theirs exposure to environment.

Keywords: ENVIRONMENT, ENVIRONMENTAL MONITORING, PRODUCTION ENVIRONMENTAL MONITORING, HAZARDS IDENTIFICATION, POLLUTANTS, EMISSIONS

Информация о состоянии окружающей среды необходима для осуществления стратегического планирования работы в сфере охраны окружающей среды и выработки экологической концепции не только на локальных уровнях организации, но и на глобальном государственном уровне.

Экологический мониторинг, как комплексная система наблюдений за состоянием окружающей среды, позволяет получить достоверную информацию о функционировании экосистем и экологической ситуации в целом. Экологический мониторинг осуществляется за состоянием окружающей среды в районах расположения источников антропогенного воздействия и за воздействием этих источников на окружающую среду. Наличие таких данных дает возможность принимать своевременные управленческие решения, направленные на снижение неблагоприятных последствий изменения состояния окружающей среды на определенных территориях [1].

Одним из источников информации о состоянии окружающей среды в антропогенно нагруженных районах могут стать данные производственного экологического мониторинга, который организуется субъектами хозяйствования, осуществляющими производственный экологический контроль [2].

Организация производственного экологического контроля зависит от значительности негативного воздействия на окружающую среду, класса опасности предприятия, т.е. от его антропогенной нагрузки и вклада в загрязнение окружающей среды данной территории.

Уровень антропогенного воздействия предприятия на окружающую среду можно оценить в зависимости от мощности предприятия и его отдельных источников выбросов, а также степени опасности выбрасываемых загрязняющих веществ для окружающей среды и здоровья населения.

Для оценки наиболее опасных для окружающей среды загрязняющих веществ проведен расчет коэффициентов опасности загрязняющих веществ, поступающих в атмосферный воздух от источников выбросов Зуевской ТЭС.

Коэффициент опасности К определяем по формуле:

$$K = \left(\frac{M_i}{\text{ПДК}_{\text{с.с.},i}} \right)^{\alpha_i}$$

M_i - мощность выброса i -того вещества, т/г;

$\text{ПДК}_{\text{с.с.},i}$ - среднесуточная предельно допустимая концентрация i -того вещества, мг/м³;

α_i - безразмерный техногенный индекс i -того вещества, характеризующий относительную токсичность этого вещества по сравнению с условным веществом, ПДК которого равно 1 мг/м³.

В таблице 1 приведены исходные данные для расчета коэффициентов опасности и его результаты по загрязняющим некоторым загрязняющим веществам источников Зуевской ТЭС.

Таблица 1 - Расчет коэффициентов опасности загрязняющих веществ

Наименование загрязняющего вещества	$\text{ПДК}_{\text{с.с.},i}$ мг/м ³	Класс опасности	Коэффициент, α	Мощность выброса, т/год	Коэффициент опасности, К
Мышьяк	0,003	2	1,3	2,166	5201,138
Железо	0,04	3	1,0	0,412	10,30
Ванадий	0,002	1	1,7	0,054	271,218
Медь	0,002	2	1,3	1,231	4226,652
Никель	0,001	2	1,3	1,575	14337,21
Ртуть	0,003	1	1,7	0,414	4343,046
Свинец	0,0003	1	1,7	2,212	3758621,0
Цинк	0,05	3	1,0	5,12	102,40
Марганец	0,01	2	1,3	0,016	1,842
Оксид углерода	3	4	0,9	622,628	121,730
Оксиды азота	0,2	3	1,0	6691,638	33458,19
Диоксид серы	0,05	3	1,0	58349,72	1166994,0
Пыль неорганическая	0,15	3	1,0	5116,732	34111,55
Хром	0,0015	1	1,7	0,886	51437,78

На основании данных расчетных значений коэффициентов опасности загрязняющих веществ от источников выбросов ТЭС был построен техногенный спектр, который представляет собой последовательность коэффициентов опасности.

На рисунке 1 приведен техногенный спектр для выбросов Зуевской ТЭС. Для наглядности он представлен в полулогарифмических координатах. Техногенный спектр позволяет сделать вывод, какие загрязняющие вещества наиболее опасны для окружающей среды и здоровья человека, учитывая как мощность выбросов, так и их токсичность.

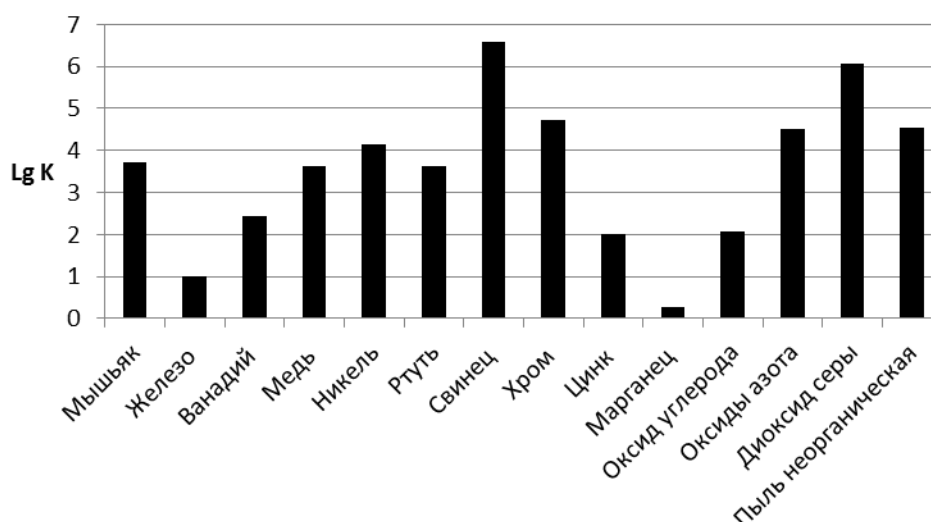


Рисунок 1 - Техногенный спектр выбросов Зуевской ТЭС

Из представленных на рисунке 1 величин коэффициентов опасности загрязняющих веществ, поступающих в атмосферный воздух от источников выбросов Зуевской ТЭС, можно сделать вывод, что наиболее опасными для окружающей среды и здоровья человека являются: свинец, диоксид серы, хром, вещества в виде взвешенных твердых частиц, недифференцированных по составу, и оксиды азота.

Для оценки выбросов загрязняющих веществ и разработки мероприятий по их снижению на Зуевской ТЭС проводится контроль выбросов загрязняющих веществ из источников выбросов. Из рассмотренных веществ производственный экологический мониторинг загрязнения атмосферного воздуха на Зуевской ТЭС осуществляется по следующим веществам: оксид азота, диоксид азота, диоксид серы и пыль неорганическая. Кроме того, ведется контроль выбросов оксида углерода.

Таким образом, расчет коэффициентов опасности загрязняющих веществ позволяет установить наиболее опасные загрязняющие вещества для окружающей среды и здоровья человека и установить мероприятия по снижению их воздействия на окружающую среду.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Донецкая Народная Республика. Закон Донецкой Народной Республики. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс]: Народный Совет Донецкой Народной Республики от 30.04.2015 № 38-ІНС.

2. Российская Федерация. Национальный стандарт Российской Федерации. ГОСТ Р 56059-2014 Производственный экологический мониторинг. Общие положения [Электронный текст документа подготовлен ЗАО "Кодекс" и сверен по: официальное издание М.: Стандартинформ, 2014]: Министерство промышленности и торговли Российской Федерации. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, - приказ от 09.07.2014 № 708-ст.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТАЛОЙ ВОДЫ (СНЕГА) КАК ПОКАЗАТЕЛЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

А.Н. Шавшина, Л.В. Чайка

Донецкий национальный технический университет

В данной работе приведены результаты анализ проб талой воды (снега) с целью определения наличия фенола как одного из загрязняющих компонентов выбросов предприятия ООО «НПО «ИНКОР и К°» г. Дзержинска и влияния на загрязнение почв.

Ключевые слова: ВОДА ТАЛАЯ, СНЕГ, ЗАГРЯЗНЕНИЕ, ПОЧВА, АНАЛИЗ

In this paper, the results of the analysis of melt water (snow) are analyzed in order to determine the presence of phenol as one of the polluting components of the company's emissions of INCOR and Co. in Dzerzhinsk and the effects on soil contamination.

Keywords: WATER FROM MELTED SNOW, SNOW, DIRT, SOIL, ANALYSIS

Деятельность человека оказывает значительное влияние на состояние литосферы. Гигиеническое значение почв многогранно, являясь главным элементом биосферы, который обеспечивает миграцию и обмен химических веществ. При этом почвенный покров выполняет функции биологического поглотителя, разрушает и нейтрализует поступающие загрязнители различного рода, в т. ч. из атмосферного воздуха. Способность поглощать и удерживать в себе различные поллютанты, связывая их химическим и физическим путем, позволяет ему служить своеобразным фильтром, который предотвращает поступление загрязняющих веществ (ЗВ) в природные воды, растения и далее в организм человека.

Принято различать естественное и антропогенное загрязнение почв. Естественное загрязнение возникает как результат природных процессов в биосфере, происходящих без участия человека: химические вещества, благодаря круговороту, из атмосферы, литосферы или гидросферы поступают в почву. Например, выветривание горных пород изменяет их состав, а выпадение осадков в виде дождя или снега, вымывающие загрязняющие ингредиенты из атмосферного воздуха, приносят последние в почвенный покров.

Наиболее опасно для природных экосистем и человека антропогенное загрязнение почвы, особенно техногенного происхождения. Среди основных видов источников загрязнения особо выделяются атмосферные осадки в виде дождя и снега.

Снежный покров является эффективным накопителем аэрозольных и ароматических загрязняющих веществ, адсорбируя их из атмосферного воздуха. Как естественный планшет-накопитель снег представляет действительную величину сухих и влажных выпадений в холодный сезон, отражая количественную величину концентрации загрязнения [1].

Существует 2 этапа загрязнения снега: первый влажное загрязнение снежинок во время их образования в облаке с последующим оседанием на местности; второй сухой загрязнение уже выпавшего снега компонентами выбросов предприятий. Результатом совместного протекания этих двух этапов происходит накопление поллютантов и поэтому их концентрация в наземном слое снега обычно на 2-3 порядка выше, чем в атмосферном воздухе [1].

Исследования подтверждают [2], что в снежном покрове аккумулируется до 80-90 % всей массы загрязняющих атмосферный воздух веществ. Скорость осаждения их колеблется в больших пределах, однако, по мнению Т. McKone и J. Daniels [2], средняя скорость для газообразных веществ составляет 600 м/сут, для твёрдых частиц - 500 м/сут.

Взаимосвязь между сухим и влажным выпадениями зависит от многих факторов, главными из которых являются: длительность холодного периода, частота снегопадов и их интенсивность, физико-химические свойства ЗВ и размеры аэрозолей.

Так например, высокая интенсивность процессов влажного вымывания на региональном и глобальном уровнях загрязнения приводит к тому, что доля сухих выпадений составляет около 10-30 %. Однако вблизи локальных источников, характеризующихся значительными выбросами грубодисперсных аэрозолей картина меняется: доля сухих выпадений может находиться в пределах 70-90 %. Поэтому процесс снеготаяния сопровождается загрязнением почв. В литературе [2] показано, что образование, таяние и испарение снега и их влияние на свойства почв являются весьма сложными физическими процессами, зависящими также от типа почв и ландшафтов, на которых они происходят.

Попадая в почву, химические вещества претерпевают как физические, так и химические превращения: поглощаются и адсорбируются радикалами почвенно-поглощающего комплекса, всасываются и метаболизируются растениями, мигрируют вместе с гравитационной водой в ниже лежащие слои почв и т. д.

На основании имеющихся литературных данных и результатов полученных при изучении влияния одного из компонентов выбросов фенола предприятия ООО «Научно-производственное объединение «ИНКОР и К^о» (фенол) было показано, что концентрация данного ЗВ в различных образцах почв уменьшается по мере удаления от предприятия. Использование метода фитоиндикации позволило установить, что наличие фенола ингибирует процесс всхожести семян горчицы [3].

Следует отметить, что постоянное загрязнение фенолами или полициклическими ароматическими углеводородами способствует накоплению микроорганизмов, которые ускоряют процесс самоочищения почв, в то время как низкие температуры замедляют этот процесс в снежном покрове.

Поэтому интерес представляет исследование проб снега на содержание фенола в тех местах, где ранее были отобраны пробы почв.

Для эксперимента 09.02.2017 г. (t воздуха = - 7 °С) была отобрана проба снега на территории санитарно-защитной зоны (СЗЗ) согласно ГОСТ 17.1.5.05–85 [4] после того как снегопадение прекратилось. Для отбора пробы верхний слой около 1-2 см был снят, объем пробы составил 3 дм³ и после оттаивания его объем талой воды - 0,564 дм³. Необходимо отметить, что в практически прозрачной талой воде на дне колбы наблюдалось наличие серого осадка в виде отдельных частиц, поэтому для определения содержания фенола выполнялось предварительное фильтрование.

На рисунке 1 приведено спектр фенола, полученный методом УФ-спектрометрического анализа на приборе Spekord M 40 в кюветах толщиной 10 мм.

Согласно картотеки УФ-спектров чистых веществ органические ароматические соединения, к которым относятся фенолы, содержащие в своей структуре гидроксильные группы и насыщенные заместители различного состава, в области 200-205 нм образуют пик, в области 235 нм наблюдается плечо, а в области 270-280 нм - плато.

Полученный УФ-спектр анализируемой талой воды показал наличие характерного плеча и плато при отсутствии пика в области 200-205 нм, что указывает на незначительные концентрации фенола в снежном покрове. Это также объясняется тем, что свежевыпавший снег не подвергся длительному воздействию выбросов предприятия.

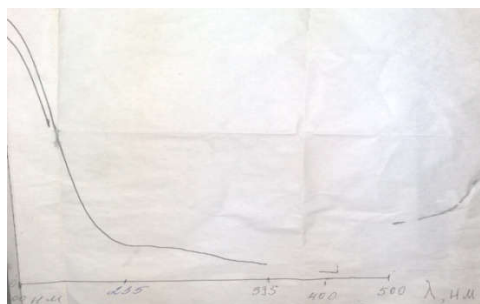


Рис. 1– УФ – спектр фенола, присутствующего в талой воде

На рисунке 2 приведен ИК-спектр водной вытяжки пробы почвы с этой территории, на котором пики в диапазоне $3400 - 3600 \text{ см}^{-1}$ идентифицируют наличие фенола в почве территории в пределах СЗЗ,

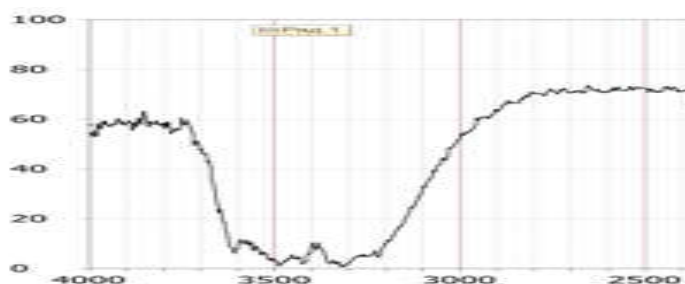


Рис. 2 – ИК-спектр фенола в водной вытяжке почвы

Таким образом, выполненные экспериментальные исследования показывают, что производственная деятельность ООО «НПО «ИНКОР и К^О» влияет непосредственно не только на общее состояние окружающей среды и здоровье населения, но и косвенно (снег) является причиной загрязнения почв прилегающих территорий.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Боев В.М., Верецагин Н.Н., Дунаев В.Н. Определение атмосферных загрязнений по результатам исследований снегового покрова // Гигиена и санитария.-2003.-№ 5.- С.69-71

2. Степанов Е.Г., Салимова Ф.А., Фасиков Р.М., Шафилов М.А., Парахин А.А, Мулдашева Н.А. Влияние промышленных предприятий города Салавата на загрязнение снега, почвы и продуктов растениеводства // Фундаментальные исследования. – 2004. – № 5. – С. 51-54;

3. Материалы Межвузовской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов по направлению «Проблемы развития и внедрения систем управления, стандартизации, сертификации, метрологии в регионах Донбасса и России. - Донецк: ДонНТУ, 2016. - 81 с.

АНАЛИЗ ИСТОЧНИКОВ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИВНОГО ТЕХНОГЕНЕЗА

Е.В. Скрыпник, В.Н. Артамонов

Донецкий национальный технический университет

В докладе проанализированы источники антропогенного воздействия на окружающую среду в условиях интенсивного техногенеза. Выявлены источники загрязнения и нарушение ОПС при деятельности горного предприятия на территории Донецкого региона.

Ключевые слова: АНАЛИЗ, ИСТОЧНИКИ, ВОЗДЕЙСТВИЕ, ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА, ТЕХНОГЕНЕЗ.

The report analyzed the sources of anthropogenic impact on the environment in conditions of intensive technogenic impact. Identified sources of pollution and violation OPS in activities of mining enterprises on the territory of Donetsk region.

Keywords: ANALYSIS, SOURCES, EFFECTS, ENVIRONMENT, TECHNOGENESIS.

Угольная промышленность является основой энергонеzáвисимости региона и формирует все необходимые условия для реализации всех проблем горно-металлургического комплекса. Интенсификация производства вызывает ощутимые нарушения и загрязнения окружающей природной среды (ОПС) и требует осуществлять ряд мероприятий по снижению антропогенного воздействия. Существующая ситуация в промышленности осложняется тем, что в результате в результате военных действий многие шахты закрыты и работают лишь треть из них. Воздействие горного предприятия на ОПС распространяется во всех сферах: литосфере, гидросфере, атмосфере и биосфере (1).

Целью данной работы является – проведения анализа исследования в области оценки антропогенного воздействия и выявления источников загрязнения и нарушения на ОПС в условиях Донецкого региона.

Задачи, решаемые в работе:

- анализ и оценка источников воздействия на ОПС при деятельности горнодобывающего предприятия;
- выявление основных технологических процессов, приводящих к интенсивному загрязнению и нарушению ОПС;
- обоснование мероприятий по снижению антропогенному воздействию на ОПС в условиях интенсивного техногенеза.

Выбросы в атмосферу вредных веществ предприятиями горнодобывающей промышленности происходят в процессе разработки полезных ископаемых, а также в ходе производственных процессов технологического комплекса поверхности отвалов и шахт, при открытой разработке сланца и угля, обогащении твердого топлива.

При этом в атмосферу выбрасываются такие вредные вещества как: пыль, оксиды азота, оксид углерода, сернистый ангидрид и сероводород, который выделяется при горении породных отвалов.

Интенсивное пылеобразование, существенно загрязняющее атмосферу, происходит в начале строительства горнодобывающих предприятий, в процессе эксплуатации практически при всех технологических работах, при прохождении горных разработок, добыче полезных ископаемых и транспортировке. Горнодобывающая промышленность предусматривает разработку и изъятие из недр земли природных ископаемых в результате нарушается значительная часть

поверхности земли. Добыча полезных ископаемых шахтным методом также негативно сказывается на природных ландшафтах (2).

Влияние горного предприятия на ОПС представлено на рис. 1

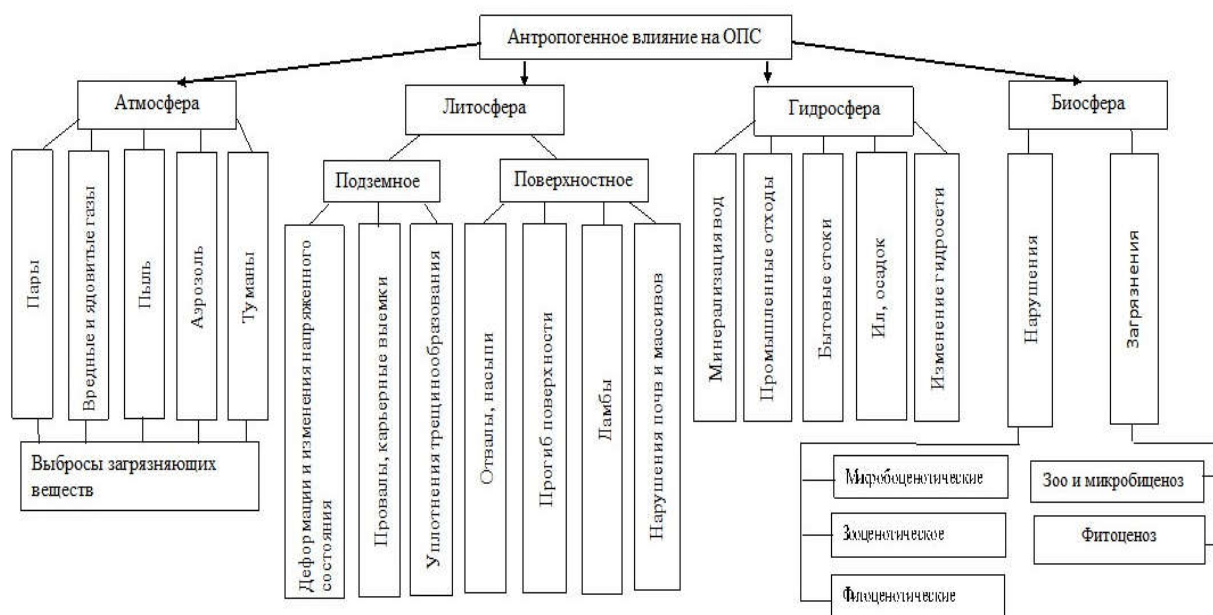


Рис. 1 – Классификация источников нарушения и загрязнения ОПС

Выбросы в атмосферу вредных веществ предприятиями горнодобывающей промышленности происходят в процессе разработки полезных ископаемых, а также в ходе производственных процессов технологического комплекса поверхности отвалов и шахт, при открытой разработке сланца и угля, обогащении твердого топлива.

При этом в атмосферу выбрасываются такие вредные вещества как: пыль, оксиды азота, оксид углерода, сернистый ангидрид и сероводород, который выделяется при горении породных отвалов.

Интенсивное пылеобразование, существенно загрязняющее атмосферу, происходит в начале строительства горнодобывающих предприятий, в процессе эксплуатации практически при всех технологических работах, при прохождении горных разработок, добыче полезных ископаемых и транспортировке. Горнодобывающая промышленность предусматривает разработку и изъятие из недр земли природных ископаемых в результате нарушается значительная часть поверхности земли. Добыча полезных ископаемых шахтным методом также негативно сказывается на природных ландшафтах (2).

При сдвигении и деформации горных пород на земной поверхности образуются прогибы, провалы, которые с течением времени заполняются подземными грунтовыми и паводковыми водами, а также атмосферными осадками.

При деформации земной поверхности, существует опасность подтопления или, наоборот, обезвоживания ее отдельных участков, вследствие чего окружающая природа терпит значительный ущерб в виде изменения микроклимата, негативно воздействует на леса, пашни, населенные пункты и промышленные объекты.

Негативное влияние от проведения подземных горных разработок проявляется в засорении поверхности земли, в результате выноса пустых пород, которые складировуют в отвалах.

В результате таких действий происходит отчуждение сельскохозяйственных земель, снижается продуктивность соседних угодий, атмосфера загрязняется газами и пылью, нарушается гидрогеологический режим местности. Стекающие воды с отвалов, которые могут быть токсичными, способны уничтожить всю растительность на прилегающей территории. Близко расположенные к населенным пунктам отвалы существенно воздействуют на санитарно-гигиенические условия местного населения.

Горная промышленность использует большое количество воды и производит большое количество отходов, загрязняя водные источники и людей, которые зависят от них. Поверхностная вода и грунтовая вода в добывающих областях могут оставаться загрязненными в течение многих лет. Водные потери могут оставить землю бесплодной и непригодной для сельского хозяйства или разведения животных. Долгосрочные повреждения от водного загрязнения продлятся намного дольше, чем краткосрочные экономические выгоды от горной промышленности (3).

Приводя анализ основных источников нарушения и загрязнения:

- при разработке угля происходит откачка карьерных и шахтных вод;
- на поверхность выносятся большое количество пустых пород, что сопровождается выбросами вредных газов и пыли;
- загрязнение водных ресурсов, почвы и атмосферы;
- деформация земной поверхности и углесодержащих пластов;
- происходит изменение гидрогеологических, атмосферных и почвенных условий в зонах горных разработок;
- образование депрессионных воронок, площадь которых может достигать сотен квадратных километров;
- обмеление или полное исчезновение рек и ручьев;
- затопление или заболачивание отработанных территорий;
- обезвоживание, засоление почвенного слоя, в результате чего наносится вред земельным и водным ресурсам;
- ухудшение состава воздуха, изменение облика поверхности земли.

Выявление источника загрязнения и нарушение ОПС при деятельности горного предприятия позволяет разработать систему комплексного природопользования и ресурсосбережения.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Технические последствия закрытия угольных шахт. Монография под ред. Ю.Н.Гавриленко, В.Н. Ермакова – Д.: 2014, 631с.
2. *Шувалов Ю.В.* Безопасность жизнедеятельности трудящихся в горнодобывающих регионах Севера. С Пб, МАНЭ, - 2006, 640 с
3. Технологические и организационные аспекты комплексного использования ресурсов угольных месторождений. Монография / Голубенко А.Л., Гребенкин С.С., Костенко В.К. и др. По общий ряд. Голубенко А.Л. Гребенкина С.С. – Д.: «ВИК», 2010. – 519с.

ВЛИЯНИЕ ОТХОДОВ МОРОЗОСТОЙКИХ БЕТОНОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Е.А. Спинчевская, Т.С. Башева

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

В работе рассмотрено влияние добавок, придающих бетону морозостойкость на окружающую природную среду, после окончания жизненного цикла бетона. К основным добавкам можно отнести: формиат натрия, нитрит натрия и хлористый кальций. Бетон инертный и согласно установленному законодательству морозостойкий бетон захороняют на свалках, полигонах без предварительной обработки.

Ключевые слова: ОТХОДЫ СТРОИТЕЛЬСТВА, МОРОЗОСТОЙКИЙ БЕТОН, ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ.

The report examines the effect of additives that give concrete frost resistance to the surrounding environment, after the end of the life cycle of concrete. The main additives include: sodium formate, sodium nitrite and calcium chloride. Concrete is inert and, according to the established legislation, frost-resistant concrete is buried in landfills, landfills without preliminary treatment.

Key words: WASTE CONSTRUCTIONS, FROST-RESISTANT CONCRETE, INFLUENCE OF ADDITIVES ON THE ENVIRONMENT.

После окончания жизненного цикла товара он переходит в категорию отходов. Дальнейшая судьба отхода зависит от многих факторов, таких как: класс опасности отходов, агрегатное состояние, ресурсная ценность данного отхода. Чаще всего твердые отходы 4 класса опасности подлежат захоронению на свалках и полигонах, что вполне соответствует действующему законодательству. Однако при неправильном складировании отходов, а также в следствии выпадения осадков возможны процессы выщелачивания токсичных веществ из отходов. Уровень последствий данного процесса для окружающей среды будет зависеть в первую очередь от химического состава отходов.

Таким образом, целью работы является изучение состава морозостойких бетонов и возможного влияния их на окружающую среду. Объектом изучения являются отходы морозостойкого бетона, т.к. именно добавки, которые повышают морозостойкость могут при попадании в окружающую среду оказывать воздействие на гидросферу и литосферу.

В состав строительного бетона чаще всего входят: цемент, песок и наполнитель.

Морозостойким называется бетон, который свободно схватывается и твердеет в зимних условиях, кроме того морозостойкий бетон характеризуется повышенным сопротивлением к попеременному замораживанию и оттаиванию. Существует несколько видов бетона по уровню морозостойкости. Для придания таких свойств используют морозостойкие добавки в бетон. Используются такие морозостойкие добавки в бетон, как формиат натрия, формиат кальция и нитрит натрия, а также поташ и хлористый кальций для ускорения твердения при отрицательных температурах.[3] Состав морозостойкого бетона с химическими добавками производится путем установления оптимального соотношения между компонентами бетонной смеси, обеспечивающего выполнение требований, предъявляемых к бетонной смеси и к бетону.

Формиат натрия (HCOONa) по основному действию в бетонных смесях действует как ярко выраженная противоморозная добавка и позволяет набирать прочность при охлаждении бетона до -15°C . Формиат натрия нашел широкое применение в производстве бетонных работ в холодное время года. Формиат натрия относится к веществам 3-го класса опасности и плохо проникает в грунт, то есть маловероятно попадание в грунтовые воды.

Так как формиат натрия является органической солью, то он разлагается в почве на воду и окись углерода в интервале от 72 часов до нескольких суток. При всем этом формиат натрия стимулирует деятельность полезных аэробных бактерий, которые помогают почвам быстрее очищаться и восстанавливаться. Формиат натрия обладает способностью к биоразложению, что делает его безопасным для окружающей среды и для здоровья людей.

При этом поддается биохимическому разложению, при очень небольшом количестве кислорода, повышает водонепроницаемость грунта. Водопроницаемость почвы оказывает решающее влияние на образование грунтовых вод и накопление их запасов в недрах Земли. Это имеет непосредственное отношение к снабжению населения водой из подземных источников. От водопроницаемости почвы зависит возможность использования ее для очистки сточных вод, твердых и жидких бытовых отходов, которые образуются в населенных пунктах. С водопроницаемостью почвы связана возможность загрязнения подземных источников водоснабжения опасными в санитарном отношении поверхностными стоками с территории населенных мест и сельскохозяйственных угодий.[2]

Нитрит натрия (NaNO_2) является распространенной противоморозной добавкой в бетон. В бетонном растворе нитрит натрия уменьшает температуру замерзания воды, что обеспечивает лучшее твердение при низких температурах. Нитрит натрия является солью азотистой кислоты, все соли которой ядовиты. Поэтому, несмотря на удовлетворительные технические показатели бетонов с добавкой нитрита натрия, основным недостатком является его высокая физиологическая и экологическая опасность.

В строительстве нитрит натрия рекомендован ГОСТ 24211 "Добавки для бетонов. Общие технические требования" к использованию в качестве противоморозной добавки при установившейся устойчивой среднесуточной температуре окружающего воздуха или грунта.

Нитрит натрия ядовит. Попадание в организм человека при приеме его внутрь в виде порошка или раствора наблюдаются тяжелые поражения, опасные для жизни. По степени воздействия на организм технический нитрит натрия относится к веществам 3-го класса опасности.[1]

Нитрит натрия на почву влияет неоднозначно, ведь нитриты могут накапливаться в растениях и этим подавляют их рост. Но основная часть нитритов, подвергаясь дальнейшим превращениям, даёт аммиак. Образующийся аммиак взаимодействует с органическими кислотами, в результате получают аминокислоты. Однако избыточное количество нитратов не восстанавливается и, попадая в организм человека, оказывает неблагоприятное воздействие на него.

Хлористый кальций (CaCl_2). Хлористый кальций широко применяется в малых количествах (2% к весу цемента) для ускорения схватывания бетона и набора им прочности в нормальных тепловлажностных условиях. Однако он вызывает коррозию арматуры, поэтому его можно применять в бетонных и железобетонных конструкциях с нерасчетной арматурой (СНиП III-В. 1—70). Кроме того, применение больших доз хлористого кальция может приводить к появлению высолов на поверхности бетонных

конструкций. Хлористый кальций соответствует 4-му классу опасности(малоопасные) для окружающей среды.

Хлористый кальций является солью, и в связи с тем что отходы бетона вывозятся на свалки, без дополнительной обработки, происходит активное засоление почв. Засоление сопровождается трансформацией, миграцией и аккумуляцией вещества, энергии и информации в почве, которые определяются составом солей и их концентрацией, гранулометрическим и минералогическим составом почв, положением почв по рельефу, климатическими условиями, растительным покровом, предысторией развития почв. Засоление почв регрессивное развитие системы может рассматриваться, как с точки зрения плодородия, так и с точки зрения экологического равновесия в агрофитоценозах и биогеоценозах. Засоление почв сопровождается изменением свойств почв, процессов и режимов, уменьшается биопродуктивность угодий. Это сопровождается уменьшением устойчивости почв к эрозии и опустыниванию. Существенно изменяется микробиологическая и ферментативная активность. Часто засоление почв приводит к их осолонцеванию.

Добавка	Класс	Влияние на	Влияние на человека
Формиат натрия (HCOONa)	3	Повышает водонепроницаемость почвы, стимулирует деятельность аэробных бактерий.	Влияет на верхние дыхательные пути и слизистые оболочки.
Нитрит Натрия (NaNO ₂)	3	Накапливается в растениях и подавляет их рост.	При попадании в организм наблюдаются тяжелые поражения, опасные для жизни
Хлористый кальций (CaCl ₂)	4	Приводит к засолению почв, уменьшается почвенная биопродуктивность.	При попадании на кожу раздражает и высушивает её, особенно действует на слизистые.

После окончания жизненного цикла бетон переходит в категорию отходов. Отходы данного вида относятся к 4 классу опасности. Но отходы морозостойкого бетона содержат в своем составе вещества относящиеся к 3му классу опасности, и могут негативно воздействовать на окружающую среду.

Наиболее опасными являются добавки солей азотистой кислоты. Для изучения влияния на окружающую среду необходимо продолжить наблюдения за процессом попадания в окружающую среду веществ входящих в состав морозостойких бетонов.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. ООО «ТД СТРОЙМОСТ». Экономическая эффективность применения противоморозных добавок [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://zadobavkoy.ru/stati/40-ekonomicheskaya-effektivnost-protivomoroznyh-dobavok.html>

Дата обращения: 11.03.2017

2. Энциклопедия Евролаб. Водонепроницаемость, или фильтрационная способность почвы [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.eurolab.ua/encyclopedia/3863/34241/>. Дата обращения: 11.03.2017

3. Ружинский С.И. Противоморозные добавки [Текст] / С.И. Ружинский; ред.Л.А.Кузьменко.-Харьков:изд.центр «ХАИ», 2003. - 75с.

ФАКТОРЫ, ЛИМИТИРУЮЩИЕ ФОРМИРОВАНИЕ КИСЛОРОДНОГО РЕЖИМА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

М.С. Строганова, А.И. Кушнеров, А.И. Шишкин, И.В. Антонов

Высшая школа технологии и энергетики Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна

В работе рассмотрены факторы лимитирующие формирование кислородного режима водных объектов, которые подтверждены научными исследованиями. Выделены основные факторы влияющие на концентрацию растворенного кислорода в водотоках и водоемах.

Ключевые слова: КИСЛОРОДНЫЙ РЕЖИМ, ВОДНЫЙ ОБЪЕКТ, РАСТВОРЕННЫЙ КИСЛОРОД, ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

The paper considers factors limiting the formation of the oxygen regime of water bodies, which are confirmed by scientific research. The main factors influencing the concentration of dissolved oxygen in watercourses and reservoirs are singled out.

Key words: OXYGEN REGIME, WATER OBJECT, DISSOLVED OXYGEN, ENVIRONMENTAL MONITORING

Изучение кислородного режима водных объектов совместно с гидрохимическим является важной задачей для оценки качества воды, а сами значения концентрации растворенного кислорода используются для расчета многих индексов загрязнения воды. Кроме этого, кислородный режим оказывает большое влияние на процессы самоочищения (окисление органических примесей), жизнедеятельность организмов (населяющих водоем) и др. При этом процессы поступления (увеличения) и выделения (уменьшения) растворенного кислорода из воды хорошо известны [1]:

1. Увеличение кислорода: абсорбция из атмосферы, выделение водной растительностью (фитопланктон), поступление с дождевой и талой водой;

2. Уменьшение кислорода: выделение из поверхностных слоев воды, процессы окисления органических и неорганических веществ.

В свою очередь, само содержание растворенного кислорода в поверхностных водах зависит от многих факторов, основные из которых, по мнению многих авторов [1-6] температура, атмосферное давление, количества осадков, минерализации воды. Изучив литературу по теме, был собран более полный перечень факторов в таблице 1.

Таблица 1 - Факторы, влияющие на содержание растворенного кислорода в водных объектах

№ п/п	Наименование фактора	Входящие параметры/обозначения
1.	Температура	T (°C)
2.	Атмосферное давление	P (мм.рт.ст.)
3.	Количество осадков	W (м ³), h (мм)
4.	Минерализация воды	TDS (мг/дм ³)
5.	Содержание органических примесей	БПК, ПО, ХПК (мгО ₂ /дм ³), С (мг/дм ³)
6.	Водородный показатель pH	Ед. pH
7.	Режим течения водоема	V (м/с), Q (м ³ /с) и др.
8.	Антропогенные воздействия: сброс СВ, изъятие воды	С (мг/дм ³) и др.

№ п/п	Наименование фактора	Входящие параметры/обозначения
9.	Содержание биогенных элементов	C(P, N) (мг/дм ³)
10.	Окислительно-восстановительный потенциал	ОВП, redox (мВ)
11.	Токсичные вещества, угнетающие водную растительность	C (токс. вещ.) (мг/дм ³), Т (%) - токсичность
12.	Дыхание гидробионтов	Количество др.
13.	Гидрографические характеристики	Н (м) – глубина, S (км ²) – площадь и др.
14.	Сезонные изменения и особенности	Ледовый покров и др.
15.	Суточные изменения	Т (°С), наличие света и др.
16.	Географическое местоположение	Климатические и геологические условия
17.	Тип водного объекта	Водоток, озеро
18.	Прозрачность воды	Цветность, мутность, взвешенные вещ.
19.	Естественная и антропогенная аэрация	Адсорбция из атмосферы

Результаты проведенных экологических исследований и мониторинга в рамках сезонных Биос-школ (водные объекты г. Санкт-Петербурга и Ленинградской области), Межвузовского морского фестиваля «Морфест -2013» (такие водные объекты как р. Свирь, Онежское озеро, Волго-Балтийский канал, Шекснинское водохр. и р. Волга) и других локальных исследований подтверждают влияние некоторых перечисленных факторов.

При проведении экспедиционных исследований водных объектов в 2013 году на борту теплохода «Дмитрий Фурманов» были отобраны пробы по пути из Санкт-Петербурга до Нижнего Новгорода и получены зависимости кислорода не только от таких параметров как температура, давление, но и от величины рН, цветности, мутности, а так же гидробиологических индексов Шеннона и Сапробности.

Мониторинг р. Черной (Ленинградская область, слияние р. Гладышевки и р. Рощинки) по большому числу контрольных створов позволил установить влияние сброса хозяйственно-бытовых сточных вод на содержание кислорода, при этом лимитирующими факторами были БПК₅, N и P. В данной ситуации снижение кислорода с 10 мг/дм³ до сброса и 6 мг/дм³ после сброса соответствует нормам, но при других условиях может выйти за рамки требований.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Теоретические основы защиты окружающей среды. Процессы окисления органических веществ в водотоках: Метод. указания/ Сост.: Н.Е. Горбунов, В.С. Замаева, А.И. Шишкин, СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2006. 24 с.

2. Содержание растворенного кислорода в воде: Метод. указания/ Сост.: Кузьмина И.А. - НовГУ, Великий Новгород, 2007. – 12 с.

3. Гончаров А.В., Заславская М.Б., Исаев В.А., Лобченко Е.Е., Ничипорова И.П. Типы кислородного режима рек бассейна Оби. География и природные ресурсы (Новосибирск) № 3. 2013. С. 69-76.

АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ПРИ ЗАКРЫТИИ УГОЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Ю.В. Токарева, В.Н. Артамонов
Донецкий национальный технический университет

На основе анализа и оценке экологического риска в условиях закрывающегося угольного предприятия выявлены и описаны процессы позволяющие обосновать направления в этой сфере.

Ключевые слова: АНАЛИЗ, ОЦЕНКА, РИСК, ЗАКРЫТИЕ, ШАХТА.

On the basis of analysis and in the conditions of put the up coal shutters processes are educed and described the estimation of ecological risk allowing to ground directions in this sphere. Keywords: ANALYSIS, ESTIMATION, RISK, CLOSING, MINE.

Добыча угля в течение длительного времени привела к значительным изменениям состояния массива горных пород и земной поверхности, произошли изменения водной и газовой проницаемости, гидродинамики месторождений, существенной деградации земной поверхности и соответственно биосферы. В связи с этим появилась возможность возникновения экологических рисков, описание которых недостаточно изучено.

Целью данного исследования является анализ и оценка экологических рисков при закрытии угольного предприятия.

Задачи исследования: выявить и описать основные экологические риски, возникающие при закрытии угольных шахт; обосновать направления в сфере анализа и оценки рисков.

Анализ литературных источников в сфере учета экологических рисков позволил сформулировать подход к их учету на основе их возникновения в различных сферах. Все основные риски, которые возникают в процессе закрытия шахт, приведены на рис.1.

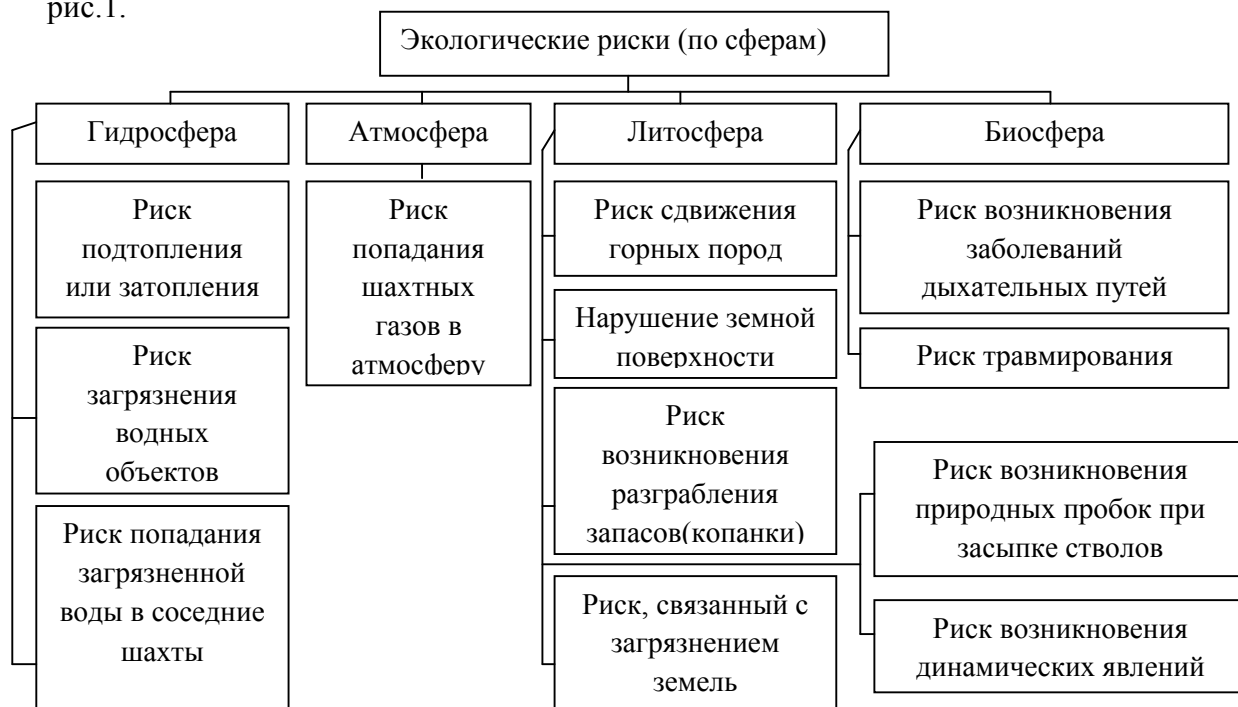


Рис. 1 – Классификация экологических рисков, связанных с закрытием угольных шахт

Анализ риска, или риск-анализ - процесс идентификации опасностей и оценки риска для отдельных личностей, групп населения, объектов, окружающей естественной среды и других объектов рассмотрения.

Процесс анализа риска может быть определен в результате решения сложной задачи, которая требует рассмотрения широкого круга вопросов и проведения комплексного исследования и оценки технических, экономических, управленческих, социальных, а в ряде случаев и политических факторов. Анализ риска должен дать ответы на три основных вопроса: 1.Что плохого может случиться? (Идентификация опасностей); 2.Как часто это может случаться? (Анализ частоты); 3.Какие могут быть последствия? (Анализ последствий). Основной элемент анализа риска - идентификация опасности (выявление возможных нарушений), которые могут привести к негативным последствиям. Выраженный в наиболее общем виде процесс анализа риска может быть представлен как ряд последовательных событий, представленный на рис. 2.

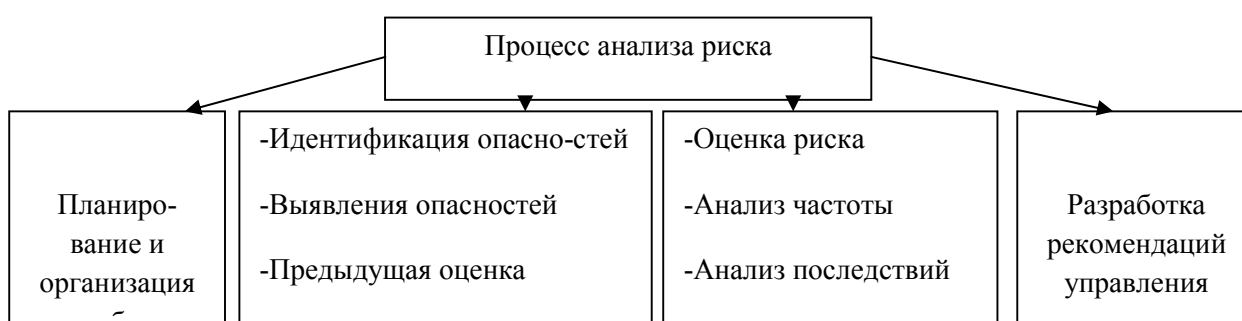


Рис. 2 – Процесс анализа риска

Множественность результатов анализа и возможность компромиссных решений дают основание считать, что анализ риска не является строго научным процессом, поддается проверке объективными, научными методами.

Оценка риска - процесс, который используется для определения величины (мероприятия) риска анализируемой опасности для здоровья человека, материальных ценностей, окружающей естественной среды и других ситуаций, связанных с реализацией опасности. Оценка риска обязательная часть анализа. Оценка риска включает анализ частоты, анализ последствий и их сочетаний. Оценка риска - этап, на котором идентифицированные опасности должны быть оценены на основе критериев приемлемого риска с целью выделения опасности с неприемлемым уровнем риска, этот шаг послужит основой для разработки рекомендаций и мероприятий относительно уменьшения опасностей. При этом и критерии приемлемого риска и результаты оценки риска могут быть выражены как качественно, так и количественно. Существуют четыре разных подхода к оценке риска (рис.3)

Первый - инженерный. Он опирается на статистику поломок и аварий, на вероятностный анализ безопасности: построение и расчет так называемых деревьев событий и деревьев отказов - процесс основан на ориентированных графах. С помощью первых предсказывают, во что может развиваться тот или иной отказ техники, а деревья отказов, наоборот, помогают проследить все причины, которые способны вызвать какое-то нежелательное явление. Когда деревья построены, рассчитывается вероятность реализации каждого из сценариев (каждой ветви), а затем, общая вероятность аварии на объекте.

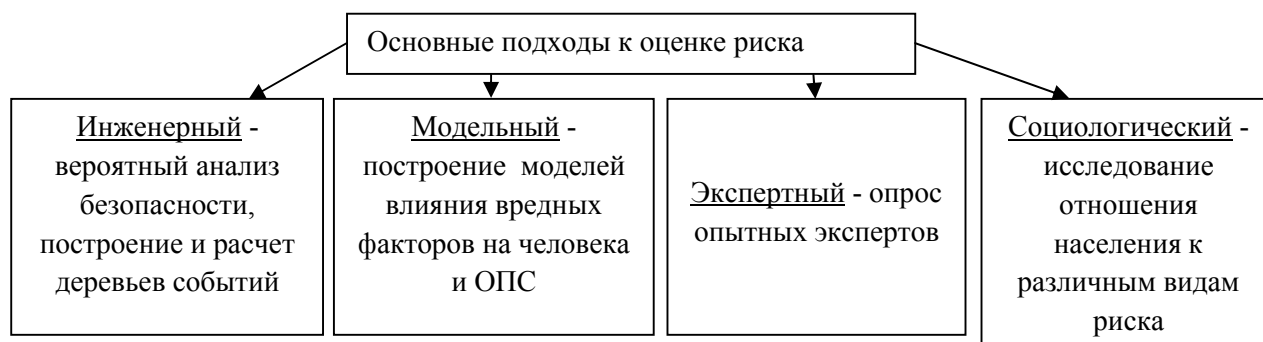


Рис. 3 – Основные подходы к оценке риска

Второй подход, модельный, - построение моделей воздействия вредных факторов на человека и окружающую среду. Эти модели могут описывать как последствия обычной работы предприятий, так и ущерб от аварий на них.

Первые два подхода основаны на расчетах, однако для таких расчетов далеко не всегда хватает надежных исходных данных. В этом случае приемлемый третий подход -экспертный: вероятности различных событий, связи между ними и последствия аварий определяют не вычислениями, а опросом опытных экспертов.

Наконец, в рамках четвертого подхода - социологического - исследуется отношение населения к разным видам риска, например с помощью социологических опросов.

Анализ основных проблем, технологических процессов и возникающих экологических рисков позволил сформировать основные направления по ликвидации рисков, а именно:

- выбрать правильный способ закрытия шахты с организацией водоотведения, дегазации, закладки горных выработок;
- переформирование и рекультивацию породных отвалов, рациональное использование природных ресурсов;
- постоянный мониторинг окружающей природной среды в зоне влияния закрываемой шахты;
- выполнение комплекса мероприятий по экобезопасному закрытию угольной шахты с учетом оценки воздействия на окружающую среду.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *В.Н. Бурков, Д.А. Новиков, А.В. Щекин. Механизм управления эколого-экономическими системами/Под ред. акад. С.Н. Васильева- М.: изд.физ.мат.лит., 2008,- 244с.*
2. *В.Т. Алымов, Н.П. Тарасова. Техногенный риск: анализ и оценка./ Уч. пособие,М.ИКУ «Академкнига», 2005,-115с.*
3. *Оценка рисков в Донецком бассейне. Закрытие шахт и породные отвалы / Ф.Пек / Подготовленная для ЮНЕП, ТРИД Арендал, - 2009, -171с.*

ПЕРСПЕКТИВЫ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

В.А. Волкова, Д.А. Козырь

Донецкий национальный технический университет

Выполнен обзор различных видов и способов использования геотермальной энергии. Приведены группы вод, которые используются для теплоснабжения. Проанализированы плюсы и минусы геотермальной энергетики. Показана перспективность использования энергии геотермальных источников.

Ключевые слова: ТЕПЛО ЗЕМЛИ, ЭНЕРГИЯ, ВОДА, ПАР

A review of the various types and methods of use of geothermal energy. The groups of waters used for heating. Analyzed the pros and cons of geothermal energy. The prospects of using geothermal energy.

Keywords: THE EARTH'S HEAT, ENERGY, WATER, STEAM

Применение альтернативных возобновляемых источников энергии (ветровой, солнечной, геотермальной, морских приливов и т.д.) весьма актуально. Объясняется это тем, что, во-первых, производство энергии за счёт сжигания ископаемых видов топлива на тепловых электростанциях вредно воздействует на природу, во-вторых, запасы такого топлива ограничены.

В данной статье объектом исследования стала геотермальная энергия, основным источником которой является постоянный поток тепла из раскаленных недр, направленный к поверхности земли.

Наиболее вероятные источники земного тепла: исходное тепло Земли; энергия экзотермических физико-химических процессов; энергия распада радиоактивных элементов; энергия сейсмических волн; энергия вращения Земли; тепло, выделяющееся при сжатии нижележащих слоёв под давлением вышележащих; энергия метеоритов.

Удельный тепловой поток изнутри Земли к её поверхности около 0,05Вт/м². Полный тепловой поток изнутри земли примерно 26ТВт. Это в десять раз больше энергии, которую можно извлечь из всех предполагаемых запасов угля, нефти и природного газа. Однако поток энергии солнечного излучения, принимаемый Землёй, приблизительно в 8300 раз больше теплового потока изнутри Земли к её поверхности. Геотермическая ступень – глубина, соответствующая повышению температуры горных пород в земной коре на 1 °С. Обычно геотермическая ступень составляет 30-33м. Но в некоторых местах у поверхности Земли (например, вблизи вулканических очагов) геотермическая ступень равна всего 2-3м, а в экстремальных условиях – даже 0.5м.

Источники геотермальной энергии по классификации Международного энергетического агентства делятся на пять типов:

- месторождения геотермального сухого пара - сравнительно легко разрабатываются, но довольно редки; тем не менее, половина всех действующих в мире ГеоТЭС использует тепло этих источников;
- источники влажного пара (смеси горячей воды и пара) - встречаются чаще, но при их освоении приходится решать вопросы предотвращения коррозии оборудования ГеоТЭС и загрязнения окружающей среды (удаление конденсата из-за высокой степени его засоленности);
- месторождения геотермальной воды (содержат горячую воду или пар и воду) - представляют собой, так называемые, геотермальные резервуары, которые образуются в результате наполнения подземных полостей водой атмосферных осадков, нагреваемой близко лежащей магмой;

- сухие горячие скальные породы, разогретые магмой (на глубине 2 км и более) - их запасы энергии наиболее велики;
- магма, представляющая собой нагретые до 1300°C расплавленные горные породы.

Энергетический потенциал тепла на глубине 10 000 метров в 50 000 раз больше энергии, чем все мировые запасы нефти и газа.

Согласно оценке экспертов из всех возобновляемых источников энергии самая низкая цена за 1кВт·ч у ГеоЭС (табл.1.1).

Таблица 1 - Сопоставление видов возобновляемой энергии

Виды возоб-мых источников энергии	Установ-ленная мощность (МВт)	Коэффиц. использов. мощности (%)	Стоимость 1кВт·ч			Доля выработ. эл-энерг (%)	Прирост за последн. 5 лет (%)
			1кВт·ч сегодня (цент)	1кВт·ч в будущ. (цент)	1кВт·ч установл. мощн. (тыс.дол.)		
Геотер-мальная	10200	55-95 (84)	2-10	1-8	0.8-3.0	70,2	22
Ветер	12500	20-30 (25)	5-13	3-10	1.1- 1.7	27,1	30
Солнечная	50	8-20	25-125	5-25	5.0-10.0	2,1	30
Приливы	34	20-30	8-15	8-15	1.7- 2.5	0,6	-

Существует два основных способа использования геотермальной энергии:

- 1) прямое использование тепла;
- 2) производство электроэнергии.

Прямое использование тепла является наиболее простым и поэтому наиболее распространенным способом. Практика прямого использования тепла широко распространена в высоких широтах на границах тектонических плит, например в Исландии и Японии. Водопровод в таких случаях монтируется непосредственно в глубинные скважины. Получаемая горячая вода применяется для подогрева дорог, сушки одежды и обогрева теплиц и жилых строений.

Геотермальные воды, которые используются для теплоснабжения, можно условно разделить на 3 группы:

- 1) воды, которые могут непосредственно использоваться потребителями и подогреваться без каких-либо негативных последствий, то есть воды наиболее высокого качества;
- 2) воды, которые могут непосредственно использоваться потребителями для отопления, но не могут подлежать подогрева из-за их агрессивных свойств;
- 3) воды повышенной минерализации и агрессивности, которые невозможно использовать непосредственно.

Способ производства электричества из геотермальной энергии очень похож на способ прямого использования. Единственным отличием является необходимость в более высокой температуре (более 150 0C).

Геотермальная электростанция с непосредственным использованием природного

пара является самой простой, доступной и дешевой. На этой станции пар из скважины поступает прямо в турбину с последующим выходом в атмосферу или устройство, улавливающее ценные химические компоненты.

Наиболее современная схема получения электроэнергии применяется на геотермальных станциях с конденсационной турбиной и прямым использованием природного пара. Пар из скважины поступает в турбину, а затем в смесительный конденсатор. Далее смесь охлаждающей воды и конденсата пара поступает в подземный бак, а затем, после охлаждения в градирне, возвращается в конденсатор. Расход пара на работающей по этой схеме электростанции в Лаго (Италия) составляет $8\text{ кг/кВт}\cdot\text{ч}$.

На геотермальных электростанциях с бинарным циклом природный пар из скважины подаётся в паропреобразователь, в котором испаряет вторичный теплоноситель. Вторичный пар поступает в конденсационную турбину. Отработанный пар конденсируется в конденсаторе. Неконденсирующиеся газы или выбрасываются в атмосферу, или направляются в химзаводы. Удельный расход пара на станции Лардерелло – 2 (Италия) – $14\text{ кг/кВт}\cdot\text{ч}$.

Однако геотермальная энергия имеет и ряд недостатков:

- возможность локального оседания грунтов;
- пробуждение сейсмической активности;
- выходящие из-под земли газы создают в окрестностях немалый шум и могут содержать отравляющие вещества;
- геотермальную электростанцию построить можно не везде, потому что для ее постройки необходимы определенные геологические условия.

В отличие от ГЭС, геотермальные станции не вредят водным путям при производстве электроэнергии. Горячая вода и пар лежит ниже поверхности земли и обрабатывается в замкнутых областях. В закрытой геотермальной системе, вода «закачивается» в землю и используется снова позднее. Укрепленные колодцы предотвращают утечку воды, что делает производство геотермальной энергии менее вредным для местных водных источников, а также для людей, растений и животных, живущих рядом

Все формы альтернативной энергии определенным образом прямо или косвенно загрязняют окружающую среду. В данном контексте геотермальная энергия самый жизнеспособный и простой вариант, поскольку земля вырабатывает неограниченное количество тепла, а при преобразовании его в энергию загрязнения окружающей среды минимальны. Стоимость электроэнергии, производимой на современных ГеоЭС, в среднем на 30% меньше, чем на ветровых электростанциях и в 10 раз ниже, чем на солнечных электростанциях. Одним из самых серьезных преимуществ геотермальной энергии является сам производственный процесс. В нем не принимают участие ископаемые виды топлива, такие как нефть, уголь или газ. Станции "питаются" от пара, также стоит отметить, что нет ничего, что нужно было бы привозить дополнительно для работы станции, поскольку все в буквальном смысле находится под ногами. Таким образом, риск, что что-то может пойти не так в работе геотермальной станции, минимален. Каждая из геотермальных станций, построенных за последние 100 лет, продолжает работать и в настоящее время. Геотермальная энергетика с учетом её экономической эффективности имеет хорошие перспективы дальнейшего развития.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Алхасов А.Б. Геотермальная энергетика: проблемы, ресурсы, технологии. /А. Б. Алхасов. – М.: Физматлит, 2008.- 376 с.
2. Дворов И.М. Геотермальная энергетика. / И. М. Дворов. - М: Наука, 1976.-192 с.

ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В ОБЛАСТИ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

А.А. Вострикова, А.В. Ткачева, А.В. Левин
Высшая школа технологий и энергетики

В докладе представлено обоснование необходимости проведения оптимизации программного обеспечения в области мониторинга окружающей среды на примере программы «Расчет класса опасности отходов» компании Интеграл. Представлена сравнительная характеристика отхода катионитовой смолы до и после проведения оптимизации.

Ключевые слова: КЛАСС ОПАСНОСТИ ОТХОДОВ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, КРИТЕРИИ ОПАСНОСТИ ОТХОДОВ

Substantiation of need for software optimization conducting in the field of environmental monitoring on the example of program “The calculation of waste danger class” of the Integral Company is presented. Comparative analysis of waste cationically resin before and after the optimization is shown.

Key words: HAZARD CLASS WASTE, SOFTWARE, CRITERIA OF HAZARDOUS WASTE

В соответствии со ст. 14 89 федерального закона Российской Федерации, «Индивидуальные предприниматели, юридические лица, в процессе деятельности которых образуются отходы I-V классов опасности, обязаны осуществить отнесение соответствующих отходов к конкретному классу опасности для подтверждения такого отнесения в порядке, установленном уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти».

Данный порядок утвержден приказом № 536 министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 04 декабря 2014 года. В соответствии с данным порядком для каждого отхода необходимо определить его химический состав и далее, для каждого компонента отхода, используя значительное количество определенных экологических показателей, произвести сложные математические расчеты.

Для унификации и ускорения данного процесса компанией Интеграл разработана программа по расчету класса опасности отходов. Компания Интеграл является одной из крупнейших на российском рынке компьютерных экологических программ. Программа включает в себя показатели по 9500 различным химическим веществам, которые могут являться компонентами отходов. Для каждого компонента в базе программы содержатся от 1 до 12 показателей критериев опасности. С помощью данной программы, подставив в нее процентный состав различных веществ, содержащихся в отходе, в автоматическом или ручном режиме производится расчет класса опасности отхода. На основе расчета, проведенного программой, составляется паспорт опасности отхода, который является неотъемлемой частью предприятия. Паспорт опасного отхода необходим на каждом этапе обращения с отходами (транспортировка или захоронение отхода). Кроме того, паспорта отходов необходимы для разработки проектов нормативов образования отходов и лимитов на их размещение.

По причине появления новых технологий и производств, происходит интенсивный рост загрязняющих веществ, поступающих в окружающую среду, которые должны постоянно регулироваться. С момента выхода программы нормативы на содержание загрязняющих веществ в окружающей среде, используемые как

первичные показатели в программе, неоднократно дополнялись и изменялись. Данные изменения необходимо своевременно отражать в программных продуктах, используемых для экологического нормирования.

Необходимость изучения проблем связанных с программным обеспечением в значительной степени усиливается. Проблема развития и контроля программного обеспечения является слабо изученной и неразработанной в рассматриваемой сфере. Это связано с недостаточным финансовым обеспечением проектов по оптимизации имеющегося и разработке нового, более современного программного обеспечения.

В статье представлен сравнительный расчет класса опасности отхода до и после обновления программного обеспечения (таблица №1). Были выявлены существенные изменения класса опасности отхода.

В ходе выполнения работы был проведен анализ нормативно-правовой базы, справочников, дополнение и обновление уже существующих компонентов. За последние 5 лет количество загрязняющих веществ возросло на 9%. Некоторые вещества запрещены к использованию, также ужесточились требования ко многим компонентам отходов. В ходе обновления в базу занесено дополнительно порядка 700 новых компонентов, по многим веществам изменены показатели. Часть показателей, исключенных из нормативных документов, были исключены из базы. После обновления базы был проведен сравнительный расчет класса опасности отхода катионитовой смолы, в составе которого присутствует токсичное вещество – стирол.

Практическая ценность работы состоит обновлении базы первичных показателей, позволяющей осуществить унифицированный, быстрый и надежный расчет класса опасности отходов, необходимый во всех сферах экологической деятельности.

Таблица 1 - Сравнительный расчет класса опасности отхода катионитовой смолы

Название компонента	До обновления базы			После обновления базы		
	Ci [мг/кг]	Wi [мг/кг]	Ki	Ci [мг/кг]	Wi [мг/кг]	Ki
Дивинилбензол технический (по этилстиролу)	30000.0	599.484	50.0430	30000.0	599.484	50.0430
Любрисал (Lubrisal) - органическое вещество группы эфиров жирных кислот	10000.0	215.443	46.4159	10000.0	215.443	46.4159
Стирол (Винилбензол, Фенилэ тилен, Этинилбензол, альфа-метилстирол)	820000	1000.00	820.000	820000.	334.048	2454.73
ИТОГО:	860000		916.459	860000		2551.19
<u>Класс опасности отхода</u>	100 < ΣKi <= 1000 3			1000 < ΣKi <= 10000 2		

Примечание к таблице 1:

1. Ci - концентрация i-го компонента в отходе.
2. Wi - коэффициент степени опасности i-го компонента опасного отхода для ОПС.

3. $K_i = C_i/W_i$ - показатель степени опасности i -го компонента опасного отхода для ОПС.

4. Информация о свойствах компонентов отходов относится к исходным данным пользователя. Ответственность за их полноту и актуальность несет пользователь программы.

На основании полученных расчетов, а также в ходе исследования и изучения нормативно-правовой базы, было установлено существенное изменение показателей степени опасности по стиролу (таблица №2).

Таблица 2 - Первичные показатели степени опасности компонента Стирол

Первичные показатели опасности компонента Стирол		До обновления базы	После обновления базы
1	ПДКп ¹ (ОДК ²) мг/кг		<1
2	ПДКв (ОДУ, ОБУВ), мг/л		0,01-0,1
3	Класс опасности в воде хозяйственно-питьевого использования		1
4	ПДКр.х. (мг/м ³)		0,011-0,1
5	Класс опасности в воде рыбохозяйственного использования		3
6	ПДКс.с.(ПДКм.р.,ОБУВ), мг/м ³		<0,01
7	Класс опасности в атмосферном воздухе		2
8	LD ₅₀ (мг/кг)	>5000	151-5000
9	LC ₅₀ (мг/ м ³)	5001-50000	5001-50000
10	$\lg(S, \text{мг/л}/\text{ПДКв}, \text{мг/л})^3$		5-2
11	$\lg(C_{\text{нас}}, \text{мг/ м}^3/\text{ПДКр.з.})$	5-2	5-2
12	$\lg(C_{\text{нас}}, \text{мг/ м}^3/\text{ПДКс.с. или ПДКм.р.})$		>7
13	Биоаккумуляция		Накопление в нескольких звеньях

Определено, что класса опасности изменился с 3 до 2. Контакт с этим химикатом может вызвать как острые реакции отравления, так и хронические заболевания. Стирол считается ядом общетоксического действия. Летальным исходом для человека может кончиться вдыхание воздуха, содержащего 10 000 мг/м³ стирола.

Обновление базы дает наиболее точные данные по токсичности загрязняющего вещества. Результаты работы обосновывают необходимость постоянного контроля законодательства, а также применения вышеуказанных рекомендаций для обнаружения проблем, которые играют важную роль в сфере экологии, но еще до конца не изучены и не реализованы.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Беспамятнов Г.П., Кротов Ю.А.* Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. Справочник, Л., Химия, 1985,; Вредные вещества в промышленности. под ред. Лазарева В.С., т. 1-3, Л., Химия, 1977
2. Новый справочник химика и технолога. Основные свойства неорганических, органических и элементоорганических соединений. СПб, 2002 г.;

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ДОНЕЦКОЙ ФИЛЬТРОВАЛЬНОЙ СТАНЦИИ НА ОКРУЖАЮЩИЮ ПРИРОДНУЮ СРЕДУ

Е.А. Бондарчук, Е.В. Кочина

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

В докладе рассматривается оценка воздействия Донецкой фильтровальной станции на атмосферный воздух, проанализировано обращение с отходами на предприятии.

Ключевые слова: ИСТОЧНИК ВЫБРОСА, ОТХОД, АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ

The report examines the assessment of the impact of the Donetsk filtering station on atmospheric air, analyzed the treatment of waste in the enterprise

Keywords: SOURCE OF EMISSIONS, WASTE, ATMOSPHERIC AIR

Защита окружающей среды – одна из важнейших задач современности. Выбросы промышленных предприятий и транспорта в атмосферу, сбросы загрязнённых стоков в водоемы, скопление промышленных и бытовых отходов достигли таких размеров, что в некоторых крупных промышленных центрах, таких как Донбасс, представляют серьёзную экологическую угрозу. Так, плотность выбросов загрязняющих веществ в атмосферу Донецка ещё до недавнего времени составляла около 70 тонн на 1 км², что в 6 раз больше, чем наблюдалось в среднем по Украине. На Донецкую область приходилось более трети выбросов загрязняющих веществ. В структуре вредных выбросов региона преобладают оксид углерода, на долю которого приходится почти 28,8 % всех выбросов, сернистый ангидрид (диоксид серы) – 21,3 %, пыль – 15 % и органические соединения – 13 %. Учитывая выше сказанное, анализ воздействия на окружающую среду региона отдельных промышленных предприятий представляет актуальную задачу.

Целью данной работы является – оценка воздействия Донецкой фильтровальной станции (ДФС) на окружающую природную среду. В соответствии с целью работы основными задачами являлись: изучение технологического процесса ДФС, оценка влияния предприятия на атмосферный воздух, анализ обращения с отходами на фильтровальной станции.

Донецкая фильтровальная станция предназначена для хозяйственно-питьевого водоснабжения городов Донецк, Ясиновата, Авдеевка, а также прилегающих к ним поселкам. Источником водоснабжения является канал Северский Донец-Донбасс (Южно-Донбасский водовод). На очистных сооружениях ДФС осуществляется следующая технологическая схема подготовки воды: вода из Южно-Донбасского водовода и Макеевского резервного водохранилища (периодически) поступает на смесители. В смесителях сырая вода смешивается с реагентами (коагулянт, хлор первичный, известь, активированный уголь, полиакриламид, марганец) и поступает в камеры хлопьеобразования, затем в отстойники, где происходит первая ступень очистки – отстаивание. Осветленная вода после отстойников фильтруется на скорых фильтрах (вторая ступень очистки), собирается в общие коллекторы, куда подается вторичный хлор и отводится в резервуар чистой воды, где обеззараживается, и откуда попадает в водопроводную сеть. Задержанная на фильтрах и в отстойниках взвесь, удаляется в накопитель осадка промывных вод гидравлическим способом. Таким образом, на ДФС процесс очистки воды на сооружениях производится в 2 ступени: первая ступень – очистка в отстойниках, вторая ступень – фильтрование с последующим обеззараживанием.

Осуществление технологического процесса на промплощадке №1 Донецкой фильтровальной станции сопряжено с работой 10 стационарных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Из них 7 это организованные источники, 3 неорганизованные. На предприятии не производятся залповые выбросы загрязняющих веществ в атмосферу в связи с отсутствием условий для их осуществления [1].

Основным источником образования и выделения загрязняющих веществ в атмосферный воздух является котельная, которая служит для обеспечения теплом помещений ДФС в холодное время года. Котельная оборудована четырьмя котлами типа ДКВР–2,5/13, с мощностью 1,744 МВт (два угольных и 2 газовых котла). Общая мощность составляет 6,978 МВт. Расход топлива в отопительный сезон достигает 30 тонн угля марки ГР и 342,7 тыс. м³ природного газа. Режим работы 180 дней или 4320 часов в год. Зола постоянно находится в сливной яме в мокром состоянии. Таким образом, при хранении инертных материалов выбросов в атмосферу не происходит.

В составе пылегазовоздушной смеси, направляемой в общий газоход, в атмосферу выделяются оксиды азота, оксиды углерода, ангидрид сернистый, углекислый газ, твердые частицы, тяжелые металлы, метан. В таблице 1 представлен перечень загрязняющих веществ, поступающих в атмосферный воздух при сжигании топлива в топке каждого котла и содержащихся в выбросах других источников.

Таблица 1 – Перечень загрязняющих веществ, поступающих в атмосферный воздух от источников выбросов Донецкой фильтровальной станции

№ п/п	Наименование загрязняющего вещества	ПДКсс/ ПДКмр*, мг/м ³	Объем выбросов	
			г/с	т/год
1	Диоксид азота	- / 0,085	0,175	0,950
2	Оксид углерода	3,0 / 5,0	1,575	1,291
3	Оксид меди	0,002 / -	$4,340 \cdot 10^{-5}$	$3,559 \cdot 10^{-5}$
4	Никель металлический	0,001 / -	$3,810 \cdot 10^{-5}$	$3,302 \cdot 10^{-5}$
5	Диоксид серы		1,836	1,585
6	Свинец и его соединения кроме тетраэтилсвинца (в пересчете на свинец)		$3,4 \cdot 10^{-5}$	$2,270 \cdot 10^{-5}$
7	Хром (VI)	0,0015 / -	$6,507 \cdot 10^{-5}$	$5,601 \cdot 10^{-5}$
8	Оксид цинка (в пересчете на цинк)	0,02 / -	$6,940 \cdot 10^{-5}$	$5,940 \cdot 10^{-5}$
9	Углеводороды предельные C12-C19 (растворитель РПК-265 П и др)	1,0 / -	0,078	0,019
10	Бензин (нефтяной, малосернистый)	5 / -	0,0021	0,063
11	Ртуть металлическая		$4,6 \cdot 10^{-6}$	$5 \cdot 10^{-6}$
12	Мышьяк, неорг. соединения	0,003 / -	$3,5 \cdot 10^{-5}$	$3 \cdot 10^{-5}$
13	Метан		$6,8 \cdot 10^{-4}$	0,011
14	Оксиды железа (в пересчете на железо)	0,04 / -	0,002	0,005
15	Марганец и его соединения	0,01 / -	$1,6 \cdot 10^{-4}$	$4,3 \cdot 10^{-4}$
16	Оксиды кадмия (в пересчете на кадмий)	0,0003 / -	$1,4 \cdot 10^{-8}$	$3,5 \cdot 10^{-9}$
17	Масло минеральное нефтяное		$1,7 \cdot 10^{-8}$	$5 \cdot 10^{-7}$
18	Сажа		0,004	0,001
19	Диоксид селена (в пересчете на селен)	0,05 / 0,1	$1,4 \cdot 10^{-8}$	$3,5 \cdot 10^{-9}$
20	Пыль абразивно-металлическая	0,15 / 0,5	0,088	0,02

*ПДКсс - среднесуточная предельно допустимая концентрация, ПДКмр - максимально разовая предельно допустимая концентрация.

Из таблицы видно, что около 40 % выбросов всех загрязняющих веществ предприятия приходится на котельную (2,25 т/год). Общий объем выбросов тяжелых металлов и их соединений составляет $2,42 \cdot 10^{-4}$ т/год. Наибольшую опасность по уровню токсичности представляют соединения тяжелых металлов, диоксид азота, оксид углерода, диоксид серы.

Из всех источников выбросов на территории промплощадки №1 пылегазоочистным оборудованием оснащён только один труба котельной. На данном источнике установлен и эксплуатируется циклон ЦН-15-400*4УП с эффективностью улавливания пыли 73,43 % [1].

В процессе деятельности фильтровальной станции образуются 48 видов отходов, относящихся к четырём классам опасности. Распределение отходов по классам опасности следующее:

- отходы 1 класса опасности: отработанные люминесцентные лампы (ртуть содержащие); образуются в количестве 190 шт/год; в полном объёме передаются на утилизацию по договору в г. Горловка «СП-Капитал»;

- отходы 2 класса опасности: отработанные промасленные фильтры, ветошь, топливные фильтры, масла в общем количестве 0,972 тонн; передаются на утилизацию. Кислотные аккумуляторы, в количестве 1,234 т/год передаются на утилизацию в ООО «Арат» г. Донецк;

- отходы 3 класса опасности: тара из-под краски, карбидный ил, отходы рубероида, отработанный электролит, лом цветных металлов, золота, серебра, платиновые группы, РТИ, сальниковая набивка;

- отходы 4 класса: металлолом, металлическая стружка, огарки электродов, отработанные автошины, отходы абразивных материалов, абразивно-металлическая пыль, отходы деревообработки, строительные отходы, лом огнеупорного кирпича(шамот). Все перечисленные отходы используются на предприятии.

Объем отходов, образованных в 2004 году, составил: первого класса – 0,0475 тонн; второго класса – 2,206 тонн; третьего класса – 6,975 тонн; четвёртого класса – 3127,262 тонны.

Часть отходов подлежит вторичному использованию, часть утилизируется, а остальные подлежат вывозу по заключенным договорам в места организованного захоронения, либо накопления на предприятии для последующего вывоза крупной партией [2].

Определённую экологическую угрозу могут создавать накопители промывных вод, предназначенные для складирования шлама. Максимальный объем накопителя ДФС – 0,186 млн м³, и соответствует 10980 тысячам тонн шлама. По состоянию на 2004 г. объем накопленного шлама составил 0,165 млн м³, а масса накопленных отходов – 9913,96 тыс. тонн.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Отчет об инвентаризации выбросов загрязняющих веществ Донецкого регионального производственного управления коммунального предприятия «Компания «Вода Донбасса» Промплощадка №1 – Донецкая фильтровальная станция.
2. Отчет об инвентаризации отходов производства Донецкого регионального производственного управления коммунального предприятия «Компания «Вода Донбасса» Промплощадка №1 – Донецкая фильтровальная станция.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕКИ КАЛЬМИУС

Ю.С. Потапенко, Е.В. Кочина

Донецкий национальный технический университет

В работе дана оценка экологического состояния реки Кальмиус. Проанализировано изменение качества воды при перемещении от истока к устью. Проведен расчет индекса загрязнения воды (ИЗВ) в основных створах реки Кальмиус.

Ключевые слова: РЕКА КАЛЬМИУС, СТВОРЫ, ИНДЕКС ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДЫ.

The paper gives an assessment of the ecological state of the Kalmiusriver. The change in the quality of water is analyzed when moving from the source to the mouth. The calculation of water pollution index (IWM) in the main sections of the river Kalmius is carried out.

Keywords: KALMIUS RIVER, ECTION LINE, WATER POLLUTION INDEX.

Водные ресурсы Донецка испытывают на себе значительное влияние промышленного потенциала города. Предприятия в своей деятельности используют водные ресурсы и сбрасывают в реки уже использованные, недостаточно очищенные сточные воды. Всестороннее использование биоресурсов рек, их зарегулирование, забор воды для сельскохозяйственных и хозяйственно-бытовых нужд, а также превращение рек в коллекторы сточных вод нарушили их природное состояние. Чрезвычайно интенсивное использование в народном хозяйстве как самих рек, так и водосборов нарушает их природный гидрохимический и гидробиологический режим, снижается водность и глубина, реки заиливаются и зарастают, увеличивается их эвтрофикация за счет накопления биогенных элементов.

Кальмиус является одной из важнейших рек региона. Из него производится забор воды для нужд промышленности и сельского хозяйства. Реки бассейна Кальмиуса принимают более 60 % сточных вод предприятий области. Для Донбасса бассейн Кальмиуса имеет важное экономическое, социальное, историческое, народнохозяйственное и рекреационное значение, поэтому оценка экологического состояния этой реки – актуальная задача.

Целью работы являлась оценка качества воды в реке Кальмиус на основе некоторых гидрохимических показателей.

Для достижения данной цели были определены следующие задачи:

- оценить качество воды в реке на основе сравнения фактических концентраций загрязняющих веществ с соответствующими ПДК;
- проанализировать изменение качества воды при перемещении от истока к устью;
- рассчитать индекс загрязнения воды (ИЗВ) в основных створах реки Кальмиус.

Река Кальмиус – это главная водная артерия Донецкого региона. Она относится к категории малых рек с небольшим количеством притоков, что делает ее маловодной. Кальмиус берет свое начало на южном склоне Донецкого Кряжа возле г. Ясиноватая, течет на юг, в районе г. Мариуполь впадает в Азовское море. Общая длина реки – 209 км, площадь бассейна – 5070 км². Рельеф бассейна Кальмиуса равнинный, умеренно пересеченный оврагами и балками, русло реки разветвленное, извилистое, местами сильно извилистое. Скорость течения от 0,4 м/с до 1,5 м/с. Основным источником питания реки являются талые воды, а дождевые и грунтовые – имеют второстепенное значение [1].

К бассейну реки Кальмиус относятся водохранилища: Верхне-Кальмиуское – резервное питьевое водохранилище; Нижне-Кальмиуское – расположено в городе Донецк и предназначено для рыбалки и отдыха населения; Павловское

водохранилище – предназначено для обеспечения технической водой промышленных предприятий города Мариуполя.

В качестве исходных данных для оценки качества воды в реке Кальмиус использовали фактические концентрации загрязняющих веществ, установленные в семи контрольных створах реки в 2007 и 2008 годах:

- створ №13000165, расположенный в пределах Верхне-Кальмиусского водохранилища;
- створ №1300047, расположенный в пределах Донецка;
- створ №1300056, приуроченный к пгт. Моспино;
- створ №13000126, в районе посёлка Горбачёво-Михайловка;
- створ №1300097, в границах Павло-Польского водохранилища;
- створ №1300048, в районе г. Мариуполь;
- створ №1300049, расположенный в устье реки.

В результате сравнения фактических концентраций загрязняющих веществ с их предельно-допустимыми концентрациями для водных объектов хозяйственно-питьевого водоснабжения было установлено следующее:

- в разных участках реки в оба периода наблюдения отмечалось превышение ПДК по хлоридам, взвешенным веществам, железу (общему), магнию, минерализации, сульфатам, pH; в отдельные годы было зафиксировано превышение по кобальту, азоту аммонийному, аммонийному солевому, БПК₅, жесткости, цветности, содержанию растворимого кислорода и СПАВ;

- наиболее часто превышение ПДК отмечается по таким показателям, как pH, содержание магния, взвешенных веществ (превышение в каждом из 7-ми створов), сульфатов (превышение в 5-ти створах); в отдельные периоды отмечается также превышение ПДК на всём протяжении реки по железу общему (2007 год), жесткости и СПАВ (2008 год);

- максимальные превышения ПДК отмечены, по таким веществам как магний (в 7 - 10 раз), хлориды (в 3 - 5 раз); жесткость (в 4 раза);

- отмечено ухудшение качества воды вниз по течению по таким веществам как: азот аммонийный – с 0,14 до 2,23 мг/дм³; аммоний солевой – с 0,18 до 2,9 мг/дм³; хлориды – с 78 до 1127,3 мг/дм³ (в 2007 году) и с 70,9 до 1914,3 мг/дм³ (в 2008 году); сульфаты – с 238 до 825 мг/дм³; магний с 41,3 до 143,5 мг/дм³ (в 2007 году) и с 38,9 до 218,9 мг/дм³ (в 2008 году); кобальт – с 0,00012 до 1,012; железо – с 0,08 до 1,27; СПАВ с 0,02 до 0,05 мг/дм³; жесткость – с 7,2 до 27,8 мг/дм³.

Для комплексной оценки качества воды водных объектов широко используется индекс загрязнения воды (ИЗВ) [2]. Данный показатель позволяет учесть одиночное воздействие конкретных показателей на качество воды и их суммарное влияние. ИЗВ рассчитывается как сумма приведенных к ПДК фактических значений 6 основных показателей качества воды по формуле:

$$\text{ИЗВ} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{\text{ПДК}_i},$$

где C_i – среднее значение определяемого показателя за период наблюдений;

ПДК_i – предельно-допустимая концентрация для данного загрязняющего вещества, мг/м³;

n – количество рассматриваемых веществ.

В число шести основных показателей при расчете ИЗВ входит значение БПК₅, а также значения еще 5 показателей, являющихся для данного водного объекта наиболее

неблагополучными. В качестве таких показателей для реки Кальмиус были определены железо (общее), магний, медь, сульфаты, цинк. Результаты расчёта ИЗВ представлены в таблице 1 и на рисунке 1.

Таблица 1– Результаты расчетов ИЗВ в разных створах реки Кальмиус

№ п/п	Номер створа	2007 год		2008 год	
		ИЗВ	Класс качества воды	ИЗВ	Класс качества воды
1	№13000165	8,32	VI	7,49	VI
2	№1300047	25,46	VII	14,36	VII
3	№1300056	17,05	VII	15,83	VII
4	№13000126	18,10	VII	15,35	VII
5	№1300097	19,11	VII	-	-
6	№1300048	18,79	VII	19,52	VII
7	№1300049	31,70	VII	40,91	VII

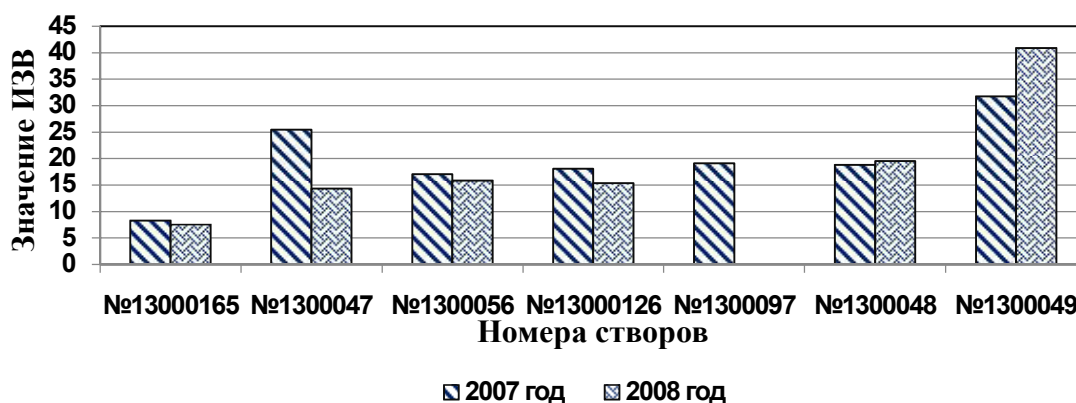


Рисунок 1– Изменение индекса загрязнения воды реки Кальмиус от истока к устью

Анализ полученных данных, свидетельствует о том, что качество воды в реке ухудшается при перемещении от истока к устью (ИЗВ изменяется от 8 до 30-40 единиц). Практически на всём протяжении (за исключением створа №1300065) река характеризуется седьмым классом качества воды, который определяется как «чрезвычайно грязная» и по экологическому состоянию оценивается как «стадия необратимых изменений». Максимального уровня загрязнения вода в реке Кальмиус достигает в устье перед впадением в Азовское море. Существенных различий в уровне загрязнения Кальмиуса в 2007 и 2008 годах не выявлено, за исключением створа № 1300049, где прослеживается увеличение ИЗВ с 32 единиц в 2007 году до 41 единицы в 2008 году.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Яцыка, А.В. Программа восстановления и поддержания чистоты и водности Донецкой области. Учебное пособие/ Под.ред. А.В. Яцыка – Донецк, 1999.–122 с.
2. Шабанов, В.В. Методика эколого - водохозяйственной оценки водных объектов/ В.В.Шабанов, В.Н. Маркин/ Монография.– М.: ФГБОУ ВПО РГАУ МСХА-им. К.А.Тимирязева, 2014. – 162 с.

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ШАХТЫ ИМ. А.А. СКОЧИНСКОГО НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Е.В. Сурова, Е.В. Кочина

Донецкий национальный технический университет

В статье проанализированы основные экологические проблемы шахты им. А.А. Скочинского в сфере охраны окружающей среды. Приведена характеристика источников выбросов загрязняющих веществ, сбросов сточных вод и отходов производства. Проведено сравнение фактических объёмов выбросов с нормативами предельно допустимых выбросов, предложено мероприятие по снижению выбросов пыли на одном из источников выбросов.

Ключевые слова: ШАХТА, ВЫБРОСЫ, СБРОСЫ, ОТХОДЫ

In the report analyzes the main environmental problems at the Skochinsky coal mine in the field of environmental protection. The characteristics of sources of formation of emissions, discharges of pollutants and waste disposal are given. The actual volumes of emissions and discharges are compared with the maximum permissible emissions and discharges, an environmental measure is proposed for one of the emission sources.

Keywords: MINE, EMISSIONS, RESETS, WASTE

Целью данной работы являлась оценка воздействия шахты им. А.А. Скочинского на окружающую среду.

Обособленное подразделение «Шахта им. А.А. Скочинского» ГП «ДУЭК» находится в Кировском районе города Донецк. Поле шахты расположено в западной части Донецко-Макеевского угленосного района.

В настоящее время на предприятии насчитывается 59 источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Особый вклад в загрязнение атмосферного воздуха вносят такие источники как котельные (91,2 %), шахтные стволы (7,45 %) и склады хранения угля, шлака и инертной пыли (1,18 %).

Всего в воздух от источников выбросов шахты поступает 19 загрязняющих веществ в количестве 10511,663 т/год (табл. 1). В выбросах преобладают диоксид углерода (около 90 %), метан (около 7 %), взвешенные вещества (около 2 %), а также оксид углерода, оксиды азота и серы.

Сравнение фактических величин выбросов с нормативами [1] показало, что превышения величин ПДВ отсутствуют.

Из имеющихся на шахте источников выбросов пылеочистными установками оборудованы котлы котельной а также деревообрабатывающие станки в стройцехе.

Поскольку котельные являются источниками, выбрасывающими наибольшее количество загрязняющих веществ, то именно для них целесообразно разрабатывать природоохранные мероприятия. Для снижения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в работе было предложено дополнить существующую систему очистки пылегазовых выбросов от котлов 2 ступенью очистки, и использовать для этого рукавный фильтр. Эффективность очистки отходящих газов котельных после установки рукавного фильтра будет составлять 93,15 %. Внедрение данного мероприятия позволит сократить выбросы пыли на 3,75 т/год.

Установка дополнительных рукавных фильтров на другие источники выбросов (котельная, расположенная на шахте им. Абакумова и котлоагрегаты основной промплощадки), то объёмы выбросов взвешенных веществ снизятся на 88,37 т/год, что составляет 35 % от всех выбросов пыли на шахте.

Таблица 1 – Загрязняющие вещества, поступающие в атмосферу от источников выбросов шахты им. А.А. Скочинского

№ п/п	Наименование загрязняющего вещества	Объём выбросов, т/год
1	Углерода диоксид	9455,623
2	Метан	761,17195
3	Вещ. в виде суспенд. тв. част. недифференциальных по составу	262,4417
4	Диоксид серы (диоксид и триоксид) в пересчете на диоксид	25,8746
5	Оксиды азота и его соединения в пересчете на диоксид азота	6,185
6	Оксиды углерода	1,2556
7	Азота (I) оксид (N ₂ O)	0,15285
8	Бензин	0,0408
9	Железо и его соединения	0,03436
10	Ванадий и его соединения	0,017
11	Углеводороды насыщенные	0,0166
12	Цинк и его соединения	0,01152
13	Марганец и его соединения	0,007424
14	Хром и его соединения	0,00384
15	Мышьяк и его соединения	0,003409
16	Свинец и его соединения	0,002777
17	Никель и его соединения	0,00276
18	Медь и её соединения	0,00255
19	Ртуть и её соединения	0,0008604

Анализ влияния шахты на водные ресурсы выявил, что вода используется для хозяйственно-питьевых и производственных нужд. Забор свежей воды из поверхностных водоемов и из подземных вод отсутствует. При работе предприятия образуются шахтные воды. Часть шахтной воды используется для пылеподавления, остальная часть воды, откачиваемой из главного подземного водосборника, передается на очистные сооружения шахты им. Абакумова, поскольку шахта им. А.А. Скочинского не имеет собственных очистных сооружений. С шахтными водами в реку Лозовая, а затем в реку Волчья попадают 13 веществ (табл. 2).

Таблица 2 – Состав сбрасываемых шахтных вод

Показатели состава сточных вод	Фактическая концентрация, мг/дм ³	Фактический сброс, г/ч	Утвержденный ПДС, мг/дм ³
Взвешенные вещества	14,0	2579,00	15,0
ХПК	13,9	5364,31	15,0
БПК ₅	4,0	784,01	4,0
Азот аммонийный	0,15	49,01	0,15
Нитриты	0,09	7,73	0,1
Нитраты	4,30	2388,15	5,0
Хлориды	639,8	86938,09	350
Железо	0,61	36,10	0,2
Минерализация	2444	855970,10	1500
Сульфаты	1288	342388,00	500
Фенолы	0,001	0,007	0,001
Нефтепродукты	-	-	0,3
Фосфаты	0,11	0,26	0,1

Сравнение фактической концентрации загрязняющих веществ в шахтной воде с величинами предельно-допустимого сброса показало, что наблюдается превышение по таким показателям как минерализация, содержание сульфатов, хлоридов и железа.

Одной из серьёзных проблем горнодобывающих предприятий в сфере охраны окружающей природной среды является образование отходов. На шахте образуется 16 видов отходов, относящихся к четырём классам опасности. В наибольшем количестве (139870 т/год) образуется порода, размещаемая на породном отвале № 2 шахты им. Абакумова. Отходы 1 класса передаются в полном объеме на утилизацию, отходы 2, 3 и 4 классов опасности частично используются на самой шахте, а частично передаются на утилизацию другим предприятиям (табл. 3).

Таблица 3 – Основные отходы, образующиеся на шахте

Класс опасности	Количество видов отходов	Объем образования отходов, т/год	Использовано отхода на предприятии, т/год	Размещено отходов на балансе предприятия, т	Передано на утилизацию другому предприятию, т
1	1 - (люминесцентные лампы)	0,095	—	—	0,095
2	5 - (масла, нефтепродукты, аккумуляторы, ветошь, фильтры)	48,525	46,189	—	2,336
3	2 - (гидрожидкость, лом цветных металлов)	2,332	—	1,810	0,522
4	8 - (самоспасатели, порода, золашлак, отходы деревообработки, автошины, лом черных металлов и др.)	144113,859	6646,98	137316,085	150,798

В результате проведенной оценки можно сделать следующие выводы:

- в результате работы шахты им. Скочинского в атмосферный воздух поступает 19 загрязняющих веществ;
- в наибольшем количестве поллютанты образуются при таких технологических операциях как сжигание топлива в котлах, хранение угля шлака и других материалов, проветривание шахтных выработок;
- существующие объёмы выбросов загрязняющих веществ лежат в пределах нормативов предельно допустимых выбросов;
- установка рукавных фильтров позволит повысить эффективность очистки газов от котлов котельных до 93,15 % и снизить объем выбросов пыли от шахты на 35 %;
- наблюдается превышение нормативов ПДС по таким показателям, как минерализация, содержание сульфатов, хлоридов и железа.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища від 27 червня 2006 р. №309 «Про затвердження нормативів граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин із стаціонарних джерел» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0912-06>.

2. Мазус, М.Г. Фильтры для улавливания промышленных пылей / М.Г. Мазус, А.Д. Малыгин, М.Л. Моргулис. – М.: Машиностроение, 1985. – 240 с.

ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНЫЕ НАСЛЕДИЯ В РЕКРЕАЦИОННОМ КЛАСТЕРЕ ДОНЕЦКОГО ПРИАЗОВЬЯ

О.В. Фоменко, Г.Н. Молодан.

Донецкий национальный технический университет

Рекреация является составляющей экологической безопасности населения. В докладе предлагается дополнить элементы территориальной аттрактивности сведениями о памятниках историко-культурного наследия. Это позволяет повысить рекреационную привлекательность субрегиона и оптимизировать потоки отдыхающих.

Ключевые слова: экологическая безопасность, историко-культурное наследие, элементы рекреационной привлекательности.

Recreation is a component of the environmental safety of the population. The report proposes to supplement the elements of territorial attractiveness with information on monuments of historical and cultural heritage. This allows to increase the recreational attractiveness of the subregion and optimize the flow of tourists.

Key words: ecological safety, historical and cultural heritage, elements of recreational attractiveness.

Возможность эффективного отдыха является одной из главных составляющих экологической безопасности населения. (Ерхова, Молодан, 2014). Рекреация на лоне природы или использование терапевтических и образовательно-воспитательных особенностей территории допустимы для всех категорий заповедных объектов за исключением природных заповедников. Мировой океан свидетельствует, что рекреационные зоны формируются вокруг национальных парков, а последние аккумулируют более мелкие объекты, объединяясь с зонами отдыха в биосферные резерванты.

Донбасс имеет две основные исторические сложившиеся зоны традиционного отдыха- долина реки Северский Донец и побережье Азовского моря (Молодан, Марченко, 2006). Рекреационный потенциал Донецкого Приазовья соответствует самым высоким Европейским требованиям, но, к сожалению, наши заповедные объекты все еще мало привлекательны для туристов. Дело не только в событиях последних лет. Здравый смысл и справедливость все равно восторжествуют, а стратегия рекреационной политики предусматривает как минимум десятилетние этапы планирования.

Одной из главных проблем является слабая информированность населения о рекреационной привлекательности природно-заповедного фонда субрегиона. Исследования проведенные национальным природным парком «Меотида» позволяют выделить 10 групп элементов рекреационной аттрактивности (Ерхова, Молодан, 2014). Блок из групп, который можно условно обозначить, как «дикая природа» получил четкую территориальную ориентацию, а вот блок «историко-культурное наследие» требует конкретной географической привязки.

Конгломерат материалов, относимых к историко-культурному наследию можно условно разделить на несколько групп:

1. Территории (земельные участки) по которым проходили маршруты миграций народов, племен и путешествий отдельных исторических личностей.
2. Места
3. Захоронения, мемориалы, культурные сооружения.
4. Действующие и законсервированные раскопки.
5. Музейные экспозиции и экспонаты в собраниях других регионов и стран.
6. Архитектурные памятники.
7. Места проживания и рождения исторических личностей.
8. Очаги национальной идентичности (культуры, фольклор, быт, застройка, хозяйство, ремесла, кухня и т.д).

В ближайшее время необходимо систематизировать всю имеющуюся информацию и совместить с картами блока «дикой природы». Выделить соответственно, участки и маршруты зоны регулируемой рекреации. На этой основе подготовить рекомендации по оптимизации потоков рекреантов.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Ерхова А., Молодан Г.* Рекреационная деятельность, как составляющая экологической безопасности « XXIV Всеукраинская научная конференция аспирантов и студентов». Донецк 2014.

2. *Молодан Г., Марченко Г.* Перспективы развития экологического туризма в Донецком Приазовье. Сборник материалов международной конференции «Сталий розвиток довкілля в Україні» Мариуполь 2006.

ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ЛОКАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА УГЛЕДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ

О.Н. Прохорова, В.И. Черных

Луганский национальный университет имени Владимира Даля

В докладе рассмотрена концепция улучшения мониторинга окружающей среды за счет привлечения субъектов хозяйственной деятельности. Своевременное обнаружение источников загрязнения окружающей среды, позволит предотвращать сверхнормативное загрязнение окружающей среды.

Ключевые слова: ЛОКАЛЬНЫЙ МОНИТОРИНГ, НАЗЕМНЫЙ МОНИТОРИНГ.

Described the main conception of the improvement environment monitoring, by attracting business entities. In a timely manner detection of the pollution sources, will allow to prevent the above-norm contamination.

Keywords: LOCAL MONITORING, SOIL MONITORING.

На территории Донбасса основные промышленные предприятия, это угледобывающие предприятия, которые являются основным видом деятельности сформировавшим экономическую и социальную составляющую Донбасса. В сложившейся ситуации на территории Донбасса занятость населения является основным социальным фактором, однако не стоит забывать об экологических последствиях работы угледобывающей отрасли. Основной государственной задачей является гармонизация социальных потребностей, с возможной нагрузкой на экологическую среду, за счет создания системы локального мониторинга в угледобывающих районах.

На протяжении последних пяти лет для добычи угля применяются новые технологии, которые отличаются от привычных технологий добычи в 90-х годах. К ним относится возможность строительства нетиповых шахт на выходах угольных пластов производственной мощностью 50-300 тыс. т/год с глубиной разработки до 300 м, и технологией обратной закладки породы в выработанное пространство, без поднятия породы на поверхность. На нетиповых шахтах порода образуется при прохождении стволов, которая зачастую складывается на действующих породных отвалах, с целью уменьшения площади занимаемых земель под предприятие.

Несмотря на отсутствие основного источника выброса (породного отвала) на территории шахты, все же остается негативное влияние, которое вносит немалый вклад в загрязнение окружающей среды, и которое необходимо контролировать, а так же производить региональный и локальный мониторинг с целью получения более полной информации об экологической ситуации региона.

Мониторинг окружающей природной среды представляет собой комплексную систему долгосрочных наблюдений с целью оценки и прогноза изменений состояния биосферы или ее отдельных компонентов под влиянием антропогенных воздействий, предупреждения о создающихся критических ситуациях, вредных или опасных для здоровья людей, других живых организмов и их сообществ. В зависимости от территории, охватываемой наблюдениями, мониторинг подразделяется на три уровня: глобальный, региональный и локальный. Главной задачей глобального мониторинга является слежение за общемировыми процессами и явлениями, включая антропогенные воздействия на биосферу. Региональный мониторинг включает в себя слежение за процессами и явлениями в пределах какого-то региона, где эти процессы и явления могут отличаться и по природному характеру, и по антропогенным воздействиям от

базового фона, характерного для всей биосферы. Локальный мониторинг - это слежение за естественными природными явлениями и антропогенными воздействиями на небольших территориях. По методам ведения различают мониторинг дистанционный и наземный. Дистанционный мониторинг - это совокупность авиационных и космических методов наблюдения. Наземный мониторинг осуществляется физико-химическими и биологическими методами исследования компонентов природной среды (атмосферный воздух, недра, почвы, поверхностные и подземные воды, растительность, животный мир, наземные и водные экосистемы в целом), на которые распространяется антропогенное воздействие.

На данный момент к региональному мониторингу в нашем регионе относится:

- сбор данных о выбросах загрязняющих веществ при получении специального разрешения на осуществление выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух стационарными источниками;

- сбор данных при утверждении предельно-допустимого сброса (ПДС) веществ, поступающего в водный объект с возвратными водами по выпускам;

- сбор данных при получении специального разрешения на осуществление в сфере обращения с отходами;

- данные о контроле стационарных источников выбросов от предприятий, которые поставлены на государственный учет;

- данные при проведении контрольно-аналитическим сектором отдела водных ресурсов контроля за качеством поверхностных вод по 9-ти контрольным створам;

- фактические данные о выбросах, сбросах, образовании отходов при уплате экологического налога субъектами хозяйственной деятельности;

- данные о фоновых концентрациях по г. Луганску.

Данная информация не отображает полной картины загрязнения окружающей природной среды, в частности по загрязнению атмосферного воздуха, так как отсутствуют фактические замеры фоновых концентраций загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы, в других городах угледобывающего региона, за исключением г. Луганска.

Так же одной из проблем угледобывающих предприятий, является не соблюдение размеров нормативной санитарно-защитной зоны (500 м), как правило связанное с близким залеганием угольного пласта к населенному пункту. Что, в свою очередь, предусматривает контроль приземных концентраций на границе санитарно-защитной и жилой зонах (в некоторых случаях на протяжении не менее 50 дней). Основными веществами, которые выбрасываются от стационарных источников выброса загрязняющих веществ на шахтах являются: азота двуокись, углерода окись, сернистый ангидрид, пыль и метан.

С этой целью предлагается разработка локального мониторинга с использованием автоматизированной системы мониторинга. Локальный мониторинг ограничен небольшой территорией в пределах конкретного населенного пункта, промышленного объекта, озера и т.п. На локальном уровне экологического мониторинга в информационном портрете должны присутствовать все источники воздействия на природную среду.

На данный момент наиболее распространенными являются следующие системы контроля загрязнения атмосферы промышленных регионов с высокой антропогенной нагрузкой.

1. Автоматизированная информационная система «ТОГА».

2. Автоматизированная система контроля пылегазоочистных установок «АСК ПГУ».

3. Система контроля атмосферы промышленных объектов (СКАПО).
4. Автоматизированная система мониторинга атмосферы и контроля источников загрязнения (АСМАКИЗ).

5. Система EcoMonitor - автоматизированная система контроля качества воздуха.

К основным достоинствам системы контроля атмосферы промышленных объектов (СКАПО) можно отнести:

- структура системы позволяет заменить практически весь парк существующих на производстве стационарных газоаналитических приборов и контролировать на производстве до 256 потенциально опасных точек;

- контролируемый объект может быть расположен на расстоянии до 3000 метров от блока сигнализации и управления. При создании системы контроля максимальное удаление объекта до 65 километров;

- широкий спектр контролируемых газов обеспечивается возможностью комплектования системы датчиками с различными принципами действия, в том числе оптико-абсорбционными и термомагнитным.

Стационарные посты мониторинга атмосферного воздуха не могут дать объективной картины на территории угледобывающего района. Потому как если произведен выброс и вредные вещества в течение какого-то времени выбрасывались в атмосферный воздух, у мобильной станции измерений есть один, максимум два часа, чтобы выехать к месту выброса и произвести замеры. Существующая сеть мониторинга на стационарных постах не позволяет получить объективную картину в районах, отдаленных от постов наблюдения. К примеру, если вредные вещества выбрасывались точечным источником в течении часа, то при скорости 2 м/с начало облака распространится на 7,2 км и за счет разбавления значительно потеряет свою концентрацию на таком расстоянии. На границе ближайшей жилой зоны концентрации могут многократно превышать предельно-допустимые концентрации.

Внедрение локального мониторинга угледобывающего предприятия позволит получить реалистичные данные о загрязнении окружающей среды в данном районе, чем существующие статистические данные о выбросах загрязняющих веществ от стационарных источников.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Экологический мониторинг: Учебно-методическое пособие. Изд. 3-е, испр. и доп. / Под ред. Т.Я. Ашихминой. М.: Академический Проект, 2006. - 416 с;

2. *Большаков В.Н.* Экология [Текст]: учеб. для вузов / В.Н. Большаков, И.Н. Липунов, В.И. Лобанов и др. Под ред. Г.В. Тягунова. М.: Интернет Инжиниринг, 2000. – 331 с.

3. *К.В. Гришаков, В.М. Панарин, А.А. Горюнкова* / Разработка автоматизированных систем мониторинга загрязнения атмосферы объектами газовой и химической промышленности/ Известия ТулГУ. Технические науки. 2015. Вып. 8. Ч. 2.

РЕКРЕАЦИОННАЯ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ ПРИРОДНО-ЗАПОВЕДНЫХ ОБЪЕКТОВ И ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ЕЕ ФАКТОРЫ

Н.Н. Пензева, Г.Н. Молодан

Донецкий национальный технический университет

В докладе проанализирована рекреационная атрактивность природно заповедного фонда Новоазовского района. Рассмотрена экономическая рентабельность создания рекреационных зон вокруг национальных парков и туризма на территории ПЗФ на примере мировой практики. Приведены факторы рекреационного потенциала НПП «Меотида», соответствующие самым высоким мировым стандартам.

Ключевые слова: ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ, ЗАПОВЕДАНИЕ, ЗОНЫ ОТДЫХА, УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ

The report analyzes the recreational attractiveness of the nature reserve fund of the Novoazovsky District. The economic profitability of creation of recreational zones around national parks and tourism on the territory of the PZF on the example of world practice is considered. The factors of recreational potential of the NPP "Meotida", corresponding to the highest world standards are given.

Keywords: NATURAL CONDITIONS, COMMANDMENT, RECREATION AREAS, SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Природно-заповедный фонд — участки суши и водного пространства, природные комплексы и объекты, имеющие особую природоохранную, научную, эстетическую, рекреационную и другую ценность, выделенные с целью сохранения природного разнообразия ландшафтов, генофонда животного и растительного мира, поддержания общего экологического баланса и обеспечения фонового мониторинга окружающей природной среды.

Причем национальный природный парк и региональные ландшафтные парки, одной из задач которых является организация туризма, отдыха населения в природных условиях с соблюдением режима охраны заповедных территорий — это наиболее приемлемые для густонаселенной Донецкой области природно-заповедные территории.

Рекреационная деятельность наряду с охраной природы является неотъемлемой составляющей работы трех категорий заповедных объектов — биосферных заповедников, национальных природных и региональных ландшафтных парков. Более того, за исключением природных заповедников, туризм разрешен на территориях всех объектов природно-заповедного фонда.

Мировая практика показывает, что в рекреационных зонах жизненный уровень населения значительно выше, чем в развитых промышленных и аграрных регионах.

Мир, наконец, осознал, что восстанавливать силы эффективнее всего в естественных природных условиях. Рекреация как отрасль экономики дает годовой доход США более 60 млрд.\$ при среднегодовой рентабельности от 5 до 20 %, а сезонной до 80 %. При этом создание одного рабочего места в этой сфере в десятки раз дешевле, чем в промышленности.

Во всем Мире рекреационные зоны формируются вокруг национальных парков. Многие государства до 90 % валютных поступлений получают от рекреационной деятельности. Количество рекреантов, посещающих парки, постоянно растет и цифры от 1 до 5 млн. человек выглядят естественно. Экономически развитые государства давно осознали, что устойчивое развитие — это прежде всего бережное отношение к

собственным природным ресурсам, а самым эффективным инструментом сохранения природы является заповедание. Вот почему процент заповедности стал признанным критерием цивилизованности.

В регионах, подобных Донбассу [1], где вследствие многолетней эскалации экологической напряженности, экологическая безопасность населения уже не может быть обеспечена только за счет технологических преобразований в промышленности и сельском хозяйстве при совершенствовании и усилении контроля со стороны специально уполномоченных государственных органов.

Необходима комплексная реабилитация природы за счет территориально фрагментного возрождения аборигенной биоты, и на ее основе создание доступной системы эффективной рекреации населения.

Донеччина имеет две основные, исторически сформировавшиеся зоны традиционного массового отдыха – долина реки Северский Донец и побережье Азовского моря. Эти достаточно большие территории с аквальными элементами, полностью вошли в состав Национальных природных парков «Святые горы» и «Меотида».

Предварительные исследования [1] показали. Что побережье Азовского моря в административных границах Донецкой области, как и раньше, остается привлекательным для жителей Восточной Украины и Европейской части Российской Федерации. Привлекательным, несмотря на полный развал системы льготного профсоюзного отдыха, катастрофически загрязненного побережья акватории.

Рекреационный потенциал НПП «Меотида» соответствует самым высоким мировым стандартам. Теплое, мелководное море, комфортные ракушечно-песчаные пляжи, благоприятные климатические условия. Здесь большое количество ясных дней, морские бризы, несущие на побережье огромное количество чистого, обогащенного озоном, солями и микроэлементами воздуха. Имеются запасы минеральных вод и лечебных грязей. У парка выгодное географическое расположение, вокруг – развитая транспортная инфраструктура. На территории НПП «Меотида» сохранились более 60 памятников археологии, от раннего палеолита до начала XX столетия, фрагменты традиционной культуры и застройки украинцев, греков, донских казаков, действующие и законсервированные раскопки. Но главное – в «Меотиде» удалось возродить уникальные колониальные поселения птиц, доступные для визуального наблюдения и фотографирования.

Посещение музея всемирно известного полярного исследователя Георгия Яковлевича Седова, в поселке его имени наверняка заставит любого по-новому взглянуть на роль наших земляков в новейшей истории государства.

Жители Центральной и Северной Европы, омываемой холодными морями или вообще не имеющей морских пляжей, могут и должны стать постоянными посетителями Донецкого Приазовья. Необходима лишь соответствующая инфраструктура, которую собственными силами не создать, а привлечение иностранного капитала в локальный рекреационный бизнес, наряду с общепринятыми гарантиями, требует еще наличия своего, отличного от других, природного «шарма». Его должен создать биосферный заповедник (резерват), над созданием которого работают сотрудники НПП «Меотида».

В настоящее время в Донецкой Народной Республике стал ощущаться дефицит выявленных, перспективных для последующего заповедания, природных территорий, что является основной проблемой, сдерживающей рост площади природно-заповедного фонда.

Комплексное решение поставленных задач природоохранными органами, научными организациями и общественностью позволит нам не только сохранить природные уголки, но и сформировать позитивный имидж Донецкого края, бережное отношение людей к заповедным территориям и объектам.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ДОБЫЧЕ УГЛЯ НА ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ

Е.Р. Михайлёва, Е.В. Кочина

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

В докладе приведена оценка влияния деятельности шахты «Комсомолец Донбасса» на водные ресурсы, рекомендованы мероприятия по охране и рациональному использованию водных ресурсов.

Ключевые слова: ГОРНОДОБЫВАЮЩАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, ВОДОНОСНЫЙ ГОРИЗОНТ, ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ СТОКИ, ПРУД-ОТСТОЙНИК

The report evaluated the impacts of the mine "Komsomolets of Donbass" on water resources and the protection and rational use of water resources.

Keywords: MINING INDUSTRY, AQUIFEROUS HORIZON, INDUSTRIAL WASTE WATER, POND-CLARIFIER

Горнодобывающая промышленность является одной из важнейших производственных отраслей Донецкого региона, которая обеспечивает значительную часть предприятий первичным сырьём и энергетическими ресурсами.

Угольная промышленность оказывает ощутимое отрицательное влияние на окружающую природную среду. Это воздействие распространяется на ландшафт, атмосферу, поверхностные водные объекты не только в непосредственной близости от угольных предприятий, но и на значительных расстояниях от них.

Целью данной работы являлась оценка воздействия предприятий по добыче угля на водные ресурсы на примере шахты «Комсомолец Донбасса».

Шахтные воды формируются в результате вскрытия водоносных горизонтов подземными горными выработками в процессе ведения очистных и подготовительных работ и проникновения поверхностных вод в выработанное пространство. Водообильность шахт определяется гидрогеологическими условиями месторождения, глубиной разработки, схемой вскрытия и отработки шахтного поля, системой разработки, способом управления кровлей и другими горно-геологическими и горно-техническими факторами.

ПАО «Шахта Комсомолец Донбасса» территориально расположена в пределах Торезско-Снежнянского геолого-промышленного (угольного) района Донбасса. Ближайшими населёнными пунктами являются г. Кировское, расположенный в 2,5 км к западу от основной промплощадки шахты и с. Михайловка, удалённое к юго-востоку на 1,5 км. К северо-востоку от основной промплощадки в 2,0 км расположена шахта «Житомирская», а в 4,5 км к востоку закрытые шахты №1, 2, 3 «Стожковские». В 5 км к северу расположена шахта «Донецкая», а в 4 км к юго-западу группа закрытых шахт «Давыдовская-Северная», и другие.

ПАО «Шахта Комсомолец Донбасса» является предприятием по добыче угля подземным способом. Технологический процесс добычи угля традиционный, подземный с отработкой пластов по сплошной системе отработки к границам шахтного поля потолкоуступными забоями по простиранию или столбами по падению.

Одним из воздействий шахты на окружающую среду является сброс сточных вод в водные объекты.

На шахте осуществляются следующие виды водопотребления:

- питьевая вода – поступает от Енакиевского РВУ КП «Компания «Вода Донбасса» в объёме 590000 м³/год; от ПУВКХ г. Кировское - в объёме 300 м³/год;

- техническая вода – используется попутно забираемая шахтная вода в объёме 13140000 м³/год;

- сезонное водопотребление и водоотведение отсутствует;

- использование воды в системах оборотного водоснабжения, повторно-последовательного использования воды составляет 2135000 м³/год.

На шахте имеется 3 выпуска сточных вод.

Выпуск № 1, через который осуществляется сброс очищенных шахтных вод водоотливного комплекса с центральной промплощадки в объёме 8800000 м³/год. Сброс осуществляется в городской ставок расположенный в балке Кленовая и далее по балке Харцызская в реку Ольховая, реку Крынка, бассейн реки Миус.

Выпуск № 2 предназначен для сброса шахтных вод с ВПС-1 в балку Харцызская с дальнейшей очисткой в групповом пруде-отстойнике и далее в реку Ольховая, реку Крынка, бассейн реки Миус. Объём сбрасываемых сточных вод - 450000 м³/год

Выпуск № 3 предназначен для временного сброса хозяйственно-бытовых сточных вод в объёме 118000 м³/год с ВПС-3 в ставок-накопитель ливневых вод, расположенный на территории ВПС-3 вблизи балки Скелевая, балку Кленовая, реку Ольховая, реку Крынка, бассейн реки Миус.

Хозяйственно-бытовые сточные воды передаются от центральной промплощадки шахты на очистные сооружения ПУВКХ г. Кировское.

Сброс хозяйственно-бытовых сточных вод от ВПС-1 шахты производится в выгреб с дальнейшим вывозом вакуум-бочкой предприятия в канализационные сети промплощадки и далее на очистные сооружения ПУВКХ г. Кировское.

Производственные стоки от обогатительной установки направляются в пруд-шламонакопитель, где осветляются и возвращаются на обогатительную установку для технологических нужд.

Дождевые воды загрязняются, в основном, за счет пылеуноса из котельной, сушильной и аспирационной установок, пунктов перегрузки угля, компрессорной. Основными загрязняющими компонентами являются взвешенные вещества, минеральные соли, нефтепродукты.

Для приёма шахтных вод на поверхности оборудованы два пруда – отстойника общим объёмом 320000 м³. Пруды размещены на расстоянии 1,5 км от центральной площадки шахты. Проектная пропускная способность прудов составляет 8707 тыс. м³/год. В первом пруду происходит очистка шахтных вод от взвешенных веществ. Затем вода перетекает во второй пруд для дальнейшего отстаивания. Осветлённая вода из второго пруда насосом подаётся в резервуар, расположенный на центральной промплощадке шахты. Из резервуара вода поступает на противопожарную защиту, предварительную дегазацию, охлаждение компрессорных установок, подпитку оборотной системы котельной и на тушение породного отвала.

Для нужд углеобогащения шахтная вода подаётся из того же резервуара непосредственно на установку. Водоснабжение обогатительной установки является оборотным. Флотоотходы сбрасываются в пруд-шламонакопитель объёмом 810 тыс. м³ и площадью 5,3 га. Затем вода поступает на фильтры, а оттуда - в пруд-осветлитель, из которого осветлённая вода возвращается в технологический цикл обогащения. Сброс воды из пруда-шламонакопителя и пруда-осветлителя не производится. Подпитка оборотной системы обогащения осуществляется за счёт шахтной воды.

Качественный состав сбрасываемых сточных вод приведен в таблице 1.

Таблица 1 - Качественный состав сбрасываемых шахтных вод

Наименование загрязняющего вещества	Содержание загрязняющего вещества в шахтной воде до прудов-отстойников, мг/дм ³	Содержание загрязняющего вещества после прудов-отстойников, мг/дм ³	ПДК (для водных объектов хоз.-пит. и культ.-быт. водопольз.), мг/дм ³
Взвешенные вещества	56,93	27,57	30
БПК-5	22,85	6,79	4,0
Фенолы	0,0018	0,0009	0,001
Хлориды	183,33	204,22	350
Сульфаты	964,43	1148,8	500
Железо общее	0,79	0,2439	0,2
Нитраты	1,07	0,57	45
Азот аммонийный	0,34	0,17	2,0
Нитриты	-	-	3,3
Хром (3)	0,1725	0,1219	0,05
Медь	0,015	0,0053	1,03
Марганец	0,001	0,00053	0,13
ХПК	90,1	27,32	15
Сухой остаток	2277,95	2671,4	1000
Нефтепродукты	0,31	0,04	0,3

Анализ данных, приведенных в таблице, показал, что после очистки в прудах отстойниках в воде наблюдается превышение по таким показателям как БПК-5 и ХПК, содержанию сульфатов, железа общего, хрома трёхвалентного и сухого остатка. Наибольшее превышение отмечено по сухому остатку - 2,67 ПДК, содержанию хрома (3) - 2,44 ПДК, сульфатам - 2,3 ПДК. Остальным загрязняющие вещества присутствуют в концентрациях, не превышающих установленных нормативов.

В соответствии с правилами охраны поверхностных вод от загрязнения возвратными водами, предприятия, сбрасывающие сточные воды с превышением установленных ПДК, обязаны разработать и реализовать водоохранные мероприятия, такие как своевременная чистка и ремонт водосборников, чистка от ила прудов-отстойников, лабораторный контроль за качеством сбрасываемых сточных вод, ведение первичного учёта водопотребления и водоотведения.

ФИТОНЦИДНЫЕ СВОЙСТВА НАСАЖДЕНИЙ НА УЧАСТКАХ С РАЗЛИЧНОЙ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКОЙ Г. ДОНЕЦКА

А.Н. Первий, Ю.Н. Ганнова

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

Изучена фитонцидная активность трех видов древесных растений, произрастающих в условиях урбанизированной среды, при воздействии на бактерию рода Bacillus Subtilis. По результатам опытов определено, какая из исследуемых растений г. Донецка владеет высокой фитонцидной активностью.

Ключевые слова: ФИТОНЦИДНАЯ АКТИВНОСТЬ, ДРЕВЕСНЫЕ РАСТЕНИЯ, УРБАНИЗИРОВАННАЯ СРЕДА, АГАР

Studied phytoncide activity of three species of woody plants growing in the conditions of the urban environment, when exposed to bacteria of the genus Bacillus Subtilis. According to the results of experiments to determine which of the test plants in Donetsk phytoncidic has high activity.

Keywords: PHYTONCIDE ACTIVITY, WOODY PLANTS, URBAN ENVIRONMENT, AGAR

Воздух в городах наполнен пылью, аэрозолями и дымом, поэтому изъятие токсичных ингредиентов из воздуха и почвы рассматривается как важное средство оптимизации городской среды. Для этого используют преимущественно технические средства - пылеуловители и фильтры, введение безотходных технологий производства. Как средство доочистки городской среды используют древесные насаждения, способны нивелировать неблагоприятные факторы природного и техногенного происхождения. Однако высокий уровень негативного воздействия приводит к ослаблению растений, поражению их вредителями и болезнями, снижению их производительности и жизнеспособности и, как следствие, к преждевременному старению и уменьшению долговечности. Поэтому в урбанизированной среде зеленые насаждения следует создавать только с участием наиболее адаптированных и выносливых древесных пород.

Повышение устойчивости и долговечности городских насаждений возможно на основе анализа состояния и жизнеспособности древесных растений в условиях техногенного загрязнения и отбора наиболее перспективных толерантных видов [1]. Формирование городских насаждений должно быть направлено на обогащение их видового состава.

В процессе развития растительного мира выработались особые свойства летучих веществ и тканевых соков растений. Эти вещества разнообразны по химической природе у разных растений и создают невосприимчивость, или как говорят, природный иммунитет растений к различным, заразным болезням. Эти вещества названы фитонцидами Б. П. Токиным [3].

Фитонциды - один из факторов естественного иммунитета растений, как высших, так и низших. Они обладают бактерицидными, фунгицидными и протистоцидными свойствами. Фитонциды могут также стимулировать жизнедеятельность тех или иных микроорганизмов, являющихся антагонистами патогенных для данного вида высших растений форм, что может играть роль иммунитета. Они токсичны для некоторых насекомых, клещей, травоядных и других животных; при определённых условиях они, вероятно, могут оказаться мутагенными факторами.

Фитонциды продуцируются неповреждёнными и механически ранеными тканями, а также возникают в ответ на инфицирование. Выделение фитонцидов различными органами одного и того же растения неодинаково. В зависимости от времени года и периода развития растение также обладает разными фитонцидными свойствами.

Целью данной работы является анализ сезонной фитонцидной активности древесных растений, относительно бактерии рода *Bacillus subtilis*, на участках произрастания с различной антропогенной нагрузкой.

В работе был использован биологический метод определения фитонцидной активности. Суть метода: в чашки Петри разливалась приготовленная питательная среда для культивирования микроорганизмов. Образец микроорганизма *Bacillus subtilis* подвергался разведению дистиллированной водой до суспензии 1:100 млн. Затем, приготовленная суспензия в объеме 0,5 см³ разливалась на питательную среду в чашки Петри. Далее в каждую чашку Петри закладывался образец растения навеской в 2 грамма. После приготовления проб все чашки направлялись в термостат, температура в котором составляла (33÷35) °С на 48 часов. После прорастания бактерии *Bacillus subtilis*, подсчитывалось количество выросших колоний микроорганизмов в чашках [2].

Объектами для выявления фитонцидной активности были выбраны 3 вида древесных растений из семейств Sapindaceae, Pinaceae, Salicaceae, а именно ель обыкновенная (*P. abies*); клен остролистный (*A.platanoides*); тополь пирамидальный (*P.pyramidalis*). Они были отобраны на участках с разной интенсивностью антропогенной нагрузки. Такими участками стали:

Участок №1 - район ПАО «Донецкий металлургический завод» - это участок, подвергающийся воздействию негативных факторов деятельности предприятия. В ходе металлургического цикла образуются газы, шламы, шлаки пыль. Особенно много пыли образуется при работе доменных, сталеплавильных, коксовых печей, агломерационных фабрик, заводов по обжигу извести. Деревья, расположенные на данном участке, играют защитную роль, поглощают вредные вещества и задерживая пыль, поступающие в атмосферу в результате деятельности предприятия. Именно этот участок отбора проб была выбрана непосредственно из-за высокой антропогенной нагрузки, оказываемой на произрастания растений.

Участок №2 - «Музыкальный парк», городской парк культуры и отдыха стадиона «Донбасс-Арена» - относительно чистая территория, потому что в данном районе нет промышленного предприятия.

Участок №3 - контрольная точка, Донецкий ботанический сад наиболее экологически чистый участок.

На диаграмме (рис.1) приведены сравнительные результаты исследований сезонной фитонцидной активности, относительно бактерии рода *Bacillus subtilis* в период 2015 и 2016 годов.

Данная диаграмма показывает, что фитонцидная активность большинства видов в течение вегетационного периода непостоянна. Более чётко выделяется этап, когда она достигает максимальных значений, этот период приходится на летние месяцы. В осенний период наблюдается спад фитонцидной активности, а весной – её нарастание. У клена остролистного и тополя пирамидального наоборот высокую фитонцидную активность показывают в осенний и летний месяцы, а на весенний период наблюдается ее спад.

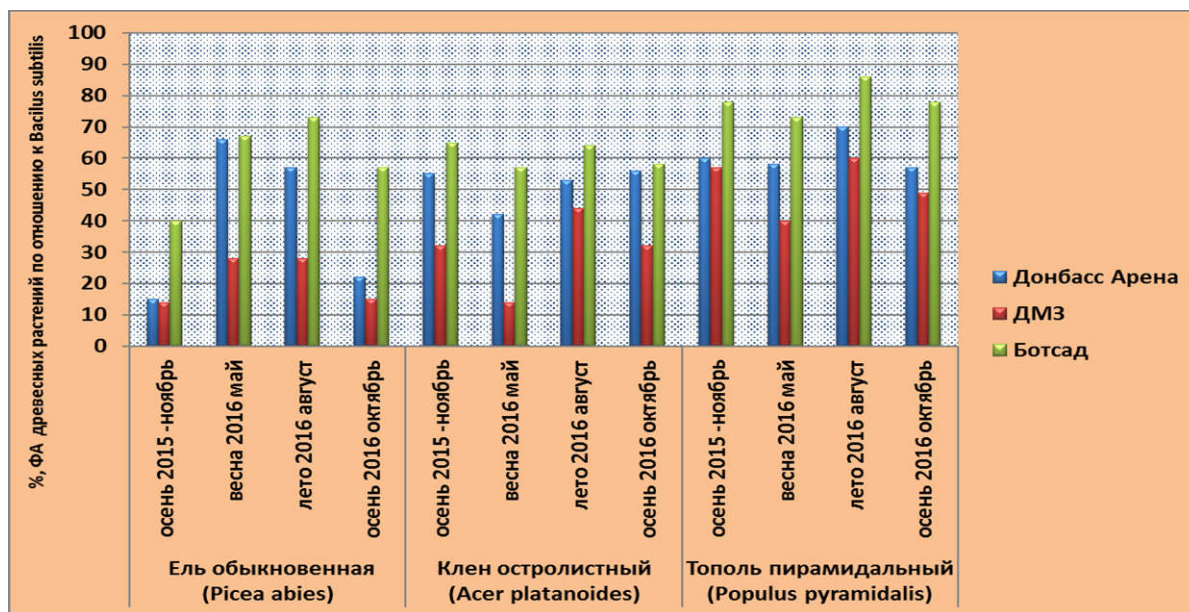


Рис. 1 – Сравнительные результаты исследований фитонцидной активности

Также, в ходе исследований было установлено, что ель обыкновенная проявляет наименьшую фитонцидную активность по сравнению с другими насаждениями, особенно на участке №1. Это связано с тем, что в местах повышенной концентрации аэрополлютантов (промышленные предприятия, автодороги) хвойные растения утрачивают свои декоративные качества: хвоя теряет естественный блеск, усыхает, преждевременно осыпается, отмечается усыхание отдельных ветвей [1]. Также ель обыкновенная относится к видам обладающим недостаточной или относительной газоустойчивостью в регионе [3].

Следовательно, фитонцидная активность древесных растений может быть использована как дополнительный показатель индикации степени загрязнения окружающей среды, а также как доказательство необходимости подбора растений - озеленителей промышленных и рекреационных зон города, с целью использования их и для улучшения качества жизни людей в промышленных районах.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Хижняк, Н.А. Фитонцидная активность древесных пород в условиях городской среды Донбасса / Н.А. Хижняк, К.А. Фельдберг // Тез. докл. VIII совещ. по проблеме фитонцидов. Киев, 1979. – 65 с.
2. Паниотова, Д.Д. Анализ фитонцидной активности древесных лиственных растений г.Донецка / Д.Д. Паниотова, Ю.Н. Ганнова // Матеріали XXIII Всеукраїнської наукової конференції аспірантів і студентів. – Донецьк, ДонНТУ – 2013. - 21 с.
3. Томчук, В.Н. Влияние загазованности воздуха на антимикробную активность древесных растений / В.Н. Томчук, А.С. Спахова, В.Н. Коновалова / Проблемы аллелопатии. Киев: Наук. думка, 1976. - 129 с.

ПЫЛЕФИЛЬТРУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ НЕКОТОРЫХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В Г. ДОНЕЦКЕ

А.В. Авдеева

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

Представлены результаты проведенных экспериментов по установлению способности некоторых древесных растений очищать воздух от вредных промышленных загрязнителей.

Ключевые слова: ОЧИСТКА ВОЗДУХА ДРЕВЕСНЫМИ РАСТЕНИЯМИ.

The results of experiments on the ability of some wood plants to clean air from harmful industrial pollutants are presented.

Keywords: AIR CLEANING WITH WOODY PLANTS.

Широкомасштабное антропогенное воздействие на природные экосистемы и биологические объекты особенно ощутимо в высокоурбанизированных промышленно развитых регионах.

Цель работы – проанализировать полученную информацию о пылегазопоглощающей способности древесных растений и возможности их использования в качестве фитоиндикаторов.

Территории подавляющего большинства промышленных предприятий Донбасса озеленялись в различные годы разнообразным ассортиментом растений силами цехов благоустройства. Эти случайные, часто массовые посадки разных видов древесно-кустарниковых растений, которые, как правило, проводились вблизи основных цехов и у административных зданий промышленных производств, позволяют, с одной стороны, оценить фитотоксичность эмиссий, с другой - определить степень устойчивости видов растений к определенному типу загрязнения среды. Более объективную информацию по этим вопросам можно получить, проводя опытные посадки в зонах рассеивания выбросов промышленных производств. Обследование состояния существующих насаждений, а также опытные посадки на промплощадках и прилегающих к ним участках позволяют рассматривать выбросы коксохимических производств Донбасса как наиболее фитотоксичные независимо от объема производства и применяемых средств улавливания отходов.

На территориях коксохимических производств и в зонах рассеивания их выбросов взаимодействие растений с поллютантами территориально не ограничивается промышленной площадкой. На промплощадках металлургических заводов также существуют локальные зоны класса взаимодействия поллютантов с растениями, однако они заметно меньше по площади, чем на территориях коксохимических производств. В этих зонах металлургических производств повреждаемость древесных растений меньшая, а продолжительность незавершенного онтогенеза более длительная, чем у растений того же вида в условиях коксохимического производства. Завершенный онтогенез с укороченными отдельными этапами развития свойствен многим видам растений, произрастающих на промплощадках металлургических заводов. К числу наиболее устойчивых видов относятся тополь канадский, тополь китайский, тополь черный, лох узколистный, робиния лжеакация, акация желтая, тамарикс ветвистый, бирючина обыкновенная.

Большинство исследуемых видов древесных растений интродуцированы в Донбассе, многие из них широко используются в практике озеленения городов и других населенных пунктов. Некоторые виды, такие, как робиния лжеакация, клен

ясенелистный и карагана древовидная, натурализовались в условиях Донбасса. Результаты наблюдений за растениями, произрастающими на территориях многих промышленных производств Донбасса, показывают, что отдельные виды обладают полиустойчивостью к различным типам загрязнения. К числу таких видов, в первую очередь, относится тополь канадский. Молодые, средневозрастные и даже старые генеративные деревья этого вида произрастают наиболее близко к точечным источникам эмиссий. Робиния лжеакация, бирючина обыкновенная, лох узколистный, вяз перистоветвистый и тамарикс ветвистый также отличаются полиустойчивостью к эмиссиям различных производств.

Характер повреждения листьев одного и того же вида выбросами разных производств определяется не столько различиями в качественном составе эмиссий, сколько концентрационными уровнями воздействия. При действии низких и умеренных концентраций поллютантов развиваются верхушечные, краевые и реже межжилковые хлорозы. Высокие токсичные концентрации поллютантов вызывают верхушечные, краевые, точечные, хаотичные некрозы, а при залповых выбросах - ожоги листьев. Воздействие токсичных концентраций на молодые растущие листья приводит к неравномерному развитию губчатой и столбчатой паренхим, что вызывает гофрированность листьев, особенно четко проявляющуюся у сирени обыкновенной и ясеня зеленого. Поражение периферийных участков, особенно верхушек молодых растущих листьев, может привести к изменению их естественной формы, развитию листьев в форме лодочки. Пораженные некротизированные участки листьев нередко отмирают и выпадают, что вызывает дырчатость листьев.

Таким образом, техногенное загрязнение окружающей среды в локальных районах рассеивания эмиссий различных промышленных производств Донбасса, являясь, по сути, нересурсным экологическим фактором для растений, лимитирующим их рост и развитие, выступают в качестве мощного средообразующего компонента.

Отсюда следуют важные практические выводы: во-первых, создавать декоративные насаждения из более устойчивых видов, и, во-вторых, использовать в качестве естественного фильтра газоустойчивые растения, обладающие высокой газопоглощательной способностью.

Определения накопления в листьях токсических элементов позволили составить сравнительную оценку очистной функции растений в конкретных условиях. Одно дерево, несущее на себе 10 кг, и кустарник - 3 кг листьев в расчете на сухую массу - накапливают за период май - сентябрь такое количество сернистого газа: тополь бальзамический - до 180 г, ясень зеленый - 170, вяз гладкий - 120, липа сердцелистная - 100, береза пушистая - 90, клен ясенелистный - 30, клен остролистный - 20, дерен белый - 45, сирень обыкновенная - 20, карагана древовидная - 18, жимолость татарская - 17, барбарис обыкновенный - 12, роза морщинистая - 8 и чубушник венечный - 6 г. Указанные различия в газонакоплении следует учитывать при подборе видов для зеленых насаждений вокруг промышленных предприятий.

Такой подход к оценке газопоглощательной способности растений применим для сравнительных целей. Однако он лишь частично отображает величину поглощаемых растениями фитотоксикантов. Дело в том, что в листовой пластинке фиксируется лишь небольшая часть поглощенных фитотоксикантов. Другая часть их вымывается из листа осадками, оттекает в другие органы, выделяется вместе с транспирируемой водой в окружающий воздух. Поэтому газоочистная способность растений может быть оценена с помощью балансового метода, который предусматривает учет всех форм поступления токсических веществ в растительный организм, фиксации и удаления из него. Практическое применение балансового метода для этой цели оказалось весьма сложной

задачей ввиду больших методических трудностей точного определения части фитотоксикантов, поглощенных листьями и корнями в условиях загрязненных атмосферы и почвы, изменчивости включения их в метаболизм и оттока в другие органы. Кроме того, каждому виду, а также особи в зависимости от конкретных условий свойственна динамичность соотношения количества фиксируемого в листе и удаляемого из него фитотоксиканта. Вследствие отмеченных трудностей на первых порах для ориентировочной общей оценки газопоглощительной способности растений можно ограничиться применением упрощенного балансового уравнения, учитывающего средние показатели основных форм накопления и расходования токсических газов в условиях различной задымленности атмосферы.

Динамика поглощения и предельная величина накопления листьями токсических веществ из воздуха определяются многими факторами, среди которых ведущее значение имеют, с одной стороны, концентрация и время поглощения фитотоксикантов из воздуха, а с другой - емкость безвредного накопления их растениями. Эти величины можно легко определить периодическим учетом содержания фитотоксикантов в листьях и других органах растений. Этим же способом можно выявить динамику поступления их в другие органы.

Таким образом, оценка газопоглощительной способности растений может быть произведена на основании данных фактического накопления фитотоксикантов из воздуха листьями каждого вида растений с учетом выделения их в атмосферу, вымывания осадками и оттока в другие органы. Ввиду изменчивости частоты выпадения осадков в различных природных зонах и в отдельные годы фактическое отфильтровывание воздуха растениями только от этого фактора будет изменяться в широких пределах. Не меньшие изменения вносит различная емкость безвредного накопления фитотоксикантов каждым видом растений, произрастающим в зоне задымления. На основании данных учета динамики накопления соединений фтора, хлора и серы основными местными видами растений в каждой природной зоне с учетом средних величин оттока их из листьев в другие органы и вымывания осадками нами произведены ориентировочные расчеты суммарного поглощения ими газообразных фитотоксикантов. Эти расчеты показывают, что в лесостепной зоне 1 кг листьев в расчете на сухое вещество за вегетационный период накапливает из воздуха сернистый газ в таких количествах: белая акация - 69 г, вяз гладкий - 39, лох узколистный - 87, тополь черный - 157. Взрослое дерево формирует на себе в среднем 10 кг листьев, а кустарники - 3. На 1 га средневозрастного древостоя в среднем формируется 4 т сухой массы листьев. К тому же, если принять, что средняя величина накопления токсических газов составляет всеми видами 100 г сернистого газа на 1 кг листьев, 25 хлористого водорода и 5-6 г фторидов, то на этом основании легко рассчитать суммарное поглощение древостоем с учетом участия в нем каждого вида. Выполненные нами расчеты показывают, что 1 га лесных насаждений способен без заметного вреда для себя поглотить из воздуха 400 кг сернистого газа, 100 хлоридов и 20-25 кг фторидов.

Скорость осаждения двуокиси серы на сухие кроны деревьев, определенная в полевых экспериментах с использованием радиоактивных трассеров, может изменяться от 0,001 до 0,006 м/с. По-видимому, высокие значения скорости осаждения двуокиси серы, обусловлены значительным влиянием поглощения этой атмосферной примеси почвой.

Несмотря на значительную сложность процессов поглощения газообразных примесей атмосферы растениями, в настоящее время можно считать, что роль растений в этих процессах является существенной.

ИНДИКАТОРНЫЕ ШКАЛЫ *CICHORIUM INTYBUS* L. ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Д.В. Киселева

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

Рассмотрены возможности проведения индикационного мониторинга с помощью экологических шкал на примере Cichorium intybus L.

Ключевые слова: ИНДИКАТОРНЫЕ ШКАЛЫ, МОНИТОРИНГ, CICHORIUM INTYBUS L.

The possibilities of conducting indicator monitoring with the help of ecological scales are considered on the example of Cichorium intybus L.

Keywords: INDICATOR SCALES, MONITORING, CICHORIUM INTYBUS L.

Развитие методов фитоиндикации имеет длительную историю, от глубокой древности, когда направленный поиск полезных растений связывался с определенными местообитаниями, до широкого применения в наши дни дистанционных методов изучения биосферы. До сих пор не существует четкой классификации подходов в самой фитоиндикации. Фитоиндикация может осуществляться на разных уровнях организации растений: клеточном, анатомо-морфологическом, организменном, популяционном, фитоценотическом, синтаксономическом и ландшафтном. С повышением уровня организации фитоиндикаторов повышается сложность их реакций, т.к. цепочка «причина-следствие» (индикатор-индикат) удлиняется, усложняются их взаимосвязи с факторами среды в экосистеме. Интенсивная разработка теоретических и методических проблем фитоиндикации, включая использование шкал, проводится в Западной Европе.

Наблюдается дальнейшая дифференциация фитоиндикации в зависимости как от специфики индикаторов, так и условий или факторов, которые индицируются. Для оценки экологических факторов (климатических, эдафических и др.) используются фитоиндикационные шкалы. Методика их построения основывается на том принципе, что каждый элемент флоры может произрастать только в определенном диапазоне экологических условий, ограниченном минимальными и максимальными значениями фактора, и благодаря чему рассматривается как индикатор условий среды. Фитоиндикационные исследования на современном этапе находятся на таком уровне интенсивного развития, когда новые подходы, разработка новых методов в значительной степени изменяют объем и суть самого понятия, его определения. Существует много шкал, которые дают характеристику или определяют экоморфическую принадлежность объекта с помощью порядкового номера режима в шкале фактора (однозначные определения), или амплитуду толерантности видов, охарактеризованную ее крайними значениями (двузначные определения). В строгом понимании шкала – это правило, по которому каждому эмпирическому объекту присваивается определенный математический объект (обычно число или символ). Существует несколько типов шкал, которые в большей или меньшей степени распространены в биологических науках. Шкалы отношений служат для измерения всех экстенсивных особенностей (длина, площадь, масса, объем, сила, вес и др.). К измерениям, выполненным по этому типу шкал, можно использовать все возможные математические операции и методы статистического анализа. Оценка одного и того же явления или фактора может осуществляться с помощью шкал, принадлежащих к

разным типам – от шкал порядков до шкал отношений. Десятибалльная шкала является аддитивной и может подвергаться математической обработке. Методологические подходы, методы фитоиндикации и конкретные примеры их использования раскрывают большие перспективы этого научного направления.

Нами предложена методика создания шкал структурной пластичности растений-индикаторов металлопрессинга техногенно трансформированных экотопов Донбасса в шести аспектах.

1. Индикационные шкалы по степени деформации (или трансформируемости) структурных элементов, например, базовых эпидермальных клеток *Cichorium intybus* L. (табл. 1), *Plantago major* L.

Таблица 1 – Шкалы варьирования показателей структурной пластичности листовых пластинок *Cichorium intybus* L.

№ интервала (индекс)	Показатели					
	ДЕК *	ТК, мкм	ДПК, шт./мм ²	ППТ, шт./мм ²	СТ, %	ЗТ, %
1	>2,00	<0,85	<5,00	<5,00	<2,50	<2,00
2	2,00-1,76	0,85-0,89	5,00-7,49	5,00-7,49	2,50-4,99	2,00-3,99
3	1,75-1,51	0,90-0,99	7,50-9,99	7,50-9,99	5,00-7,49	4,00-5,99
4	1,50-1,26	1,00-1,09	10,00-12,49	10,00-12,49	7,50-9,99	6,00-7,99
5	1,25-1,01	1,10-1,19	12,50-14,99	12,50-14,99	10,00-12,49	8,00-9,99
6	1,00-0,76	1,20-1,29	15,00-17,49	15,00-19,99	12,50-14,99	10,00-11,99
7	0,75-0,51	1,30-1,39	17,50-19,99	20,00-24,99	15,00-17,49	12,00-13,99
8	0,50-0,31	1,40-1,49	20,00-22,49	25,00-29,99	17,50-19,99	14,00-15,99
9	0,30-0,21	1,50-1,59	22,50-24,99	30,00-34,99	20,00-22,49	16,00-17,99
10	≤0,20	≥1,60	≥25,00	≥35,00	≥22,50	≥18,00

* Примечание: ДЕК - степень деформированности базовых эпидермальных клеток;

ТК – толщина кутикулы;

ДПК – количество деформированных устьичных комплексов на мм²;

ППТ – частота встречаемости простых покровных трихом;

СТ – частота встречаемости специализированных простых трихом;

ЗТ – частота встречаемости секреторных трихом.

2. Шкалы по абсолютным размерам отдельного слоя, ткани или специфического образования, например, толщина кутикулярного слоя листовой пластинки *C. intybus*, *P. major*, толщина слоя склеренхимы плодов *C. intybus*, *Tripleurospermum perforatum* (Merat) M.Laipz, *Tanacetum vulgare* L., *Taraxacum officinale* Webb. ex Wigg., *Tragopogon major* Jacq., *Achillea collina* Becker ex Reichenb.

3. Шкалы частоты встречаемости неспецифических или специфических образований (появления новообразований) вследствие пайноморфной реакции на поллютостресс, например, частота встречаемости железистых трихом листовой пластинки *C. intybus*, *P. major*, частота встречаемости треугольных полярных утолщений пыльцевых зерен *C. intybus*, тератные проявления в соцветиях видов рода *Populus* L.

4. Шкалы пластичности по степени специализации или углубленной дифференциации, например, специализация трихом ретортообразного типа листовой пластинки *C. intybus*.

5. Шкалы по сборным индексам, например, индекс деформированности терминальной флоэмы листа, индекс гетерогенности трахеальных элементов *C. intybus*,

P. major L., степень дефектности пыльцевых зерен *Dactylis glomerata* L., *Bromus arvensis* L. и *Bromopsis inermis* (Leys.) Holub.

6. Шкалы общей вариабельности (табл. 2, 3), например, вариабельность скульптурирования или орнаментации пыльцевых зерен *C. intybus*, *T. perforatum*, *T. vulgare*, *Berteroa incana* (L.) DC., *Echium vulgare* L., *Reseda lutea* L.

Таблица 2 – Шкалы варьирования показателей структурной пластичности пыльцевых зерен *Cichorium intybus* L.

№ интервала (индекс)	СДП*	ШПС, %	ТПС, %	АБЛ, %
1	<2,50	<2,00	<1,00	<1,00
2	2,50-4,99	2,00-3,99	1,00-1,99	1,00-2,49
3	5,00-7,49	4,00-5,99	2,00-2,99	2,50-4,99
4	7,50-9,99	6,00-7,99	3,00-3,99	5,00-7,49
5	10,00-12,49	8,00-9,99	4,00-4,99	7,50-9,99
6	12,50-14,99	10,00-11,99	5,00-5,99	10,00-12,49
7	15,00-17,49	12,00-13,99	6,00-6,99	12,50-14,99
8	17,50-19,99	14,00-15,99	7,00-7,99	15,00-17,49
9	20,00-29,99	16,00-17,99	8,00-8,99	17,50-19,99
10	≥30,00	≥18,00	≥9,00	≥20,00

* Примечание:

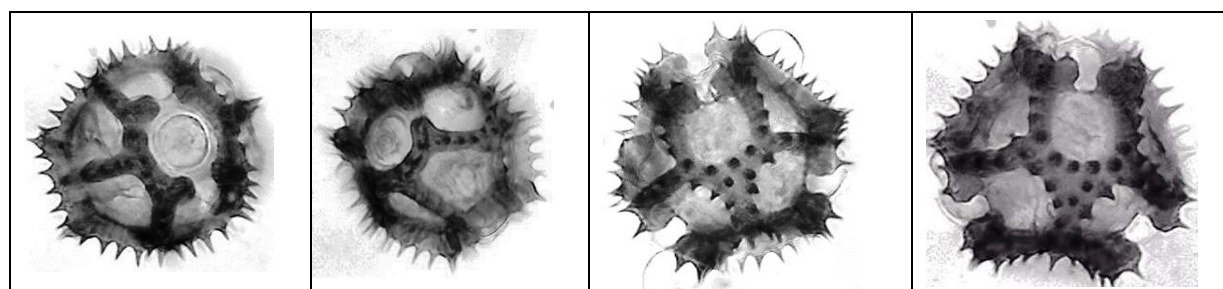
СДП – степень дефектности пыльцы *Cichorium intybus* L. (шкала едина для условий всех красителей, в таблице представлены значения при окрашивании метиленовым синим;

ШПС - частота шестигранных полярных утолщений;

ТПС - частота встречаемости треугольных полярных утолщений;

АБЛ - частота встречаемости пыльцевых зерен с атипичным строение лакун.

Таблица 3 – Качественная вариабельность скульптурирования пыльцевых зерен *Cichorium intybus* L.



Поскольку метод основан на хорошем знании эколого-биологических особенностей видов, то для его развития и усовершенствования необходимо как углубление и уточнение существующих шкал, приспособление балльных оценок к абсолютным показателям, так и разработка новых шкал, в частности, по отношению видов к калию, фосфору в почве, тяжелых металлов и других элементов и их соединений.

ARTEMISIA ARMENIACA LAM., КАК ЭФИРОМАСЛИЧНОЕ РАСТЕНИЕ – ОХРАНА И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

С.Г. Ржевский

Воронежский государственный университет

В докладе рассматривается состав эфирного масла Artemisia armeniaca, оцениваются перспективы применения и охраны данного вида.

Ключевые слова: ПОЛЫНЬ АРМЯНСКАЯ, ЭФИРНЫЕ МАСЛА, ГАЗОВАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ

The report examines the composition of the essential oil of Artemisia armeniaca, discusses the prospects of application and protection of the species.

Keywords: ARTEMISIA ARMENIACA, ESSENTIAL OILS, GAS CHROMATOGRAPHY

Представители рода *Artemisia* L. относятся к эфиромасличным растениям, содержащиеся в них масла представляют собой многокомпонентные смеси летучих органических продуктов метаболизма. Некоторые виды полыни успешно применяются в медицине, однако хорошо исследованным, занесенным в государственную фармакопею Российской Федерации является только вид *A. absinthium*. К относительно мало исследованным рода *Artemisia* относится полынь армянская (*A. armeniaca*) – редкий и охраняемый вид, занесенный в региональные Красные книги, в том числе – Красные книги регионов Центрального Черноземья (ЦЧР) и Донецкой области.

Установлено, что *A. armeniaca* имеет ареал, охватывающий Восточную Европу, юг западной Сибири, южный Кавказ, запад Ирана и восточную часть Малоазиатского полуострова. Северо-западная граница фрагмента ареала, приуроченного к Восточной Европе, проходит через Днепропетровскую и Херсонскую области [1]. Есть сведения об обнаружении данного вида в окрестностях Горловки в Донецкой области [2].

В Красных книгах ЦЧР полынь армянская и широколистная относятся к категории III, включающей редкие виды, то есть виды с естественной низкой численностью, либо категории II, включающей уязвимые виды, которые характеризуются неуклонно сокращающейся численностью, и при дальнейшем воздействии факторов, снижающих численность, могут в короткие сроки попасть в категорию находящихся под угрозой исчезновения.

Ранее были проведены исследования, показывающие состав эфирного масла (ЭМ) полыни армянской, собранной на территории Ирана и Северного Азербайджана. Результат показал наличие биоактивных веществ, таких, как α -вербенол, спатуленол, α -пинен и др. [3]. Однако, практика показывает, что композиция компонентов ЭМ для одного вида может варьировать в зависимости от места произрастания, климатических условий, времени сбора сырья. В связи с этим определенный интерес представляет изучение состава ЭМ *A. Armeniaca*, собранной на территории ЦЧР. Оценка содержания биоактивных веществ позволит означить перспективы использования данного вида, обосновать его ценность и необходимость охраны.

Объектом исследования являлось сырье, заготовленное в Липецкой области летом 2016 года. Экземпляры изучаемых видов были собраны во время цветения, без одревесневших частей растения, и использовали в свежем виде.

Эфирное масло выделялось с использованием прибора Гинзберга. Цена деления приемника для эфирного масла составляла 0,025.

Для определения качественного состава и количественного содержания отдельных компонентов ЭМ изучаемых видов полыни, полученные образцы ЭМ в

количестве около 7,0 мг растворяли в 1,0 мл хлористого метилена. Анализ проводился на хроматографе Agilent 7890B GC System с детектором масс Agilent 5977A MSD. Описания веществ были взяты из открытой базы данных PubChem, интернет ресурса, расположенного по адресу <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>.

Следует учесть, что приведенные в данной работе количественные результаты не в полной мере отражают абсолютное содержание компонентов проанализированных ЭМ, что связано с особенностями методики. Полученные значения отражают пропорцию относительного содержания компонентов в ЭМ, что позволяет аранжировать данные по величине концентрации и составить диаграммы.

Из травы полыни армянской было получено ЭМ, представляющее собой маслянистую жидкость желтовато – лимонного цвета со специфическим приятным запахом. Количественное содержание ЭМ в свежей траве полыни армянской составило 0,25%. В ЭМ полыни армянской выявлено присутствие 31 компонента, из которых идентифицированы 28 соединения.

Среди идентифицированных компонентов по концентрации преобладают следующие вещества: β -мирцен, валеранон α -оцимен, сабинен, 2-туен, α -пинен. Исходя из расчетов по соотношению пиков на масс-хроматограмме, содержание этих веществ составляет 66,36% от общего состава, еще 26,32% приходится на вещества, находящиеся в низкой концентрации (>5%), кроме того, 7,32% состава остались не идентифицированными. Результат представлен на диаграмме, на рисунке 1.

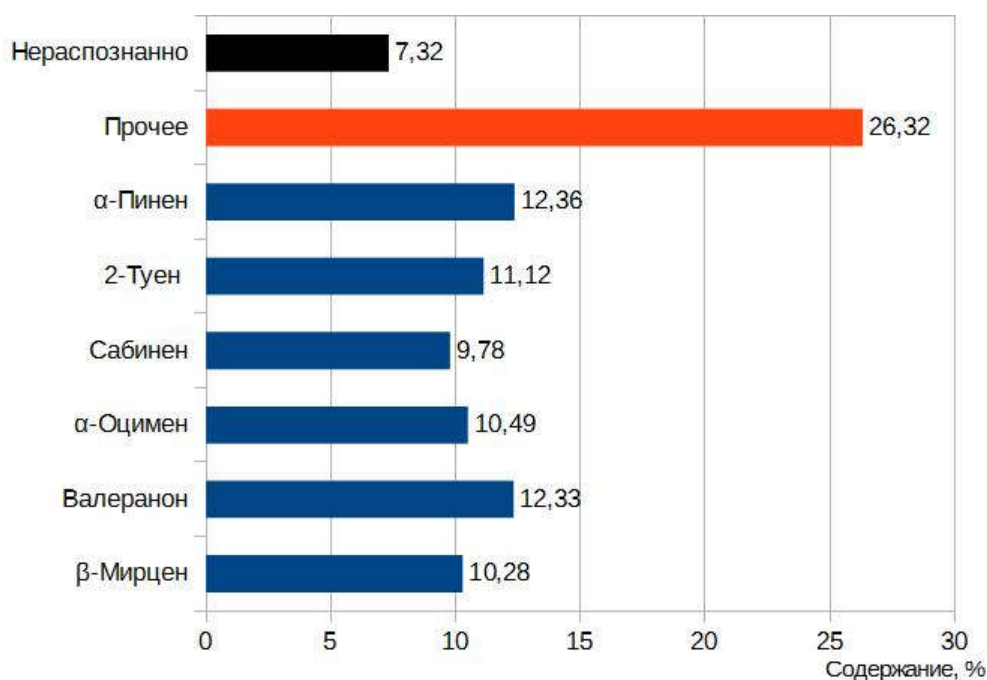


Рис. 1 - Содержание основных компонентов в эфирном масле *A. armeniaca*

При сравнении с результатами анализа ЭМ, полученными в предыдущих исследованиях, [3] наблюдается соответствие по некоторым преобладающим компонентам (α -пинен, β -мирцен), в то же время показаны характерные отличия состава ЭМ полыни армянской, собранной на территории ЦЧР (высокая концентрация валеранона, 2-туена, α -оцимена).

Проведенное исследование показывает, что полынь армянская содержит эфирное масло в достаточной концентрации для выделения и исследования, его состав

включает, как свойственный для других представителей рода, так и специфические компоненты, являющиеся биоактивными веществами. Структурные формулы некоторых из них приведены на рисунке 2.



Рис. 2 - Структурные формулы некоторых компонентов эфирного масла *A. armeniaca*

Богатый состав ЭМ делает исследуемый вид перспективным для применения в фармацевтической промышленности. Кроме того, масло имеет характерный приятный запах, что делает его пригодным для использования в изготовлении парфюмерной продукции. Однако в настоящий момент данный вид является редким и малоизученным, его популяции в европейской части Российской Федерации сокращаются, сохраняясь преимущественно на особо охраняемых природных территориях. Проблема осложняется тем, что в условиях Центрального Черноземья полынь армянская размножается преимущественно вегетативно, половое размножение затруднено, в некоторых популяциях семена не завязываются. Для сохранения вида необходимо принятие комплекса мер, включающего мониторинг популяций, уменьшение вредного антропогенного воздействия, рекультивация вида в ботанических садах, создание семенных коллекций. Параллельно с этим необходимо проведение исследований фотохимических свойств растения и дальнейшую оценку перспектив его медицинского использования.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Бойко А.В. Особенности распространения видов рода *Artemisia* L. флоры Украины / А.В. Бойко // Промышленная ботаника. – 2013, вып. 13. – С. 73-79.
2. Червонна книга Донецької області. Рослинний світ. – Донецьк, 2010. – С. 38.
3. Mojarrab M. Afshar, Chemical composition and general toxicity of essential oils extracted from the aerial parts of *Artemisia armeniaca* Lam. and *A. incana* (L.) Druce growing in Iran /M. Mojarrab, A. Delazar, S. Esnaashari, F. Heshmati // Research in Pharmaceutical Sciences, Feb. 2013; 8(1): – P. 65-69.

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЭКОТОПОВ С ПОМОЩЬЮ *RESEDA LUTEA* L.

А.Л. Золотой, А.И. Сафонов

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

Проанализированы основные особенности строения Reseda lutea L., которые указывают на неблагоприятные для роста и развития вида параметры среды. Разработана шкала для комплексной оценки состояния промышленных экотопов.

Ключевые слова: МОРФОГЕНЕЗ, ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ, ФИТОИНДИКАЦИЯ, ПРОМЫШЛЕННЫЕ ЭКОТОПЫ

Analyzes the main features of the structure Reseda lutea L. which indicate unfavorable to the growth and development of species of environment settings. The scale for a comprehensive assessment of the state of industrial ecotypes was developed.

Keywords: MORPHOGENESIS, FUNCTIONAL CHANGES, PHYTOINDICATION, INDUSTRIAL ECOTOPES

Биоиндикаторы позволяют оценить качество окружающей среды, а также выявить ее специфические особенности, связанные с антропогенной нагрузкой, которая влияет на условия обитания различных организмов и приводит к сокращению их разнообразия. Поэтому, исследования в данном направлении являются актуальными.

Reseda lutea L. – вид растений, имеющий широкую экологическую амплитуду, о чем свидетельствует специфика регистрации данного вида в природных и техногенных экотопах Донбасса. Также, *R. lutea* имеет определенную морфопластичность, о чем свидетельствуют ее морфофизиологические изменения под влиянием антропогенных условий окружающей среды. В связи с этим, *R. lutea* является подходящим видом для экологических исследований.

Также актуальность определяется еще и отсутствием комплексного исследования антропогенно трансформированных экотопов с помощью структурных особенностей *R. lutea*. Подобные исследования регионально апробированы для *R. lutea* и доказана индикаторная способность вида: показаны некоторые аномалии в генеративной и вегетативной сферах *R. lutea* в различных местах произрастания (срастания лепестков цветка, недоразвитие гинецея, срастания чашелистиков, нарушение архитектоники соцветий и др.) [1,2].

Цель работы – определить состояние промышленных экотопов г. Донецка с помощью индикаторных структурных характеристик *R. lutea*.

Для достижения цели работы были поставлены следующие задачи: 1) проанализировать биоморфологические показатели *R. lutea* в промышленных экотопах г. Донецк; 2) выявить функциональные отклонения листа, связанные с повышенной антропогенной нагрузкой; 3) исследовать выборки на нормальное распределение данных; 4) разработать шкалу для комплексной оценки состояния промышленных экотопов.

Сбор материала осуществляли в следующих зонах: зона контроля (территория, прилегающая к Донецкому ботаническому саду); селитебная зона (ул. Розы Люксембург, ул. Артема, ул. Щорса); зона путей связи (Путиловский автовокзал, Южный автовокзал); зона, прилегающая к городским ставкам (парк им. Щербакова, городские ставки).

Структурный анализ листовой пластинки *R. lutea* показал, что в строении листа наиболее значимыми для данной серии фитоиндикационных исследований являются

ширина и форма листовой пластинки, количество жилок, специфика расположения склеренхимы, толщина и степень извилистости клеток этой ткани.

Показатель толщины слоя хлорофиллоносной паренхимы при этом является интегрированным отражением показателя ксерофитизации, в данном случае индикатором стресс-условий. Достоверно установлено, что в условиях повышенной антропогенной нагрузки этот показатель уменьшается.

В ходе исследований были отмечены повреждения листа, появление которых связано с повышенной антропогенной нагрузкой. Основными причинами поражения листовой пластинки служили выхлопные газы автомобилей, сернистый ангидрид (SO_2), окислы азота (NO), соединения фтора и озон (O_3).

Выхлопные газы вызывают образование ожогов на листьях, преждевременное усыхание и опадение листьев [3]. Поражения такого рода были обнаружены на листовых пластинках растений, произраставших в пределах зоны путей связи (встречались у 28 % растений), в пределах селитебной зоны (у 22 % растений), в пределах зоны, прилегающей к городским ставкам (у 6 % растений) и в зоне контроля (4 % растений).

Под влиянием сернистого ангидрида, на листьях образуются некротические пятна, белесые светло-бурые по краям листа и между жилками [3]. Такие образования были обнаружены на листовых пластинках растений, произраставших в пределах зоны путей связи (встречались у 18 % растений) и в пределах селитебной зоны (у 8 % растений). В пределах зоны контроля и зоны, прилегающей к городским ставкам, подобных повреждений обнаружено не было.

У растений, пораженных окислами азота, наблюдаются буро-черные пятна, равномерно разбросанные на листовой пластинке. Поражения такого рода были обнаружены на листовых пластинках растений, произраставших в пределах зоны путей связи (встречались у 22% растений) и в пределах селитебной зоны (у 14 % растений). В пределах зоны контроля и зоны, прилегающей к городским ставкам, подобных функциональных отклонений обнаружено не было.

У растений, пораженных соединениями фтора, имеются поврежденные листья по периферии и на кончиках содержатся черно-коричневые обугленные участки. Такие повреждения были обнаружены на листовых пластинках растений, произраставших в пределах зоны путей связи (встречались у 6% растений). В пределах зоны контроля, селитебной зоны и зоны, прилегающей к городским ставкам подобных заболеваний обнаружено не было.

Под влиянием озона нарушается проницаемость клеточных мембран, на листьях появляется водное набухание. Нижняя поверхность листьев приобретает серебристый или бронзовый оттенок, а верхняя покрывается пятнами. Особенности такого рода были обнаружены на листовых пластинках растений, произраставших в пределах зоны путей связи (встречались у 6% растений). В пределах зоны контроля, селитебной зоны и зоны, прилегающей к городским ставкам, подобных отклонений обнаружено не было.

Наибольшая частота образования аномальных цветков характерна для растений, произрастающих в зонах путей связи.

Наиболее распространенными аномалиями в цветке являются позеленение цветков (26%); увеличение количества чашелистиков в цветке (6%); уменьшение количества чашелистиков (8%); недоразвитие гинецея (6%); уменьшение количества лепестков (4%).

Тератные изменения характерны не только для цветков, но и для соцветий. Наиболее сильно изменяется архитектура соцветий у растений, произраставших в зонах путей связи (16%). Для селитебной зоны, а также зоны, прилегающей к

городским ставкам, нарушения составляют 8% и 4% соответственно. В зоне контроля, тератных изменений архитектуры соцветий выявлено не было.

При определении показателя СДП (степени дефектности пыльцевых зерен) было установлено, что для контрольных участков этот показатель не превышал 3,4% от общего количества пыльцы, в условиях селитебных экотопов варьировал от 6 до 17 %, а для путей сообщений – 28 до 60%, что указывает на типичную трансформацию в мужской генеративной сфере при увеличении степени антропогенной нагрузки в урбанистической среде и в промышленных зонах. Такой показатель удобен для интерпретации комплексной характеристики токсического уровня в среде, показатели которого часто сопряжены со степенью трансформации экотопа.

Также, встречаются признаки морфологии плодов, нетипичные для данного вида, а именно вариативность окраски плодов; нетипичная форма плодов; уменьшение количества плодолистиков (в норме - 3, в нетипичных случаях - 2).

Исследование выборок показало, что нормальность распределения значений во всех случаях характерна для растений, произрастающих в зоне контроля и в зоне, прилегающей к городским ставкам. Выборки данных, полученные в селитебной зоне и в зоне путей связи, имеют нарушенную нормальность распределения. Следовательно, имеется взаимосвязь между антропогенной нагрузкой и показателем распределения выборки (данные выборок в менее загрязненных экотопах тяготеют к нормальности в большей степени, чем данные выборок, полученных в антропогенных экотопах).

Также была разработана шкала для комплексной оценки состояния промышленных экотопов. Учитывали все вышеперечисленные показатели. Состояние промышленных территорий оценивали в относительных условных единицах. Для того, чтобы рассчитать их значение, каждый показатель был переведен из процента в десятичную дробь. После этого рассчитывали коэффициент как совокупность всех показателей для каждой из исследуемых территорий. В качестве контроля взяты следующие параметры и условия: 1) малонарушенные экотопы – значение составляет не более 0,5; 2) экотопы, имеющие нарушения среднего уровня – значение составляет от 0,5 до 1,0; 3) сильно нарушенные экотопы – значение составляет более 1,0.

Были получены следующие результаты: для зоны контроля коэффициент составляет 0,35; для селитебной зоны коэффициент составляет 0,74; для зоны путей связи коэффициент составляет 1,6; для зоны, прилегающей к городским ставкам, данный коэффициент составляет 0,6. Следовательно, можно сделать вывод, что наибольшая антропогенная нагрузка характерна для зоны путей связи, а наименьшая – для зоны контроля. Для селитебной зоны и зоны, прилегающей к городским ставкам, характерен средний уровень антропогенной нагрузки.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Золотой, А.Л., Сафонов А.И. Фитоиндикация промышленных экотопов на примере *Reseda lutea* L. / А.Л. Золотой, А.И. Сафонов. – Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2016. – 57 с.

2. Золотой, А.Л., Сафонов, А.И. *Reseda lutea* L. как индикатор состояния различных промышленных экотопов / А.Л. Золотой, А.И. Сафонов. – Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов: сборник докладов IX Международной научной конференции аспирантов и студентов / ДонНТУ, ДонНУ. – Донецк: ГВУЗ «ДонНТУ», 2015. – С. 302-304.

3. Семенкова, И.Г., Соколова, Э.С. Фитопатология: учебник для студ. вузов / И.Г. Семенкова, Э.С. Соколова. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 480 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ БИОКОМПЛЕКСОВ МАКРОФИТОВ ДЛЯ ФИТОРЕМЕДИАЦИОННЫХ РАБОТ ПО ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД

Е.А. Петракова, Л.Н. Анищенко

Брянский государственный университет им. академика И.Г. Петровского

В докладе представлены результаты исследований поглотительной способности погруженных макрофитов по отношению к тяжелым металлам. Освещены сорбционные возможности различных растительных моделей, состоящих из одного, двух и трех видов макрофитов.

Ключевые слова: ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД, НИКЕЛЬ, КОБАЛЬТ, МАКРОФИТЫ.

The report presents the results of studies of the absorptive capacity of immersed macrophytes in relation to heavy metals. Sorption capabilities of various plant models, consisting of one, two and three types of macrophytes, are described.

Key words: WASTEWATER TREATMENT, NICKEL, COBALT, MACROPHYTES.

В ходе многократных камеральных исследований поглотительной способности различными макрофитами тяжелых металлов было выявлено, что лучшие результаты биоочистки достигаются в случае использования погруженных видов водных растений (1). Цель работы – выявление поглотительной способности водных макрофитов в модельных биоконкомпексах. В ходе проведения экспериментов устанавливалась точная концентрации элементов группы тяжелых металлов (ТМ) после экспозиции макрофитов в модельные растворы, содержащие растворимые соли ТМ с заданной концентрацией, приблизительно равной ПДК токсиканта в питьевой воде. Далее снимались пробы воды с интервалом в 3 суток с целью установления остаточной концентрации ТМ.

В таблице 1 приведены срезовые данные различных экспериментов с роголистником погружённым (*Ceratophyllum demersum* L.), семейство Роголистниковые (*Ceratophyllaceae*) и элодеей канадской (*Elodea canadensis* L.), семейство Водокрасовые (*Hydrocharitaceae*), полученные методами спектрофотометрии и атомно-абсорбционной спектрометрии. Как правило, на двенадцатые сутки эксперимента наблюдается минимальная остаточная концентрация ТМ в растворе, а десорбция ТМ вновь в раствор незначительна или отсутствует.

Таблица 1 – Изменение концентрации ТМ после экспозиции макрофитов

Остаточная концентрация ТМ	<i>Ceratophyllum demersum</i>		<i>Elodea canadensis</i>	
	1 сутки	12 суток	1 сутки	12 суток
Никеля (мг/л)	4,097	0,360	2,050	0,527
Свинца (мг/л)	3,850	0,021	3,850	0,009
Кобальта (мг/л)	1,9765	0,0093	1,9765	0,0093
Цинка (мг/л)	2,050	0,043	2,050	0,127

Опытные данные показывают интенсивное поглощение макрофитами элодеей и роголистником из модельных растворов ионов никеля, кобальта, свинца и цинка, концентрация которых значительно превышает ПДК для питьевой воды. Так, в опыте с роголистником, концентрация никеля на 12 сутки снизилась в 11,4 раза, концентрация свинца в 183,3 раза, концентрация кобальта в 212,5 раз, цинка 47,6 раза. В опыте с элодеей канадской отмечены следующие изменения остаточной концентрации: для никеля снижение концентрации в 3,88 раз, для свинца в 427,7 раз, для кобальта в 212,5 раз, для цинка в 16,14 раз.

Полученные данные позволяют предположить, что использование данных макрофитов в очистке сточных вод совместно в виде биокомплекса приведет к максимально эффективной фиторемедиации. С этой целью нами проведены камеральные исследования с одно-, двух- и трехвидовыми биокомплексами макрофитов. В дополнение к ранее изученным видам также определена поглотительная способность рдеста Берхтольда (*Potamogeton berchtoldii* Fieb.), семейство Рдестовые (*Potamogetonaceae* L.).

В качестве модельных, использовали растворы солей никеля, цинка, кобальта, концентрацией 2 мг/л. В стеклянные колбы с растворами ТМ экспонировали макрофиты (масса $1.5 \pm 0,2$ г.). Измерения производили в трех повторностях. Результаты эксперимента с солями никеля представлены на рисунке 1.

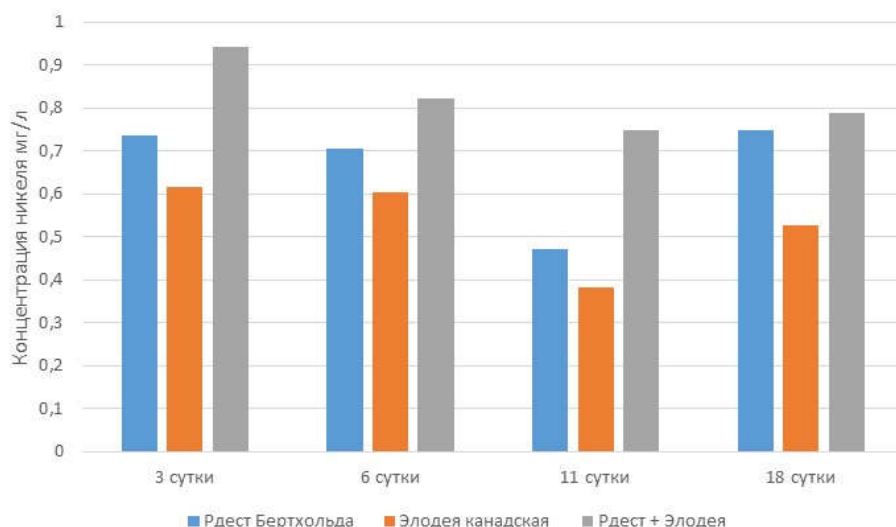


Рис.1 - Изменение остаточной концентрации никеля

Данные эксперимента подтверждают снижение концентрации никеля после экспозиции макрофитов. На третьи сутки концентрация ТМ опустилась ниже уровня ПДК во всех модельных растворах.

Поглотительная способность элодеи канадской выше сорбционной возможности рдеста. На 11 сутки экспонирования отмечена минимальная концентрация никеля в опытах со всеми макрофитами. На 18 сутки наблюдалась десорбция никеля макрофитами в раствор, что следует из повышения концентрации ТМ. Явление перехода ионов тяжелых металлов из биомассы макрофитов вновь в раствор наблюдалось и ранее, однако, данный процесс у рдеста более интенсивный. Таким образом, поглотительная способность погруженных макрофитов разнится в зависимости от таксономической принадлежности растений.

Двухвидовой поглотительный комплекс из *Elodea canadensis* и *Potamogeton berchtoldii* неэффективен. Эксперимент показал рациональность использования в очистке воды только одного вида макрофита.

Концентрация солей кобальта и её измерение осуществляли в присутствии моно-, би- и трикомплексы макрофитов (табл.2). Для измерения концентрации кобальта была применена масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой (ICP-MS).

Концентрация кобальта на третьи сутки эксперимента снизилась с 2 мг/л на 70% в случае с рдестом, на 93% в случае с элодеей и на 88% в случае с роголистником. На шестые сутки наблюдали снижение концентрации кобальта во всех монокомплексах, *Elodea canadensis* также показывала лучшую поглотительную способность относительно других погруженных макрофитов.

Таблица 2 – Остаточная концентрация кобальта в растворе с комплексами макрофитов

Биокомплекс	3 сутки	6 сутки	11 сутки	18 сутки
<i>Potamogeton berchtoldii</i>	0,585	0,501	0,637	0,637
<i>Elodea canadensis</i>	0,133	0,034	0	0
<i>Ceratophyllum demersum</i>	0,247	0,066	0	0
<i>Potamogeton berchtoldii</i> + <i>Elodea canadensis</i>	0,702	0,402	0,071	0,013
<i>Elodea canadensis</i> + <i>Ceratophyllum demersum</i>	0	0	0	0
<i>Potamogeton berchtoldii</i> + <i>Ceratophyllum demersum</i>	0,504	0,393	0,103	0,048
<i>Ceratophyllum demersum</i> + <i>Potamogeton berchtoldii</i> + <i>Elodea canadensis</i>	0	0	0	0

На 11 и последующие сутки эксперимента в пробах воды с экспонированными элодеей и роголистником не найдены ионы кобальта, это говорит об отсутствии явления десорбции ионов кобальта данными растениями обратно в раствор. В случае с рдестом на 11 сутки концентрация кобальта несколько превысила остаточную концентрацию этого иона в начале эксперимента, в последующие дни наблюдался рост концентрации кобальта. Также отмечались необратимые изменения жизнеспособности макрофита, на 13 сутки рдест погиб.

В эксперименте с двухвидовыми макрофитными биокомплексами важным следствием явилось отрицательное влияние рдеста на поглотительную способность биокомплекса. И, хотя, концентрация кобальта на всем периоде экспозиции растений оставалась ниже ПДК, применение моделей «роголистник – рдест» и «элодея – рдест» для фиторемедиационных работ по очистке вод от ТМ нерационально. Фитокомплекс «элодея-роголистник», наоборот, показал лучшую поглотительную способность - ионов кобальта не зафиксировано на протяжении 18 суток эксперимента. Отсутствовала десорбция ионов ТМ обратно в раствор. Более того, растения сохраняли свою жизнеспособность на протяжении всего исследования.

Отсутствие ионов кобальта в модельных растворах с экспонированным трехвидовым комплексом, состоящим из рдеста, роголистника и элодеи, говорит о высокой поглотительной способности последних. Так как сорбция ТМ эффективна в случае с бикомплексом, трехвидовой фитокомплекс применять также не рационально.

Погруженные макрофиты являются лучшими сорбентами ТМ, что доказано рядом работ (1, 2). Данные проведенного исследования свидетельствуют о том, что у погруженных макрофитов, относящихся к различным семействам, поглотительная способность по отношению к ТМ различна.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Петракова Е.А., Анищенко Л.Н., Ворочай Ю.А. Аккумуляция и фиторемедиационны возможности водных макрофитов различных экологических групп по отношению к ионам никеля. Вода: химия и экология. – 2016. № 1 (январь). – С. 82-88.
2. Чан Х.К. Использование водных макрофитов в очищении воды от тяжелых металлов: Автореф. дисс.....канд.биол.наук. – Астрахань, 2012. – 24 с.

ЦЕНОПОПУЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ВИДОВ РАСТЕНИЙ НА ОТВАЛАХ УГОЛЬНЫХ ШАХТ Г. МАКЕЕВКИ

А.В. Калинина

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

Проведен фитоиндикационный мониторинг на некоторых отвалах горных пород шахт г. Макеевки, изучены характеристики отдельных ценопопуляций. Установлено, что фитоценозы отвалов угольных шахт находятся на стадии формирования и адаптации к воздействиям техногенных экотопов.

Ключевые слова: ФИТОИНДИКАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ, ВИТАЛИТЕТ, ЦЕНОПОПУЛЯЦИЯ, ЭКОТОП.

Phytoindication monitoring was performed on some dumps of mines Makeevka, studied the characteristics of individual cenopopulations. It is established that phytocenoses of coal mine dumps are at the stage of formation and adaptation to the impact of technogenic ecotopes.

Keywords: PHYTOINDICATION MONITORING, VITALITY, CENOPOPULATION, ECOTOP

Ценопопуляции в составе фитоценозов, являются системами на индивидуальном уровне, структура и свойства которых определяют реакцию на внешние воздействия. Свойства ценопопуляции в своей структурно-функциональной организации отражают состояние самой экосистемы, в которой она существует. Организацию ценопопуляций в пространстве и во времени отражает их структура, определяющая способность противостоять разнообразным стрессовым факторам, а также перспективы развития в будущем. Особи в ценопопуляциях проявляют адаптивную реакцию на антропогенное воздействие, что способствует формированию растительных сообществ, приспособленных к новым условиям [1-3]. Исследования на популяционном уровне имеют особую актуальность, поскольку могут дать важную информацию относительно индикаторной оценки антропогенных преобразований системы [3].

Целью данной работы является начальная ценопопуляционная оценка состояния растительного покрова некоторых отвалов горнодобывающей промышленности г. Макеевки. Для этого нами были исследованы локалитеты произрастания *Melilotus officinalis*, *Silene latifolia*, *Berteroa incana*, *Echium vulgare* на угольных отвалах шахты Калиновская-Восточная г. Макеевки. Изучены возрастная и виталитетная структуры фитопопуляций, а также проведен начальный систематический анализ флоры.

Изучение возрастной структуры *Melilotus officinalis* проводили в середине вегетационного периода (конец июня) в соответствии с онтогенетическими особенностями. Популяция этого вида на терриконе № 1 является неполночленной, отсутствуют прегенетические, субсинильные и синильные особи. Максимум в возрастном спектре приходится на группу зрелых генеративных особей. Тип возрастного спектра симметричный, т.к. положение соответствует максимуму на средневозрастных генеративных особях, что, возможно, обусловлено периодом сбора материала и индивидуальными особенностями жизненного спектра этого вида в анализируемых условиях.

Популяция *Melilotus officinalis* террикона № 2 также является неполночленной: отсутствуют ювенильные, имматурные, субсинильные и синильные стадии онтогенетического преобразования. Максимум в возрастном спектре приходится на группу зрелых генеративных особей. Тип возрастного спектра симметричный.

Возрастные состояния популяций *Melilotus officinalis*, произрастающие на терриконах № 1 и № 2 сходны. Поэтому можно судить о схожих тенденциях в техногенных условиях промышленных экотопов.

Общей чертой изученных ценопопуляций терриконов № 2 и № 1 является не только уменьшение в возрастном составе доли особей постгенеративных групп, но и увеличение численности средневозрастных групп. Это связано с увеличением длительности онтогенетических периодов и замедлением перехода растений в более старое возрастное состояние – и гибелью субсенильных и сенильных растений – с другой. Ухудшение условий произрастания вызывает снижение жизненного уровня особей, что приводит к более продолжительному прохождению ими онтогенетического развития и повышает относительную устойчивость ценопопуляций в исследованных фитоценозах за счет уменьшения энергетических затрат на самоподдержание. Это обеспечивает длительное функционирование вида под воздействием отрицательных факторов и является одним из способов адаптации к ним.

В наших исследованиях подтвердилось, что виталитетный состав ценопопуляций является более динамичным, чем возрастной, и быстрее реагирует на изменения условий среды. Он отражает важнейшие условия существования, что может иметь значение при мониторинге динамики развития ценопопуляций тех или иных видов.

Использовали детерминирующий набор признаков, который в наибольшей степени раскрывает жизненное состояние растений. Для ценопопуляций были выбраны признаки: высота растения, количество побегов, количество соцветий на одной особи. Виталитетное состояние выражали в долях единицы и представляли в виде гистограмм, сравнивали полученные данные, но приоритет отдавали самому варибельному признаку – высоте растения.

Для ценопопуляций *Melilotus officinalis*, *Silene latifolia* и *Echium vulgare*, произрастающих на терриконе № 1, также была определена виталитетная структура. Ведущий детерминирующий признак – высота растений. Используя виталитетные спектры, были определены типы ценопопуляций: *Silene latifolia* и *Echium vulgare* – равновесные, *Melilotus officinalis* – процветающая.

Разделение по классам виталитета является свидетельством не только различной мощности развития вегетативных и генеративных органов, но разной степени приспособления к среде обитания. Иерархия по уровням жизненности, являясь показателем устойчивости растений и характеризуя их энергетическое состояние, отражает и выполнение особями, принадлежащими к разным виталитетным классам, различных функций в фитоценозе.

Высокое накопление особей первого виталитетного класса обеспечивает устойчивое развитие и надежное жизненное состояние, то есть повышенную продуктивность, устойчивость, способность к эффективному размножению. В популяциях отвала № 2 *Melilotus officinalis* и *Silene latifolia* количество особей *a* класса, превышает количество особей *c* класса. Это может способствовать упрочнению положения ценопопуляции в растительном сообществе в результате появления потомства, характеризующегося таким же высоким жизненным уровнем. Более процветающими популяциями на отвале № 1 являются *Melilotus officinalis* и *Echium vulgare*. Для изучения разнообразия флоры угольных отвалов, ее состава, адаптации к антропогенно трансформированной среде, нами были проведены таксономический и типологический анализы выбранных территорий. Исследуемые терриконы находятся на разных этапах зарастания, имеют неодинаковое проектное покрытие, соответственно и результаты типологического и таксономического анализов отличаются.

Систематический анализ флор терриконов позволяет выявить наиболее распространенные и преобладающие таксоны, определить ведущие семейства в спектре основных таксонов. Для флоры террикона №1 ведущими являются 6 семейств – это Семейство Астровые (*Asteraceae*), Семейства Розовые (*Rosaceae*), Семейство Злаки (*Poaceae*), Семейство Бобовые (*Fabaceae*), Семейство Гречишные (*Polygonaceae*), Семейство Капустные (*Brassicaceae*). В ведущих спектрах 38 вид (72 % от флоры). Для флоры террикона № 2 характерны 4 ведущих семейства – это Семейство Астровые (*Asteraceae*), Семейства Розовые (*Rosaceae*), Семейство Злаки (*Poaceae*), Семейство Бобовые (*Fabaceae*). Ведущие семейства насчитывают 20 видов (это 63% от общего количества видов всей анализируемой флоры).

В результате типологического анализа установлено, что исследуемые растения угольных отвалов по жизненным формам состоят в большей степени из малолетних травянистых растений, травянистых поликарпиков. Отличительной особенностью террикона № 2 является преобладание кустарников и древесных растений.

По отношению растений к увлажнению местообитания на угольных отвалах преобладают группы ксеромезофитов и эумезофитов. По принадлежности к фитоценозам преобладают синантропные, степные и луговые виды.

Таксономический анализ флоры угольных отвалов № 1 и № 2 позволил судить об упрощенности структуры сообществ. На долю нескольких таксономических единиц приходится наибольшее количество видов, что является подтверждением значительной антропогенной трансформированности исследованных территорий.

Полученные данные указывают, что обеднение, унификация и синантропизация является не только характерной чертой антропогенно трансформированных флор, но и, возможно, механизмом адаптации флор к антропогенному влиянию, что в наших наблюдениях также относится и к пионерным стадиям зарастания после эцезиса и нулевого уровня развития фитоценологических связей и комбинаций.

Изучив возрастной состав, виталитетную структуру фитоценозов, их фиторазнообразие, можно сделать вывод о том, что растительность угольных отвалов находится под влиянием антропогенных воздействий техногенных экотопов. Но, не смотря на это, отдельные особи растений адаптируются к среде, упрочняются в растительном сообществе. Сравнение систематической и типологической структуры флор по градиенту антропогенного влияния подтверждает адаптационную активность растений, а также позволяет установить основные процессы их адаптации: обеднение видового состава по сравнению с территориями природной флоры, сравнительное обеднение спектров семейств и родов.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Жуков, С.П. Растительность отвалов угольных шахт Донбасса // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. Научно-практический журнал. – 2016. – № 1-2. – С. 13-18
2. Калинина, А.В. Фитоиндикация в условиях природных отвалов угольных шахт Донецко-Макеевской агломерации // От экологии здоровья – к экологии души: материалы Республиканской научно-практической конференции. – Донецк: «ДонРМАН», 2015. – С. 103.
3. Приходько, С.А., Ибатулина Ю.В., Остапко В.М. Эколого-демографическая структура природных и интродукционных ценопопуляций как индикатор состояния степных фитоценозов / С.А. Приходько, Ю.В. Ибатулина, В.М.Остапко. – Донецк, 2013. – 309 с.

АРХИТЕКТУРНЫЕ ВАРИАЦИИ РОКАРИЕВ Г. ДОНЕЦКА

А.В. Сенина, А.И. Сафонов

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

Представлены результаты анализа архитектурных приемов в зеленом строительстве г. Донецка на примере малых композиций - рокариев.

Ключевые слова: РОКАРИЙ, ФИТОДИЗАЙН, ЛАНДШАФТНАЯ АРХИТЕКТУРА.

The results of the analysis of architectural methods in the green construction of Donetsk are presented with the example of small compositions - rockeries

Keywords: ROCKARIUM, PHYTODESIGN, LANDSCAPE ARCHITECTURE

В г. Донецке распространены такие способы ландшафтно-декоративного озеленения, как каменистые горки, которые являются элементами оптимизации промышленной среды, а также функционально обеспечивают городской территории эстетический, гармонично сочетающийся внешний вид. В городских системах горки имеют ряд актуальных преимуществ: защита ландшафтов от эрозийных процессов; решение рекреационных вопросов; устранение монотонности типовых жилых и застроек и промышленных комплексов; коррекция микроклимата в городских системах; формирование эстетически полноценной среды для жизни человека и др.

Объектом исследования являются каменистые горки, расположенные в г. Донецке. Каменистая горка – миниатюрная модель горного ландшафта, где используется искусственная или естественная возвышенность, между камнями которой высаживают растения. Анализировали рокарии в г. Донецке: 1) Центральный парк Культуры и отдыха имени Щербакова, 2) Площадь "Советская", пересечение ул. Артёма и ул. Ватутина, 3) Парк "Сокол", ул. Артёма (возле Планетария); 4) пересечение ул. Артёма и ул. Ватутина (вторая композиция).

Эколого-эстетический анализ проводили для семи ландшафтных композиций, сформированных с использованием каменистых пород (рокарий в данной работе также условно считаем синонимом каменистой горки). Выделили каменистые горки следующих расположений на плоскости: приподнято-пологая – растения, произрастающие на ней, расположены в одной плоскости, приподнятой над уровнем земли с помощью абиотических элементов; террасированная – искусственно приподнятая, либо сооружена на естественном возвышении, вершина которой находится в центре композиции либо смещена в сторону; при этом имеют место более одной террасы, состоящей из сомкнутых или разомкнутых цепей каменистой породы, имитирующей горные склоны, насыпи, при этом виды растений произрастают между камнями, на свободном пространстве; приподнятая – характерна резкая приподнятость композиции с помощью горной породы; имеет форму обрезанного конуса, на вершине и вертикальных композициях которого произрастают почвопокровные растения; пологая – расположена в одной плоскости, совпадающей с уровнем земли; представляет собой композицию с наполовину погруженными в субстрат горными породами; имитирует подошву горного склона, угол наклона рельефа которой низок ($\leq 5^\circ$) (пробная площадь участка №2, №3 и №4); 5) наклонная – имитирует непосредственно горный склон, на котором произрастают различные представители видов растений (пробная площадь участка №1).

Декоративно-онтогенетическая оценка одного из исследуемых объектов, представленная на таблице 1, показала, что лидирующую позицию занял представитель

вида *Salvia splendens* Ker Gawl., отличающийся необычайной огненно-сверкающей окраской и густыми кистевидными соцветиями, далее следуют *Iris germanica* L. и *Tulipa gesneriana* L., которые характеризуются крупными и яркими цветками.

Таблица 1 – Декоративно-онтогенетическая оценка рокария № 2

№	Вид Признак	<i>Iris germanica</i> L	<i>Senecio cineraria</i> DC.	<i>Salvia splendens</i> Ker Gawl.	<i>Tulipa gesneriana</i> L.	<i>Stachys byzantina</i> K. Koch	Кол-во баллов по признаку
1	Окраска цветка и её устойчивость	1	0	1	1	0	3
2	Общий габитус цветка	1	0	1	1	0	3
3	Размер цветка	1	0	1	1	0	3
4	Выразительность лепестков	1	0	0	1	0	2
5	Презентабельность соцветия	0	0	1	0	0	1
6	Размер соцветия	0	0	1	0	0	1
7	Реализованность цветков в соцветии	0	0	1	0	0	1
8	Кол-во открытых цветков (в % ко всему соцветию)	0	0	1 (90%)	0	0	1
9	Оригинальность	0	1	1	0	1	3
10	Общее состояние растения	1	1	1	1	1	5
11	Качество листового аппарата	1	1	1	1	1	5
Кол-во баллов для каждого растения		6	3	10	6	3	

Senecio cineraria DC. и *Stachys byzantina* K. Koch набрали меньше всего баллов по причине того, что созданы не для цветения, а для обрамления клумб с целью контрастного оттенения (фона) для красивоцветущих ярко окрашенных растений. Фон создаётся за счёт того, что листья данных видов покрыты серебристо-белым войлочным опушением, за этот интересный признак они получили свои баллы в графе «оригинальность».

Пропорции золотого сечения сохраняются в основном благодаря клумбе на заднем плане с лиственными кустарниками и хвойными растениями, в которую переходит рокарий. Композиция смотрится эффектно со всех точек обзора. Естественность планировочных линий нарушает неестественная высадка растений на почве резко переходящая одних в другие, это можно заметить на рисунке 3.6. Абиотическим элементом каменистой горки является известняк. Ниспадающие композиционные линии альпийской горки снова упущены. На декоративно-онтогенетическом уровне исследования пробной площади отмечен качественный эстетический подбор видов *Tagetes erecta* L. и *Gaillardia aristata* Pursh, которые имеют высокий суммарный балл декоративности, в то время как *Portulaca grandiflora* Hook отличается низким уровнем оригинальности, из-за мясистых листьев, которые

иссушила жара мегаполиса растение увядает и выглядит не совсем эстетично. *Petunia hybrida* (Hook.) Vilm соответствовала только половине критериев оценивания, но не смотря на это она отлично дополняет эту яркую композицию.

Результаты ландшафтного уровня оценивания для экспериментальных пробных площадей представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Ландшафтный уровень оценивания рокариев

№	Критерий	Пробная площадь №1	Пробная площадь №2	Пробная площадь №3	Пробная площадь №4
1	«Золотое сечение»	0	1	0	1
2	Доступность и эффектность композиции	1	1	1	1
3	Течение планировочных линий	1	0	1	0
4	Растения различных композиционных линий	1	0	0	0
5	Абиотический элемент	1	1	1	1
6	Фактурный или морфологический контраст растений	0	1	1	1
7	Присутствие нюанса	1	0	0	0
8	Период декоративности	1	1	1	1
9	Освещение участка	0	1	1	1
10	Территориальное завершение экспозиции	0	1	1	1
11	Мульчирующие элементы	0	1	1	1
12	Соотнесение размеров горной породы и самой композиции	1	1	1	1
13	Размещенность элементов горной породы	1	1	1	1
Общая оценка		8	10	10	10

В результате проведенной эколого-эстетической оценки декоративности каменистых горок города Донецка сделаны следующие выводы: в озеленении антропогенно трансформированной, урбанизированной среды целесообразно использовать каменистые горки, функционально важные в первую очередь с эстетической точки зрения; основные показатели экологических режимов для объектов исследования соответствовали диапазонам значений (температурный, световой режимы), что позволило нам факториально оценить грамотность создания фитокомпозиций в аспекте подбора ассортимента; анализ видового состава каменистых горок в условиях городской среды позволяет выделить виды растений, успешно используемые в таких условиях, например, *Salvia splendens* Ker Gawl., *Berberis thunbergii* DC., *Tagetes erecta* L., *Gaillardia aristata* Pursh и другие; выбранная тема научных исследований важна для развития стратегических направлений биологического факультета Донецкого национального университета в профорientационной работе.

К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА КОРНЕОБРАЗОВАТЕЛЬНУЮ СПОСОБНОСТЬ СТЕБЛЕВЫХ ЧЕРЕНКОВ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА *POPULUS* L. ПРИ ИХ ИСКУССТВЕННОМ ВЕГЕТАТИВНОМ РАЗМНОЖЕНИИ

А.В. Москалевский, О.А. Гридько
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

*В докладе приведены результаты исследований укореняемости стеблевых черенков некоторых видов рода *Populus* L. с применением стимуляторов роста в условиях открытого грунта. Установлено положительное влияние стимуляторов роста на ризогенез стеблевых черенков.*

Ключевые слова: СТИМУЛЯТОРЫ РОСТА, РИЗОГЕНЕЗ, УКОРЕНЯЕМОСТЬ

*In the report presents the results of the study of stem cuttings root striking capacity of some species of the genus *Populus* L. with the use of growth stimulators in open soil conditions. The positive effect of growth stimulators on root formation of stem cuttings.*

Key words: GROWTH STIMULATORS, ROOT FORMATION, ROOT STRIKING

При изучении вегетативного размножения растений стеблевыми черенками многолетней практикой были разработаны приемы и условия укоренения, которые значительно облегчили черенкование растений. К таким приемам относится применение стимулирующих веществ. Этот вопрос стал широко разрабатываться после того, как в конце 20-х – начале 30-х гг. XX века в растениях обнаружили так называемые ростовые вещества или гормоны, именуемые в дальнейшем физиологически активными веществами (ФАВ) или стимуляторами роста. Их влияние на процесс морфогенеза у растений исследовали ряд ученых. Позднее широкое развитие получило изучение влияния физиологически активных веществ на корнеобразование при черенковании.

Положительное действие ФАВ на укореняемость растений подтверждается большим количеством публикаций. Но в них неоднократно подчеркивается, что укореняемость растений в значительной степени зависит также от биологической способности вида к ризогенезу. Вместе с тем, большое значение придается выбору стимулирующего вещества, его концентрации и экспозиции применительно к определенным видам, формам и сортам растений. Стимуляторы роста оказывают влияние на морфогенетические и ростовые процессы, повышают процент укореняемости, ускоряют процесс корнеобразования, улучшают развитие корневой системы у черенков. В настоящее время использование ФАВ занимает проводящее место среди приемов, стимулирующих корнеобразовательный процесс у черенков.

Целью наших исследований было изучение влияния стимуляторов роста на корнеобразовательную способность стеблевых черенков тополей (*Populus* L.) для возможности получения посадочного материала местной репродукции.

В основу эксперимента по вегетативному размножению положена методика черенкования, разработанная М.Т. Тарасенко, модифицированная А.З. Глуховым, Н.Ф. Довбыш для условий Донбасса. Черенкование проводили в 2015 г. в условиях открытого грунта в ГУ «Донецкий ботанический сад». Нарезали черенки в конце осени (четвертая декада ноября) в фазу покоя. Для исследований брали одревесневшие стеблевые черенки, которые высаживали в открытый грунт и оставляли зимовать.

Для стимуляции корнеобразования у черенков использовали спиртовые растворы индолилуксусной (ИУК) и индолилмасляной (ИМК) кислот в концентрации 1500 мг/л с

экспозицией 20 секунд. Эти стимуляторы роста оказывают сильное влияние на образование и рост корней, а также способствуют укоренению черенков трудноукореняющихся растений.

Но следует помнить, что обработка этими веществами – это лишь дополнительный фактор, главным является физиологическое состояние черенков и факторы внешней среды (условия укоренения). ФАВ или стимуляторы роста только частично компенсируют недостающие условия, но не заменяют их полностью.

Изучение влияния стимуляторов роста на ризогенез или укореняемость черенков проводили по методикам Р.Х. Турецкой и З.Я. Ивановой, которые включают технологию приготовления растворов ФАВ и обработку ими черенков.

Биологическую способность к придаточному корнеобразованию стеблевых черенков при их обработке стимуляторами роста определяли следующими критериями: укореняемостью, степенью развития придаточных корней и приростом надземной части укорененных черенков. Биометрические измерения статистически обработаны по общепринятым методикам.

Объектами наших исследований были виды тополей, используемые широко в озеленении региона – *Populus bolleana* Lauche., *P. deltoides* Marsh. и *P. simonii* Carr., отличающиеся особыми декоративными качествами. Ниже приведена их краткая биоморфологическая характеристика.

P. bolleana (тополь Болле, туркестанский) – дерево высотой до 30 м с пирамидальной кроной. Ствол прямой с ветвями, направленными вверх. Кора светлая, серо-зеленая, гладкая, лишь у старых деревьев при основании ствола растрескивающаяся. Побеги, почки и черешки листьев белоопушенные. Листья эллиптические, округлые. Цветет до распускания листьев. Растет очень быстро. Газо- и дымоустойчив. Легко размножается одревесневшими черенками. Декоративен благодаря правильной пирамидальной форме кроны, светлой окраске коры.

P. deltoides (тополь канадский) – дерево высотой до 30 – 35 м и до 2 м в диаметре. Крона шатровидная. Кора в верхней части ствола гладкая и светлая, внизу темно-серая, трещиноватая. Почки буроватые, клейкие. Листья темно-зеленые, широкотреугольные, по краям с крупными железистыми зубцами. Цветет до распускания листьев. Быстрорастущий вид, морозоустойчив, дымо- и газоустойчив. Легко размножается одревесневшими черенками. Декоративен благодаря блестящим темно-зеленым листьям и мощному габитусу ствола.

P. simonii (тополь китайский) – дерево высотой 10 – 15 м и до 0,5 м в диаметре. Крона шатровидная с повислыми ветвями. Ствол прямой, хорошо очищенный от сучьев. Кора ствола светло-серо-зеленая, гладкая, растрескивающаяся только у основания. Почки клейкие, ароматичные, бурого цвета. Листья сверху зеленые, снизу беловато-сизоватые. Цветет одновременно с распусканием листьев. Быстрорастущий вид, светолюбив, засухо- и морозоустойчив, к почве малотребователен, достаточно дымо- и газоустойчив. С легкостью размножается одревесневшими черенками. Декоративен благодаря плакучей форме кроны. Этот вид очень красив в редких группах, в рядовых посадках и пригоден для оформления водоемов.

Регенерационную способность видов под воздействием стимуляторов роста определяли экспериментальным путем, проводя опыты по черенкованию. Корнеобразовательная способность у одревесневших стеблевых черенков каждого вида проявляется по-разному и находится в определенной зависимости от вида ФАВ.

Анализ результатов влияния стимуляторов роста на корнеобразовательную способность стеблевых черенков, взятых в фазу покоя (IV декада ноября) показал, что наиболее оптимальной является обработка индолилмасляной кислотой (ИМК), в

результате чего процент укореняемости черенков *P. deltoides* и *P. simonii* составляет 100%. В контрольном варианте опыта черенки, не обработанные растворами стимуляторов, проявили также достаточно высокую способность к ризогенезу. Укореняемость при этом была в пределах 57% у *P. deltoides* и 74% у *P. simonii*.

Важным показателем физиологической активности является характер действия стимулятора. О высокой степени активности свидетельствует то, что корни образуются не только на той части черенка, которая была погружена в раствор стимулятора, но и значительно выше. Такое явление наблюдали у черенков исследованных видов при обработке их стимуляторами, и особенно раствором ИМК. На базальных концах черенков образовывался каллус, а корни формировались на черенках выше каллуса на несколько сантиметров.

Специфическое действие ФАВ проявилось и на развитии корневой системы укорененных черенков. Лучшее развитие корневой системы наблюдали при обработке черенков раствором ИМК, в результате чего у них наблюдалось увеличение общего количества и длины корней. Так, например, у черенков *P. deltoides* и *P. simonii* количество корней в контрольном варианте опыта составляет от $6,4 \pm 0,78$ шт. до $8,7 \pm 1,36$ шт. После обработки черенков данных видов раствором ИМК эти показатели в разы увеличились и составили $16,8 \pm 1,25$ шт. – у *P. deltoides* и $18,2 \pm 1,51$ шт. – у *P. simonii* соответственно. Длина корней у черенков *P. simonii* в контроле составила $8,6 \pm 1,32$ см, у *P. deltoides* – $7,8 \pm 0,96$ см, а после обработки черенков раствором ИМК, длина корней увеличилась до $19,3 \pm 1,52$ см и $15,9 \pm 1,63$ см соответственно.

Отмечено положительное влияние раствора ИМК и на прирост надземных побегов. Так, у черенков *P. simonii* прирост составил $12,3 \pm 0,91$ см по сравнению с контролем – $6,8 \pm 0,72$ см.

Также необходимо отметить, что обработка стеблевых черенков спиртовым раствором индолилуксусной кислоты (ИУК) также увеличивала процент их укореняемости до 79% у *P. deltoides* и 92% у *P. simonii*, но незначительно оказывала влияние на развитие корневой системы и величины надземного прироста побегов.

Более эффективным стимулятором ризогенеза для *P. bolleana* является раствор ИУК, укореняемость при этом была 82%. Худшие результаты укореняемости наблюдали при обработке черенков раствором ИМК, в результате чего она достигала 51%, а в контроле – 67%. Не только укореняемость, но и развитие корневой системы в вариантах с обработкой ИУК была лучше, чем при обработке ИМК. Так, при обработке последней, количество корней составляло $9,6 \pm 1,55$ шт., а длина – $11,3 \pm 1,72$ см, а при обработке раствором ИУК – $15,5 \pm 1,48$ шт. и $19,8 \pm 0,94$ см соответственно.

Таким образом, стимуляторы роста способствуют интенсификации корнеобразовательной способности стеблевых черенков исследованных видов и повышают качество и количество посадочного материала. Использование растворов стимуляторов роста в большинстве случаев значительно улучшает потенциальную способность черенков к ризогенезу, а также биометрические показатели развития корневой системы и вегетативных побегов черенков. Исследованные виды являются перспективными для массового размножения и получения посадочного материала.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Глухов, О.З. Прискорене розмноження малопоширених деревних листяних рослин на південному сході України / О.З. Глухов, Н.Ф. Довбиш. – Донецьк: ТОВ «Лебідь», 2003. – 162 с.

2. Глухов, О.З. Розмноження декоративних кущових листяних рослин в умовах південного сходу України / О.З. Глухов, Л.В. Хархота. – Донецьк: Вид-во «Ноулідж», 2011. – 124 с.

ОСОБЕННОСТИ СЕМЕННОГО РАЗМНОЖЕНИЯ ОДНОЛЕТНИХ ДЕКОРАТИВНЫХ ЗЛАКОВ В ИНТРОДУКЦИОННЫХ УСЛОВИЯХ ДОНБАССА

А.Ю. Борисова, О.А. Гридько
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

Рассмотрены особенности семенного размножения однолетних декоративных злаков в природо-климатических условиях Донбасса. Выяснены лучшие сроки семенного размножения методом зеленого пикирования

Ключевые слова: ИНТРОДУКЦИЯ, СЕМЕННОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ, ДЕКОРАТИВНЫЕ ЗЛАКИ

Features of seed reproduction of annual ornamental grasses in nature-climatic conditions of Donbass are considered. The best terms of seed reproduction by the method of green diving are found out.

Keywords: INTRODUCTION, SEED REPRODUCTION, ORNAMENTAL GRASSES

Одной из важных задач современного зеленого строительства является расширение ассортимента декоративных растений, устойчивых к антропогенному влиянию техногенной среды. Среди большого разнообразия декоративных растений природной флоры, востребованными являются экологически пластичные представители семейства Poaceae Barnh. По данным многолетних наблюдений [2] установлено, что интродуцированные виды декоративных злаков устойчивы к лимитирующим факторам Донбасса и обладают длительным декоративным видом на протяжении вегетационного периода.

При решении вопросов интродукции декоративных видов семейства Poaceae с целью внедрения и широкого практического использования в зеленом строительстве Донбасса, основной задачей является изучение особенностей их семенной репродукции, а также совершенствование технологий их размножения и выращивания.

Семенное размножение однолетних декоративных злаков – это единственный способ их дальнейшего воспроизводства. От качества семян интродуцентов зависит степень их адаптации к новым природо-климатическим условиям, а также успех их интродукции. В семеноводстве интродуцированных растений вопросы созревания, хранения и прорастания семян занимают одно из важнейших мест. Новые условия среды, особенно изменения температурного и светового режимов, а также продолжительности вегетационного периода оказывают заметное влияние на ход генеративного развития, процессы формирования и созревания семян [3]. Поэтому изучение качества и морфологии зерновок однолетних декоративных злаков, а также закономерностей их прорастания в засушливых условиях Донбасса, имеет не только теоретическое, но и практическое значение в семеноводстве интродуцентов.

Ранее нами были изучены показатели качества зерновок однолетних декоративных злаков: морфология, абсолютный вес, всхожесть и энергия прорастания, а также особенности роста и развития декоративных однолетних злаков в лабораторных условиях [1, 2]. Для зерновок декоративных злаков характерно явление изменчивости, которое зависит от соответствия условиям интродукции, метеофакторам года, нормой питания и способа выращивания [2].

Размеры зерновок изученных злаков колеблются от мелкосеменных ($1,0 \pm 0,01$ мм у *Briza minor*) до крупnoseменных ($4,9 \pm 0,04$ мм у *Phalaris canariensis*), что затрудняет

их процесс выращивания посевом в открытый грунт. Именно поэтому рекомендуется высевать злаки в тепличных условиях.

В тепличных условиях зерновки однолетних злаков высеют в конце марта в предварительно увлажненную почву. Глубина посева зависит от величины зерновок и составляет его двойной размер. После высева зерновки присыпают почвой и слегка прикатывают. Известно, что хороший результат дает метод зеленого пикирования, проведенное в более ранние сроки, до наступления засушливой погоды.

Таким образом, с целью изучения особенностей семенного размножения декоративных злаков, нами проведены исследования по выяснению лучших сроков пикирования таких однолетних декоративных злаков: *Briza maxima* L., *B. minor* L., *Lagurus ovatus* L., *Lamarkia aurea* (L.) Moench и *Phalaris canariensis* L.

После высева зерновок в тепличных условиях, всходы появляются на 14 – 16 суток. Объекты изучения пикировали во время пребывания растений в стадии проростка в 2 срока: во время разворачивания первого (24.04) и третьего (16.05) листьев. Через две недели укоренившиеся сеянцы однолетних декоративных злаков перенесли в открытый грунт.

Результаты наблюдения показывают, что ранние сроки пикирования растений, в отличие от более позднего, обеспечивают высокий процент их приживаемости. Опыт выращивания злаков методом зеленого пикирования свидетельствует о том, что чем больше обрезается корневая система при пикировке, тем больше разрастается растение в процессе вегетации. Кроме того, интенсивность роста сеянцев положительно коррелирует со сроком пикирования.

Анализ полученных данных свидетельствует, что в зависимости от сроков пикирования, сохраняется незначительная разница морфометрических параметров растений до окончания вегетационного периода. При разных сроках пикирования растений, наблюдается тенденция к снижению всех качественных показателей роста надземной части однолетних декоративных злаков. Высота исследованных видов *Phalaris canariensis* снижается от 59,0 до 25,0 см, *Briza maxima* – от 30,0 до 24,4 см, а *Lamarkia aurea* – от 25,0 до 16,5 см. Наблюдается аналогичная тенденция снижения размеров соцветия и листовой пластинки (табл. 1).

Таблица 1 – Характеристика наземной части распикированных сеянцев однолетних декоративных злаков в период цветения

Вид	Сроки пикирования					
	Высота растений, М±m, см		Длина соцветия, М±m, см		Длина листка, М±m, см	
	25.04	16.05	25.04	16.05	25.04	16.05
<i>Briza maxima</i> L.	30,0±0,70	24,4±0,11	4,6±0,17	3,7±0,17	9,4±0,28	6,9±0,28
<i>B. minor</i> L.	–	9,5±0,19	–	3,2±0,11	–	5,0±0,19
<i>Lagurus ovatus</i> L.	16,3±0,92	14,2±0,26	2,7±0,09	2,1±0,09	10,3±1,08	9,6±0,27
<i>Lamarkia aurea</i> (L.) Moench	25,0±0,05	16,5±0,18	6,0±0,23	4,5±0,18	9,9±0,60	8,0±0,37
<i>Phalaris canariensis</i> L.	59,0±0,05	25,0±0,35	2,0±0,11	1,9±0,04	14,0±0,55	12,5±0,18

Примечание: М±m – среднее арифметическое значение и ошибка; «–» данные отсутствуют.

Результаты фенологических наблюдений указывают на смещение фаз развития в зависимости от срока пикирования (табл. 2). Все высаженные виды полностью прошли вегетационный период развития и сформировали жизнеспособные полноценные семена, однако, растения с поздним сроком пикирования отличаются более мелкими и щуплыми семенами.

Таблица 2 – Сроки прохождения основных фенологических фаз развития распикированных семян однолетних декоративных злаков

Вид	Сроки пикирования					
	Колошение		Цветение		Плодоношение	
	25.04	16.05	25.04	16.05	25.04	16.05
<i>Briza maxima</i> L.	12.06	24.06	21.06	29.06	05.07	10.07
<i>B. minor</i> L.	–	15.07	–	21.07	–	09.08
<i>Lagurus ovatus</i> L.	25.06	03.07	04.07	10.07	28.07	01.08
<i>Lamarkia aurea</i> (L.) Moench	27.06	04.07	01.07	06.07	08.07	19.07
<i>Phalaris canariensis</i> L.	13.06	01.07	18.06	05.07	04.07	19.07

На основании полученных данных установлено, что после позднего периода пикирования рост и развитие семян на некоторое время задерживается. Такая особенность связана с нарушением процессов корнеобразования при пикировании в конце стадии проростка и ювенильного возрастного состояния. Именно в этот период формируются coleoptильные корни и растение данного возрастного состояния наиболее чувствительно к любым изменениям по питанию и другим факторам, которые способствуют нормальному развитию.

Таким образом, семенное размножение однолетних декоративных злаков методом зеленого пикирования имеет свои преимущества. Нами рекомендуется проводить пикировку семян однолетних декоративных злаков как можно на более ранних стадиях онтогенетического развития, а именно на стадии проростков характеризующееся наличием первого (и второго) листа. На данной стадии растения еще не полностью используют запас пластических материалов, содержащиеся в семядоле и обеспечивают наибольший процент выживания семян. Выращенные растения эффективно используют площадь питания, метеофакторы, характеризуются быстрым темпом сезонного развития и крупными морфометрическими показателями надземной части растений.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Борисова А.Ю., Гридько О.А. Качество и биологические особенности зерновок однолетних декоративных злаков // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов: сборник докладов X Международной конференции аспирантов и студентов. – Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2016. – С. 254 – 256.
2. Глухов О.З., Гридько О.О. Інтродукція декоративні злаки в умовах південного сходу України. – Донецьк. 2012. – 240 с.
3. Глухов А.З., Гридько О.А., Хархота Л.В. Интродукция растений. Учебное пособие. – Донецк. 2017. – 118 с.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ВОДОРΟΣЛЕЙ «ЦВЕТЕНИЯ» ПЕРВОГО И ВТОРОГО ГОРОДСКИХ ПРУДОВ ДОНЕЦКА

В.В. Садловская, Н.С. Захаренкова
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

В докладе проанализированы изменения гидробиологических показателей в зависимости от сезонных климатических изменений и периода «цветения». Определен видовой состав фитопланктона, выделены водоросли «цветения» Первого и Второго городских прудов.

Ключевые слова: ВОДОРΟΣЛИ, ПРУДЫ, ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ, «ЦВЕТЕНИЕ», ФИТОПЛАНКТОН

The report analyzes changes in hydrobiological indicators depending on seasonal climatic changes and the period of "flowering". Species composition of phytoplankton was determined, algae of the "flowering" of the First and Second city ponds were identified.

Keywords: ALGAE, PONDS, HYDROBIOLOGICAL PARAMETERS, "FLOWERING", PHYTOPLANKTON.

Проблема использования водных ресурсов в Донбассе привлекает всё больше внимание. Это объясняется тем, что имеющиеся запасы пресной воды рек, озёр, водохранилищ и других водоисточников уничтожаются, или настолько загрязняются, что она становится непригодной для употребления. На данный момент наступает «оттепель» в промышленности Донбасса, возобновляется работа промышленных предприятий Донецкого региона, вследствие этого повысилась антропогенная нагрузка на водоемы [1].

В связи с этим происходит бурное развитие фитопланктона, вызывающее изменение цвета воды, запаха и других гидробиологических характеристик. Процесс быстрого развития водорослей фитопланктона с выходом на доминантное положение получил название «цветение».

Актуальность работы обусловлена тем, что «цветение», как фактор определяющий наличие жизни в водоеме, очень сильно загрязняет и разрушает все остальные живые организмы, находящиеся в нем, приводящий к нарушению и затруднению работы систем водоснабжения [2].

Целью работы было изучение особенностей цветения Первого и Второго городских прудов города Донецка, для оценки состояния водорослей, как показателей всей экосистемы [2].

В связи с целью работы были поставлены следующие задачи:

- определить изученность сообществ водорослей города Донецка;
- определить видовой состав городских прудов;
- определить гидробиологические показатели изучаемых водоемов;
- выделить водоросли, вызывающие «цветение» водоемов.

В работе были использованы общепринятые методики проведения гидробиологического анализа вод и систематического описания фитопланктона [3].

Гидробиологический анализ проб Первого и Второго городского пруда проводили с 03.05.2016г. по 24.01.2017г. включительно. Каждую пробу отбирали в определённый день, каждые две недели, в двух прудах. Пробы простого типа с однократным отбором всего количества воды.

Определение температуры проводили непосредственно в водоеме, для этого использовался термометр со шкалой Цельсия с ценой деления 0,5°C.

Измерения температуры воды городских прудов показали ее повышение с 03.05.2016г. по 23.08.2016г. (от +15°C до +26°C) и понижение с 23.08.2016г. по 24.01.2017г. (от +26°C до +3°C). Максимально зарегистрированным показателем являлось +26°C -12.07.2016г., 9.08.2016г. и 23.08.2016г., минимально +3°C с 15.11.2016г. по 24.01.2017г.

Температура воздуха повышалась с 03.05.2016г. по 23.08.2016г. (от +18°C до +33°C) и понижалась с 23.08.2016г. по 13.12.16г. (от +33°C до -9°C), а затем вновь повысилась с 13.12.2016г. по 24.01.2016г. (от -9°C до +1°C). Ее максимальное значение наблюдалось 28.06.2016г. и 23.08.2016г. – +33°C, минимальное 13.12.2016г. – -9°C.

Приближенное определение цветности определяли по окрашиванию при рассматривании сбоку и сверху, в пробирке бесцветного стекла.

При рассматривании окрашивания проб Первого городского пруда было выявлено, что в наиболее интенсивное окрашивание при рассматривании сбоку было в период с 26.07.2016г. по 23.08.2016г. – очень бледно-желтоватое, при рассматривании сверху в период с 09.08.2016г. по 23.08.2016г. – желтое.

При рассматривании окрашивания проб Второго городского пруда было выявлено, что наиболее интенсивное окрашивание при рассматривании сбоку было в период с 26.07.2016г. по 06.09.2016г. – едва заметно бледно-желтое, при рассматривании сверху в период с 26.07.2016г. по 06.09.2016г. – желтоватое.

Наиболее интенсивный запах в пробах Первого городского пруда наблюдался в период с 12.07.2016г. по 9.08.2016г. и оценивался в 4 балла, характер – гнилостный.

В пробах Второго городского пруда наиболее интенсивный запах наблюдался в период с 03.05.2016г. по 06.09.2016г. и оценивался в 3 балла, характер – торфяной.

Для электрического определения активной реакции воды (pH) мы использовали потенциометр со стеклянным электродом. В пробах Первого городского пруда наивысший показатель (pH) наблюдался 23.08.2016г. – 8,6, в пробах Второго городского пруда также 23.08.2016г. – 8,3.

Количественное определение кислорода имеет важное значение при изучении санитарного состояния открытых водоемов.

По результатам исследований, в Первом городском пруду наибольшее количество кислорода было обнаружено в период с 26.07.2016г. по 09.08.2016г. и составляло 28,7. Во Втором городском пруду наибольшее количество кислорода было 26.08.2016г. и составляло 27,4

Анализ альгологического состава планктона показал, что в Первом и Втором городских прудах насчитываются 6 отделов водорослей: *Cyanoprocaryota*, *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*, *Euglenophyta*, *Xantophyta*, *Charophyta*, из которых 3 доминирующие: *Cyanoprocaryota*, *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*.

В Первом и Втором городских прудах были выделены 10 классов, 13 порядков, 23 семейства, 40 родов и 74 вида. Из них максимальное количество видов наблюдали в отделе *Bacillariophyta* – 30 видов.

Синезеленые водоросли в Первом и Втором городских прудах были представлены 11 видами, которые относились к 6 родам, 4 семействам, 3 порядкам и 2 классам. Класс *Cyanophyceae* насчитывал 9 вида из 3 семейств, среди которых наиболее богатым по количеству видов были семейства *Merismopediaceae* и *Oscillatoriaceae*.

Диатомовые водоросли в Первом и Втором городских прудах были представлены 30 видами, которые относились к 16 родам, 7 семействам, 3 порядку и 2 классам. Класс *Pennatae* насчитывает 27 видов из 6 семейств, среди которых наиболее богатым по количеству видов было семейство *Naviculaceae*.

Зеленые водоросли в Первом и Втором городских прудах были представлены 26 видами, которые относились к 12 родам, 8 семействам, 5 порядкам и 3 классам. Наиболее богатым по числу видов является класс *Chlorophyceae*, который насчитывает 23 вида и представлен 6 семействами, среди которых наиболее богатым по количеству видов было семейство *Scenedesmaceae*. Эвгленовые водоросли в Первом и Втором городских прудах были представлены 4 видами, которые относились к 3 родам, 1 семейству, 1 порядку и 1 классу. Единственным классом является *Euglenophyceae*, семейством – *Euglenaceae*. Желто-зеленые водоросли в Первом и Втором городских прудах были представлены 1 видом, который относился к 1 роду, 1 семейству, 1 порядку и 1 классу. Единственным классом является *Xanthophyceae*, семейством – *Tribonemataceae*. Харовые водоросли в Первом и Втором городских прудах были представлены 2 видами, которые относились к 2 родам, 2 семействам, 1 порядку и 1 классу. Единственным классом является *Conjugatophyceae*.

По видовой представленности на первом месте семейства *Nitzschiaceae*, *Oscillatoriaceae*, *Selenastraceae* и *Fragilariaceae* составляющие суммарно 27%, на втором месте – семейство *Naviculaceae* – 21,6% всего состава альгофлоры. На третьем месте семейство *Scenedesmaceae* составляющее 14,85%. Эти семейства совокупно составляют 63.45% всей альгофлоры, таким образом они являются доминантами.

По родовой представленности на первом месте среди представителей фитопланктона находится семейство *Naviculaceae* с процентом участия равным 17.5. На втором месте находятся семейства *Fragilariaceae*, *Euglenaceae* и *Scenedesmaceae* с процентом участия в сумме составляющем 22.5.

Euglena viridis Ehr., *Microcystis pulverea* (Wood), *Scenedesmus intermedius* Chodat, *Microcystis aeruginosa* Kütz., *Tribonema viride* Pasch, *Scenedesmus acutus* Meyen, *Scenedesmus acuminatus* (Lagerheim) Chodat, *Scenedesmus quadricauda* (Turpin) Brébisson, *Scenedesmus opoliensis* P.G.Richter являются источниками «цветения» водоемов. Эти виды принадлежат к отделам *Cyanoprocarvota*, *Euglenophyta*, *Chlorophyta*. При отборе проб Первого и Второго городских прудов данные виды имели наибольший коэффициент встречаемости в период с 03.05.2016г. по 20.09.2016г., что доказывает их участие в «цветении» водоемов. Также были обнаружены виды водорослей, продуцирующих токсины - *Microcystis aeruginosa* Kütz. И *Microcystis pulverea* (Wood).

Исследования показали, что полученные данные Первого и Второго городских прудов достигали максимума с 12.07.2016г. по 23.08.2016г., что совпадало с периодом «цветения» водорослей в водоемах. Следовательно, такой фактор среды как температура влиял на временной период «цветения» водоема, в то время как изменения остальных (запах, цветность, кислород, pH) были им вызваны.

ПЕРЕЕНЬ ССЫЛОК

1. Национальная экологическая политика. Государственный экологический контроль: достижения и задачи // Наш край №10, 2009г.С.45-50
2. Мирненко Э.И. Особенности «цветения» водоемов в городе Донецке / Э.И. Мирненко –LAP LAMBERT Academic Publishing is a trademark of: OmniScriptum GmbH & Co. KG 2015. - 93с.
3. Учебно-методическое пособие курсу «Гидробиология. Водные биоценозы и экосистемы. Часть 1» (для студентов дневного и заочного отделений) / Борисюк М.В., Мирненко Э.И., Захаренкова Н.С. – Донецк: ГОУ ВПО ДонНУ, 2016. – 95 с.

АДАПТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ВИДОВ *P. FICUS* L., В ИНТРОДУКЦИИ В ГОСУДАРСТВЕННОМ УЧРЕЖДЕНИИ «ДОНЕЦКИЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД»

Я.Ю. Никулина, Т.В. Демьяненко
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

В работе изучены морфометрические показатели и флуктуирующая асимметрия листа некоторых видов р. Ficus, произрастающих в интродукции в Государственном учреждении «Донецкий ботанический сад», для использования данных в рекомендациях по выращиванию р. Ficus.

Ключевые слова: ДЛИНА И ШИРИНА ЛИСТОВОЙ ПЛАСТИНКИ, ДЛИНА ЧЕРЕШКА ЛИСТА, ФЛУКТУИРУЮЩАЯ АСИММЕТРИЯ ЛИСТА, P. FICUS.

Morphometric indices and fluctuating asymmetry of a sheet of some species of g. Ficus, growing in the introduction in the State Institution "Donetsk Botanical Garden", for the use of data in the recommendations for the cultivation of the g. Ficus.

Keywords: LENGTH AND WIDTH OF THE SHEET PLATE, LENGTH OF THE SHEET OF THE SHEET, FLUCTUING ASYMMETRY OF THE LIST, G. FICUS.

В настоящее время ассортимент растений, который используется для озеленения закрытых помещений довольно разнообразен. Интересной с точки зрения экологии и морфологии является группа лиановидных растений, которую все чаще используют в современном фитодизайне. К тому же лианы по санитарно-гигиеническим, хозяйственным и декоративным качествам не только не уступают деревьям, кустам и травянистым растениям, но в отдельных случаях, превосходят их.

Так, незаменимыми для использования в озеленении закрытых помещений являются тропические и субтропические декоративно-лиственные лиановидные растения, а именно виды р. *Ficus* L. Высокая декоративность фикусов обусловлена листьями, которые очень разнообразны и по окраске, и по форме. Однако информации об изменениях или стабильности морфометрических показателей листовых пластинок в настоящее время недостаточно, а она является необходимой для характеристики приспособленности к условиям среды и оценки декоративности. Целью данной работы является изучение флуктуирующей асимметрии и морфометрических показателей листа тропических и субтропических декоративно-лиственных лиановидных растений на примере видов р. *Ficus*, произрастающих в различных условиях освещения защищенного грунта Государственного учреждения «Донецкий ботанический сад» (ГУ ДБС).

Было исследовано два вида р. *Ficus*. Для фикуса карликового (*F. pumila* L.) характерны два типа листьев: ювенильные (молодые) листья округло-сердцевидной формы, от 2,5 до 4 см длиной, и около 2 см шириной, поверхность листа плотная, гладкая или морщинистая; возрастные, появляются у взрослых растений, они значительно крупнее от 7 до 10 см длиной, более жесткие, с выраженным жилкованием с нижней стороны (рис. 1. А). Фикус чешуйчатый (*Ficus ramentaceae* Roxb. R. Br.) имеет довольно крупные листья, овально-ланцетные с сердцевидным основанием, 6-7 см длиной, 2-3 см шириной (рис. 1. Б) [3].

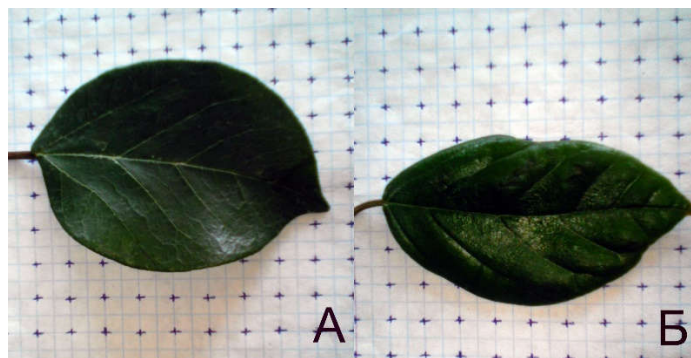


Рис. 1 - Внешний вид листа видов р. *Ficus* L.: А - *Ficus pumila* L.;
Б - *Ficus ramentaceae* Roxb. R. Br

Исследуемые виды р. *Ficus* удерживаются в условиях защищенного грунта ГУ ДБС, и поскольку им приходится расти в условиях, отличных от природных, то установление адаптивных признаков и их интродукционная оценка имеют не только теоретическое, но и практическое значение. Одним из показателей адаптивности признаков считают флуктуирующую асимметрию, и рассматривают ее как проявление адаптивного морфогенеза листьев в экстремальных условиях. Флуктуирующая асимметрия считается следствием несовершенства онтогенетических процессов, неспособностью организмов развиваться точно определенными путями. Такие отклонения недетерминированы генетически и, соответственно, в общем, зависят от внешних условий [1]. Флуктуирующая асимметрия является проявлением незначительных и ненаправленных морфологических отклонений, которые находятся в пределах определенного ареала и существенно не влияют на жизнедеятельность.

В результате проведенных исследований рассчитаны различные морфологические показатели листовых пластинок исследуемых видов р. *Ficus*. а именно, *F. pumila* и *F. ramentaceae*. С каждого листа снимались показатели по 5 параметрам с левой и правой стороны листа по общепринятым методикам [1].

Относительную величину между значениями признаков слева и справа (Y) находили по формуле: $Y = (X_{л} - X_{п}) / (X_{л} + X_{п})$, среднее относительное различие между сторонами в соотношении к признаку каждого листа $Z = (Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5) / N$, где N – число признаков. Среднее относительное различие, деленное на признак для всей выборки (X), определялось по формуле: $X = Z / n = (Z_1 + Z_2 + \dots + Z_n) / n$, где n – число значений Z, т.е. число листьев. Полученный показатель характеризует степень асимметричности листьев. Для определения данного показателя принята пятибалльная шкала отклонения от нормы, согласно этой шкале 1 балл – условная норма, а 5 баллов – критическое состояние. Результаты исследований представлены в таблице 1.

В результате установили, что интегральный показатель стабильности развития (степень асимметричности листа - Q) у *F. pumila* составил 0,0678, что соответствует 4 баллам по пятибалльной шкале, а у *F. ramentaceae* составил 0,0589, что соответствует 2 баллам.

Таблица 1 – Величина асимметрии листа у видов р. *Ficus* L. в интродукции в ГУ ДБС

Вид	N листа	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Z
<i>Ficus pumila</i> L.	1	0	0,012	0,070	0,040	0,018	0,028
	2	0	0,034	0,210	0,063	0	0,061
	3	0,060	0,023	0,180	0,029	0,043	0,067
	4	0,040	0,036	0,100	0,090	0,027	0,059
	5	0,040	0,060	0,160	0,190	0,100	0,110
	6	0	0,028	0,064	0,040	0,010	0,028
	7	0,075	0,077	0,070	0,071	0,009	0,060
	8	0	0,045	0,048	0,330	0,053	0,095
	9	0,042	0,026	0,125	0,230	0	0,085
	10	0,043	0,093	0,100	0,130	0,061	0,085
<i>Ficus ramentaceae</i> Roxb. R. Br	1	0,026	0,019	0,071	0,130	0	0,050
	2	0,048	0,046	0,050	0,048	0,027	0,044
	3	0	0	0,200	0,070	0	0,054
	4	0,042	0,013	0,087	0,290	0,029	0,092
	5	0	0,055	0,086	0,063	0	0,041
	6	0,087	0,125	0,040	0,330	0,038	0,124
	7	0	0,016	0,032	0,200	0	0,050
	8	0,090	0	0,100	0,053	0	0,049
	9	0,048	0,046	0,050	0,048	0,027	0,044
	10	0	0,055	0,086	0,063	0	0,041

Примечание: Y – относительная величина между значениями признака слева и справа; Z – среднее относительное различие между сторонами в соотношении к признаку каждого листа

Проводимые ранее исследования морфологических показателей листков у видов р. *Ficus* в различных условиях освещения, выявили значительную лабильность длины и ширины листовой пластинки. При этом и у *F. ramentaceae*, и у *F. pumila* в условиях затенения при увеличении длины листовой пластинки, будет увеличиваться и ее ширина [2].

Результаты представленной работы свидетельствуют о том, что у *F. pumila* морфометрические показатели листа значительно дольше приходят в норму при изменении условий произрастания, а у *F. ramentaceae* процесс адаптации, на примере листьев, проходит быстрее.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Захаров В. М. Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ (оценка стабильности развития живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур) / В. М. Захаров. – М.: Научно-методический центр, - 2003. – 60 с.

2. Никулина Я. Ю., Демьяненко Т. В. Зависимость морфометрических показателей листа от условий освещенности у некоторых видов рода *Ficus* L. // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». – Донецк: ДонНУ, 2017.

3. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Фигус>

ПЕРСПЕКТИВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЕКОРАТИВНЫХ ВИДОВ И СОРТОВ РОДА *FESTUCA* L. В ТЕХНОГЕННЫХ УСЛОВИЯХ ГОРОДА ДОНЕЦКА

К.В. Коссе, О.А. Гридько

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

Проанализирована перспектива использования декоративных видов и сортов рода Festuca L. в техногенных условиях города Донецка. Установлено биоморфологическое разнообразие, декоративные качества, хозяйственно-биологические признаки и способы использования злаков в различных типах оформления ландшафтов.

Ключевые слова: БИОРАЗНООБРАЗИЕ РАСТЕНИЙ, ДЕКОРАТИВНЫЕ ЗЛАКИ, ПЕРСПЕКТИВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ, КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА, ОФОРМЛЕНИЕ ЛАНДШАФТОВ

It has been analyzed a new prospect of using the decorative kinds and sorts of Festuca L. in technogenic conditions of the city Donetsk. It has been stated the biomorphological variety, decorative qualities, economic-biological symptoms and ways to use the grass in different types of landscape designs.

Keywords: BIODIVERSITY OF PLANTS, ORNAMENTAL GRASSES, PERSPECTIVE USE, INTEGRATED ASSESSMENT, DESIGN OF LANDSCAPES

В техногенных условиях города Донецка весьма важной является проблема сохранения биоразнообразия растений и оздоровления окружающей среды (Глухов, Гридько, 2016). Формирование благоприятных условий влияет на психофизическое и эмоциональное состояние человека и является необходимым в период интенсивного роста антропогенной нагрузки. Таким образом, важную роль в решении этих проблем играет озеленение, при помощи которого можно регулировать эти параметры и приблизить их к оптимальным.

Семейство злаков Poaceae Barnh. – является одним из наиболее крупных семейств покрытосеменных растений. Помимо того что злаки достаточно широко используются в хозяйственном отношении они не менее применимы в качестве декоративных растений.

Выбор декоративных злаков велик, существует более 200 различных видов. Они могут как выступать в качестве солитера - растения, которое растет на газоне в полном одиночестве, так служить в качестве дополнения ландшафтных композиций. Они украшают рокарии и альпийские горки, эффектно смотрятся у водоемов, обрамляют края клумб. В осеннюю и зимнюю пору сад не будет пустовать. Неприхотливые метелки растут до заморозков и даже сухими сохраняют декоративность.

Еще один важный момент, в который раз подтверждающий перспективу использования декоративных злаков на ландшафтах нашего города – они привлекательны в любую пору года: весной образуют сочные ковры, которые летом и осенью наряжаются в замысловатые метелки и колоски, а с наступлением зимы под покровом снега создают сказочные рельефы, придающие местности особой таинственности.

Современные тенденции цветочно-декоративного оформления ландшафтов направлены в сторону максимального приближения насаждений к естественному типу. Среди большого разнообразия декоративных растений, используемых в озеленении города, особое место занимают декоративные представители семейства Poaceae Barnh.,

применяемые в качестве самостоятельных композиционных элементов (Кудина, Качур, 2005). Неотъемлемым элементом при оформлении композиций в природном стиле является использование декоративных видов рода *Festuca* L.

Род *Festuca* (овсяница) является одним из самых крупных и наиболее сложных родов семейства Poaceae. Представители этого рода широко распространены в холодных, умеренно – теплых и субтропических странах обоих полушарий, а также в горных районах тропиков и обладают достаточно широкой экологической пластичностью. Поскольку некоторые представители семейства являются доминантами степных фитоценозов, большинство из них адаптированы к природно – климатическим условиям региона.

В связи с экстремальными условиями существования, виды рода *Festuca* обладают высокой засухоустойчивостью и относительной зимостойкостью. Наличие специфических экологических особенностей, оригинальных декоративных качеств и хозяйственно – биологических признаков заслуживает широкого внедрения видов и сортов рода *Festuca* при составлении композиций для озеленения различных архитектурно-ландшафтных объектов города Донецка.

Объектами исследования выделены следующие виды и сорта: *Festuca cinerea* Vill. 'Frühlingsblau', *F. gautieri* (Hack.) K. Richt., *F. glauca* Lam. и *F. glauca* Lam. 'Elijah Blue'.

F. cinerea – многолетний плотнокустовой злак, формирует компактные вертикально раскидистые дерновины 46 – 52 см с высотой генеративных побегов 34 – 46 см. Соцветие – колосовидная метелка длиной 6 – 10 см, в течение декоративного периода меняет окраску от серо-зеленого до светло-фиолетового. По мере созревания зерновок соцветия приобретают золотистый оттенок. Листовая пластинка продольно свернута, узкая, длиной 3 – 6 см, шириной 0,1 см. Полуверховой злак. Период колошения и цветения в засушливых условиях г. Донецка приходится на конец мая – июнь. Сорт 'Frühlingsblau' характеризуется серебристо-синей окраской листьев и побегов.

F. gautieri – многолетний плотнокустовой злак, формирует компактные дернинки высотой 12 – 18 см с высотой единичных генеративных побегов 17 – 32 см. Соцветие – колосовидная метелка длиной 5,0 – 7,5 см. Листья узкие, продольно свернуты, жесткие, игловидные длиной и шириной соответственно 3 – 6 и 0,1 см ярко-зеленой окраски. Низовой злак. Период колошения и цветения в условиях г. Донецка – конец мая-июнь, однако растение декоративно в течение года из-за формы дерновины.

F. glauca – многолетний плотнокустовой злак, формирует компактные вертикально раскидистые дернинки 37 – 55 см с высотой генеративных побегов 26 – 46 см. Соцветие – колосовидная метелка длиной 6 – 10 см, в течение декоративного периода меняет окраску от светло-зеленого до красно-фиолетового. По мере созревания зерновок соцветия приобретают золотистый оттенок. Листовая пластинка продольно свернута, узкая, длиной 4 – 6 см, шириной 0,1 см с характерным сизым оттенком. Полуверховой злак. Период колошения и цветения – конец мая-июнь. Сорт "Elijah Blue" характеризуется более интенсивной сизо-голубой окраской листьев; окраски соцветия меняется от зеленого, темно-розового до золотистого.

Изученные представители рода *Festuca* не теряют эстетический и декоративный эффект в течение всего года; в зимний период сохраняют привлекательный вид за счет окраски листьев и формы дерновины. Кроме того, растениям присуща сезонная декоративность, т.к. меняют окраску надземной части до пурпурных и красных оттенков.

Поскольку большинство видов семейства Poaceae является интродуцентами, следовательно их эколого-биологические особенности нуждаются в более детальном изучении при влиянии техногенных условий города Донецка.

В результате комплексной оценки хозяйственно-биологических признаков (Глухов, Гридько, 2012) выделены следующие группы: по устойчивости растений к воздействию погодных факторов, обильности цветения и возможности использования злаков в аранжировке сухих букетов.

На эстетический и декоративный вид злаков первостепенное значение оказывает устойчивость растений к воздействию погодных факторов. Устойчивость дерновины к полеганию зависит от особенностей строения стебля, развития в нем механической ткани. По данному признаку исследованные растения отнесли к устойчивой группе – во время сильных ливней растения сохраняют присущую архитектонику дерновины.

Обильность цветения декоративных злаков обусловлена количеством соцветий на генеративном побеге, причем большое количество соцветий имеют растения, генеративные побеги которых способны к ветвлению. Поскольку у изученных объектов ветвление надземной части отсутствует, поэтому единичное количество соцветий у *Festuca cinerea* Vill. 'Frühlingsblau', *F. gautieri* (Hack.) K. Richt., *F. glauca* Lam. и *F. glauca* Lam. 'Elijah Blue' определяется количеством генеративных побегов.

Некоторые виды и сорта злаков можно использовать в сухих букетах. Такие соцветия длительное время сохраняют форму, окраску и не требуют специальных методов высушивания. Важнейшим требованием остается длительность сохранения соцветия и устойчивость их к осыпанию. По данному признаку *F. cinerea* 'Frühlingsblau', *F. glauca* и *F. glauca* 'Elijah Blue' относится к группе с длительным сохранением соцветия, в отличие от *F. gautieri*, поскольку переход к генеративной фазе развития отмечено лишь в годы с благоприятными климатическими условиями.

Биоморфологическое разнообразие, высокая декоративность, растянутые сроки цветения позволяют использовать виды и сорта рода *Festuca* в различных типах оформления. В зависимости от особенностей растений злаки могут быть использованы в групповых посадках, миксбордерах, альпийских и каменистых горках, в качестве почвопокровных растений, а также при условии создания бордюров. Следовательно, декоративные злаки рода *Festuca* многофункциональные, значит одно и то же растение можно использовать в качестве различных акцентов при составлении композиций для озеленения промышленных условий г. Донецка.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Глухов О.З. Гридько О.О. Інтродуковані декоративні злаки в умовах південного сходу України. – Донецьк, 2012. – 240 с.
2. Глухов А.З., Гридько О.А. Использование декоративных видов и сортов семейства Poaceae Barnh. в зеленом строительстве г. Донецка // Охрана, восстановление и изучение степных экосистем в XXI веке: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня основания заповедника «Хомутовская степь». – Донецк: Издательство «Ноулидж», Донецкое отделение, 2016. – С. 87 – 89.
3. Кудина Г.А., Качур Л.Ю. Интродукция декоративных злаков и перспективы их использования в Донбассе // Промышленная ботаника. – 2005. Вып. 5. – С.39 – 45.

АНАЛИЗ ПЫЛЬЦЕВЫХ ЗЕРЕН СОРНО-РУДЕРАЛЬНЫХ ВИДОВ В ВОЗДУШНОЙ СРЕДЕ Г. ДОНЕЦКА

Н.С. Захаренкова

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

*В работе представлены результаты палинологического анализа экотопов г. Донецка. Определен статус пыльцевых зерен *Ambrosia artemisiifolia* L., *Artemisia vulgaris* L., *Atriplex patens* (Litv.) Iljin L. и *Diplotaxis muralis* (L.) DC. по показателю степени их дефектности.*

Ключевые слова: ПЫЛЬЦА, ЗАГРЯЗНЕНИЕ, СПЕКТР, СТАТУС.

The results of the analysis of architectural methods in the green construction of Donetsk are presented with the example of small compositions - rockeries

Keywords: ROCKARIUM, PHYTODESIGN, LANDSCAPE ARCHITECTURE

В условиях степного климата и повышенного уровня техногенных нагрузок в промышленном мегаполисе (г. Донецке) в летний и раннеосенний периоды формируются особые агрессивные состояния приземного слоя атмосферы, при которых факторы сухости воздуха и его запыленности превышают пределы выносливости систем человеческого гомеостаза, что отражается в появлении многочисленных неспецифических иммунных ответов.

Известно, что аллергические заболевания часто связаны с воздействием биологических и химических составляющих атмосферных аэрозолей. В составе аэрозолей природных воздушных сред существенными являются пыльца растений и споры грибов, поэтому очень важным становится проведение аэропалинологических исследований по диагностике разных участков жилых и рекреационных зон районов г. Донецка.

Пыльцевой анализ – это метод исследования, позволяющий определять репродуктивный потенциал растений по характерным морфологическим особенностям пыльцевых зёрен: размеру, рисунку экзины пыльцевого зерна, его фертильности и жизнеспособности.

В указанном блоке исследований палинологический материал собирали в первые декады месяцев с июня по сентябрь в центральных районах г. Донецка. Мониторинговая сетка была ориентирована вдоль центральных улиц города, были сформированы скелетные блоки информационных постов общей сети наблюдений. Сбор осадочного материала проводили на липких лентах в соответствии с регионально адаптированными методиками [2].

Список пробных площадей: 1) центральная часть бульвара Пушкина; 2) Городской парк культур и отдыха (парк Ленинского комсомола); 3) парк Победы (набережная р. Кальмиус, Калининский район); 4) центральный парк культуры и отдыха им. А.С. Щербакова; 5) пересечение улицы Щорса и проспекта Ватутина; 6) пересечение проспекта Ильича и улицы Марии Ульяновой; 7) пересечение бульвара Шевченко и бульвара Шахтостроителей; 8) пересечение проспекта Мира и проспекта Червоногвардейский; 9) пересечение улицы Артема и проспекта Ильича; 10) пересечение улицы Артема и бульвара Шевченко.

На каждом из выбранных участков (площадь 100 м²) с 30 растений, отобранных случайным образом, собирали пыльники со зрелой пылью, затем фиксировали их в растворе Чемберлена [2]. Для окрашивания пыли использовали краситель – метиленовый синий.

Анализ приготовленного препарата проводили на микроскопе МБР при малом увеличении (10 x 16). Подсчет нормальной и дефектной пыльцы проводили в соответствии с методикой [1]. Предельно допустимый показатель СДП (отношение количества зерен с дефектами к общему их количеству в поле зрения), выраженный в процентах, соответствует индексу 10. Статус зерен доминирующих палиноспектров определяли по показателю СДП (табл. 1, 4).

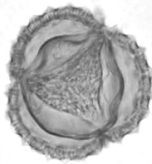
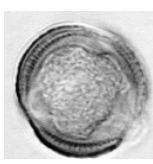
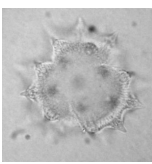
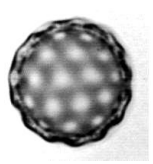
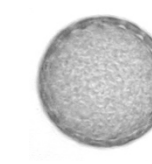
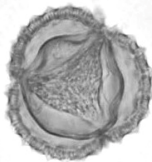
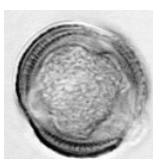
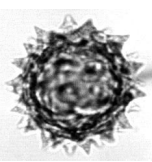
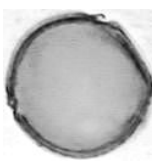
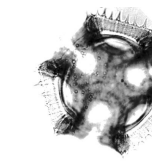
Таблица 1 - Показатели степени дефектности пыльцы *Ambrosia artemisiifolia* L. и *Artemisia vulgaris* L. в экотопах г. Донецка

Пробная площадь	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.		<i>Artemisia vulgaris</i> L.	
	M ± m	CV, %	M ± m	CV, %
1	1,90±0,10	12,64	2,46±0,12	11,10
2	2,55±0,14	17,52	2,71±0,15	13,77
3	4,10±0,10	7,71	4,10±0,09	5,85
4	4,10±0,19	7,71	3,37±0,09	4,15
5	23,37±0,14	1,95	22,90±0,10	4,83
6	22,25±0,16	2,28	25,20±0,14	4,81
7	24,80±0,15	1,61	20,68±0,18	3,10
8	30,38±0,26	2,53	26,82±0,15	4,94
9	17,29±0,09	1,56	20,55±0,22	4,91
10	15,89±0,11	2,35	17,14±0,27	4,07

*Примечание: M±m — среднее арифметическое значение, CV — коэффициент вариации признака

Для первой декады августа на лентах палиноборов идентифицированы следующие виды: *Ambrosia artemisiifolia* L., *Artemisia vulgaris* L., *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen., *Atriplex patula* L., *Echium vulgare* L., *Chenopodium album* L., *Cichorium intybus* L., *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Plantago major* L., *Galinsoga parviflora* Cav., *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip., *Grindelia squarrosa* (Purch) Dunal, *Hyoscyamus niger* L., *Stenactis annua* Nees., *Lactuca tatarica* (L.) C. A. Mey., *Plantago lanceolata* L., *Centaurea diffusa* Lam., *Atriplex micrantha* C.A. Mey., *Melilotus officinalis* (L.) Pall., *Polygonum aviculare* L., *Polygonum patulum* M. Bieb., *Sonchus arvensis* L. Летние месяцы в г. Донецке характеризуются доминированием в палиноспектрах представителей семейства Asteraceae.

Таблица 2 - Соотношение палиноструктур в спектре доминантных видов селитебных экотопов г. Донецка первой декады августа, %

Обобщенные данные по мониторинговым точкам 1-4					
					
более 45	8-11	7-10	5-7	5-6	4-5
<i>Ambrosia</i>	<i>Artemisia</i>	<i>Cyclachaena</i>	<i>Atriplex</i>	<i>Echium</i>	<i>Chenopodium</i>
Обобщенные данные по мониторинговым точкам 5-10					
					
более 35	6-8	6-8	6-7	4-5	3-5
<i>Ambrosia</i>	<i>Artemisia</i>	<i>Cirsium</i>	<i>Echium</i>	<i>Plantago</i>	<i>Cichorium</i>

Доминантный палиноспектр первой декады сентября содержит следующие виды: *Ambrosia artemisiifolia* L., *Atriplex patens* (Litv.) Iljin, *Diplotaxis muralis* (L.) DC., *Artemisia vulgaris* L., *Chenopodium album* L., *Echium vulgare* L., *Sonchus arvensis* L., *Brassica campestris* L., *Stenactis annua* Nees. Такой спектр обусловлен осенней ревитализацией представителей некоторых видов урбанофлоры, особенно семейства Brassicaceae (табл.3).

Таблица 3 - Соотношение палиноструктур в спектре доминантных видов селитебных экотопов г. Донецка первой декады сентября, %

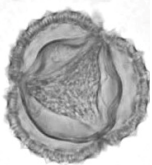
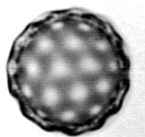
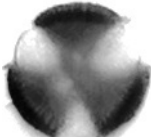
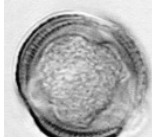
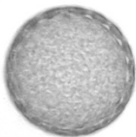
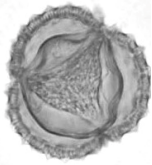
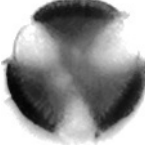
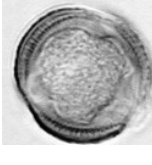
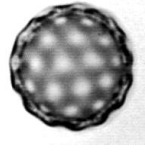
Обобщенные данные по мониторинговым точкам 1-4					
					
25-40	15-19	10-12	4-5	4-5	3-5
<i>Ambrosia</i>	<i>Atriplex</i>	<i>Diplotaxis</i>	<i>Artemisia</i>	<i>Chenopodium</i>	<i>Echium</i>
Обобщенные данные по мониторинговым точкам 5-10					
					
25-32	17-30	5-8	5-8	5-6	4-6
<i>Ambrosia</i>	<i>Diplotaxis</i>	<i>Artemisia</i>	<i>Atriplex</i>	<i>Echium</i>	<i>Chenopodium</i>

Таблица 4 - Показатели степени дефектности пыльцы *Atriplex patens* (Litv.) Iljin L. и *Diplotaxis muralis* (L.) DC. в экотопах г. Донецка

Пробная площадь	<i>Atriplex patens</i> (Litv.) Iljin		<i>Diplotaxis muralis</i> (L.) DC.	
	M ± m	CV, %	M ± m	CV, %
1	2,60	9,07	3,10	10,47
2	2,65	12,05	3,61	9,05
3	4,49	12,34	5,03	12,12
4	2,00	11,82	3,42	9,57
5	18,44	5,08	33,50	4,54
6	18,40	6,69	32,55	4,10
7	16,95	4,01	30,04	3,65
8	22,41	5,37	29,04	3,00
9	21,05	4,70	30,56	4,50
10	12,36	4,86	25,90	4,11

*Примечание: M±m — среднее арифметическое значение, CV — коэффициент вариации признака

Минимальный показатель СДП выявлен для пыльцы, собранной на пробных площадях рекреационных зон, максимальный — на перекрестках и обочинах проезжих коммуникаций улиц Донецка. При определении видоспецифичной реакции пыльцы четырех изученных видов отмечено, что показатель СДП коррелирует с уровнем нарушенности местопроизрастания и сопряжен с частотой встречаемости видов сорно-рудеральной фракции урбанофлоры. Таким образом, палинологические спектры отражают видовую специфику местности, сезонно и локально-экотопически стабильны, выгодны для диагностических задач и оценки загрязнения воздушных масс в промышленном мегаполисе; Такая диагностика важна для проведения комплексного экологического мониторинга в регионе.

ОХРАНА ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ

А.В. Головки, А.Е. Кусков

Донецкая академия управления и государственной службы
при Главе Донецкой Народной Республики

В докладе проанализированы роль и проблемы лесных ресурсов. Выявлены оптимальные пути решения некоторых из них.

Ключевые слова: ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО, ГОСЛЕСФОНД, ЛЕСОНАСАЖДЕНИЯ, ЭКОЛОГИЯ.

The report analyzes the role and challenges of forest resources. The optimal solutions of some of them.

Keywords: FORESTRY, FOREST RESOURCE, AFFORESTATIONS, ECOLOGY.

Проблема истребления лесов в нашем регионе не нова. О ней уже много сказано, написано книг и статей, но в основном её рассматривают вместе с другими экологическими проблемами.

В процессе развития лес выполняет ряд функций: накапливает солнечную энергию, вырабатывает кислород и регулирует газовый состав атмосферы, регулирует гидрологический режим территории - способствует задержанию влаги на полях, регулирует уровень грунтовых вод и воды в реках, активно участвует в почвообразовательном процессе, является источником древесины и вторичной продукции, является убежищем и жилищем для птиц и животных и т.д.

На протяжении длительного времени Донецкий кряж считался островком лесостепи среди степей. Лесные массивы с преобладающей долей акации, ясеня, клена, дуба, бересклета, бузины и лесной груши встречаются здесь в основном по балкам (байрачные леса). На дне балок часто растут ива и осина. Травостой байрачных лесов составляют шалфей, фиалки, донник, чистотел, одуванчик, арум, колокольчик, живокость, на дне балки можно встретить хвощи и папоротники.

Для нашей Республики лес играет огромную роль, так как является основным регулятором равновесия биосферы: задерживает пыль, очищает воду и регулирует водосток, снижает шум, смягчает вредоносность ядовитых химических загрязнений, является источником топлива, древесины, ягод, лекарственных растений, является убежищем для большого количества животных и птиц.

Два с половиной - три века назад площадь республики была покрыта лесами на 48 %. Однако в силу мощного антропопрессинга в регионе она снизилась сегодня почти в десять раз.

Функцию защиты и охраны лесов республики осуществляют государственные предприятия лесного хозяйства, которые в свою очередь представлены лесхозами и лесничествами, подчиняющимися главному управлению лесного и охотничьего хозяйства. Основные направления экологической деятельности данных предприятий:

1. Проведение мероприятий по восстановлению лесов и повышению их продуктивности;
2. Сохранение и улучшение состояния водоохранных и защитных лесов;
3. Улучшение состояния и повышение продуктивности лесов с проведением для этой цели санитарных рубок и рубок ухода за лесом;
4. Охрана лесов и защитных лесонасаждений от незаконных рубок и повреждения;
5. Охрана и защита лесонасаждений от пожаров, болезней и вредителей;
6. Учет и организация побочного использования гослесфонда;

7. Обеспечение наиболее рациональной разработки и использования по назначению древесины, получаемой от рубок, ведение сельского хозяйства;

8. Учет государственного и охотничьего фонда и регистрация всех изменений в его составе;

9. Ведение заповедного дела;

10. Популяризация среди населения значения для народного хозяйства лесов.

Однако существует большое количество проблем, которые непосредственно влияют на экологическую ситуацию Донецкой Народной Республики. А именно:

1. Изношенность основных фондов промышленной и транспортной инфраструктуры;

2. Недостаточная сформированность институтов гражданского общества в сфере охраны окружающей среды;

3. Интенсивное усыхание леса;

4. Большое количество незаконных рубок;

5. Засорение лесонасаждений твердыми бытовыми отходами;

6. Незначительные штрафы за лесонарушения.

Многие из выше перечисленных проблем могут быть решены только на республиканском уровне, путем изменения законодательства и ужесточения мер пресечения за лесонарушения. На уровне предприятия можно решить две проблемы: проблему усыхания и вырубки леса и проблему несформированности гражданских институтов в области экологии.

Создание питомника.

Охрана лесных ресурсов - система научно обоснованных биологических, лесотехнических, административных, правовых и иных мер, закреплённых в лесном законодательстве и направленных на сбережение, рациональное использование и воспроизводство лесов для усиления их природоохранных, средозащитных, климаторегулирующих, хозяйственных и других полезных природных свойств. Охрана лесных ресурсов осуществляется на базе Конституции ДНР и закона ДНР «Об охране окружающей среды».

Немаловажное значение имеет рациональное использование и восстановление лесного фонда. В целях охраны лесов необходимо: экономное и более полное использование древесины, идущей на нужды народного хозяйства; защита лесов от пожаров, вредителей, других неблагоприятных природных факторов; правильное нормирование рубок.

На данный момент леса республики находятся в критическом положении. Игрет роль в этом преклонный возраст лесонасаждений, пожары и военная ситуация. По первой причине следует, что многие растения прекратили свой рост и разрушаются. Вторая причина самая серьезная т.к. наносит значительный ущерб лесным массивам. А третья причина - вырубка леса, осуществляемая военными и гражданскими лицами для обогрева своего временного местонахождения и жилища соответственно; гибель участков леса (флоры и фауны) от разрывов снарядов и их возможного воспламенения.

Для целесообразности решения проблемы усыхания и вырубки леса следует создать питомник, деятельность которого будет направлена не только на реализацию семян и саженцев, но и на создание новых лесонасаждений. Такой питомник имелся на территории Дзержинского лесничества и обеспечивал саженцами для высадки всю территорию области, но в связи с военной обстановкой он остался за пределами республики и на данный момент находится под юрисдикцией Украины.

В целях повышения эффективности работы питомника необходимо учесть ряд факторов. Т.к. многие растения могут не прижиться после их высадки из питомника, то

следует выращивать наиболее неприхотливые породы деревьев. Такими являются акация и тополь. Так же можно выращивать растения в отдельных контейнерах, что позволит сохранить в целостности корневую систему и повысит приживаемость при высадке.

Создание питомника позволит:

1. Улучшить возрастную структуру лесопосадок;
2. Восстановить лесополосы вдоль железнодорожных и автомагистралей;
3. Увеличить объем и площади лесного фонда;
4. Разнообразить и улучшить видовой состав за счет перспективных высокопродуктивных интродуцентов.

Создание лесной школы.

К сожалению, у нашего населения недостаточны экологическая культура и воспитание. Во многих странах экообразование внедряют уже в детских садах для детей начиная с трехлетнего возраста.

Современная экологическая ситуация в ДНР побуждает к деятельности в сфере экологического воспитания общества. Основной целью образования в области окружающей среды является формирование экологической культуры личности как формы регуляции взаимоотношений человека с природой.

Экологическая культура характеризуется:

- всесторонними глубокими знаниями об окружающей среде (природной и социальной);
- наличием мировоззренческих ценностных ориентаций по отношению к природе;
- экологическим стилем мышления и ответственным отношением к природе и своему здоровью ;
- приобретением умения и опыта решения экологических проблем (прежде всего на местном и локальном уровнях);
- непосредственным участием в природоохранной деятельности;
- предвидением возможных негативных отдаленных последствий природопреобразующей деятельности человека.

Таким образом, экологическая культура проявляется в сознании, мышлении, поведении и деятельности личности.

Но для качественного обучения необходимо обеспечить экологическую грамотность педагогических кадров. Для этого следует создать учебно-методическую базу развития системы непрерывного экологического образования, что сегодня является актуальной проблемой педагогической теории и практики образовательных учреждений.

Именно такой грамотностью в сфере природопользования и обладают работники лесхозов и лесничеств, поэтому создание «Лесной школы» целесообразно реализовать именно при таких учреждениях.

Основная деятельность «Лесной школы»:

1. Посещение школ работниками лесничества для проведения ознакомительных лекций и природоохранной пропаганды;
2. Создание кружков при лесничествах для школьников;
3. Проведение агитационных акций и выставок;
4. Проведение экскурсий и туристических слетов.

Таким образом, создание «Лесных школ» и лесопитомников - верное и эффективное направление в сфере экологизации нашей Республики.

ВИДОВОЙ СОСТАВ ФИТОПЛАНКТОНА ПРУДОВ Г. ДОНЕЦКА

Э.И. Мирненко

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

В работе представлены данные о составе фитопланктона прудов г. Донецка. На основании идентифицированных видов выделены доминирующие отделы водорослей и частота встречаемости фитопланктона.

Ключевые слова: фитопланктон, пруды, г. Донецк

The article presents data on the composition of phytoplankton ponds in Donetsk. Based on certain species, the dominant algal areas and frequency of occurrence of phytoplankton are identified.

Keywords: phytoplankton, ponds, Donetsk.

В связи со сложившейся неблагоприятной экологической обстановкой в Донбассе важным является биомониторинг природных объектов. Негативные последствия антропогенной деятельности все в большей степени сказываются на экологической ситуации, но наиболее сильно страдает гидросфера. Проблема качества воды занимает особое место в системе охраны природы и здоровья населения. Сточные воды промышленных и сельскохозяйственных производств, бытовые канализационные стоки являются основной причиной загрязнения гидросферы. Поэтому во всех промышленно развитых странах мира проводятся интенсивные работы по борьбе с загрязнениями водных объектов, охране гидросферы, внедрению прогрессивных технологических методов очистки воды.

Водохранилища — это сложные объекты, они одновременно природные экосистемы, инженерные сооружения, и хозяйственные объекты, которые динамично развиваются как природные объекты, хотя создаются и контролируются человеком, представляя собой теоретический и практический интерес [1].

Водохранилища в Донбассе играют существенную роль в инфраструктуре многих объектов промышленности, сельского хозяйства и т.д. Являясь единственными резервуарами воды, они отличаются своеобразием и специфическими чертами развития, которые определяются, прежде всего, исходными условиями создания гидрологических объектов. Водохранилища в Донбассе создаются на уникальных по плодородию грунтах, смыв с которых определяет эвтрофирование уже на первых этапах создания водохранилища. В условиях высокого обеспечения биогенными элементами сообщества автотрофных организмов формируются быстро и включают изначально космополитные виды. Кроме того, водохранилища в Донбассе отличаются особым гидрологическим режимом, основной чертой которого является крайне быстрый оборот больших объемов воды, на хозяйственные нужды и высокий коэффициент испарения с поверхности самого объекта и поверхности его водосбора.

Для Донбасса наиболее характерны водохранилища равнин.

Материалом для исследования послужили пробы фитопланктона, которые отбирали в прудах города Донецка. В Прудах Донецкого ботанического сада НАН Украины №3 – 6, в Первом и Втором городском пруду, а также в Ветковских прудах №1 и №2.

Пруды Донецкого ботанического сада, не находясь в эксплуатации промышленных предприятий, и не принимают стоков предприятий, имеют приблизительно одинаковые размеры.

Первый городской пруд выполнял, роль водохранилища Юзовского металлургического завода. Первый и Второй городской пруд были созданы на реке Скоморошина (Бахмутка) после того как заводу перестало хватать воды из водохранилища на реке Кальмиус. Кроме воды из Скоморошинки пруд наполнялся также водой из р. Кальмиус посредством семи насосов. Для питья вода не использовали никогда.

Ветковские пруды являются сточными, находятся в жилой зоне, вблизи отсутствуют промышленные предприятия, поэтому они не находятся в эксплуатации промышленных предприятий. Поскольку все пруды находятся в промышленном центре, то они постоянно испытывают антропогенную нагрузку.

Сбор фитопланктона осуществляли двумя общепринятыми методами. При достаточном развитии фитопланктона из исследуемого водоема (толщи воды) отбирали по 2–10 дм³ воды с последующим концентрированием. Вторым методом сбора было фильтрование через планктонную сеть. Сгущение проб фитопланктона осуществляли методами фильтрования и центрифугирования.

Изучение качественного состава фитопланктона проводили в препаратах раздавленной капли с помощью светового микроскопа с соблюдением правил микроскопирования. Основой определения видовой принадлежности водорослей служил сравнительно–морфологический анализ образцов. Определяли, прежде всего, те виды, которые могут изменять морфологические параметры (форму, изменять или терять окраску, терять жгутики, изменять их форму, др.) под действием фиксатора [2].

Определение видового состава проводили по общепризнанным определителям водорослей для пресных вод. Анализируя видовую принадлежность, отмечали любые отклонения от морфологической формы, среднего размера, окраски видов водорослей, указанные в определителе или атласе.

В результате проведенных исследований в прудах было выявлено 154 видов, водорослей, которые относятся к 6 отделам, 11 классам, 23 порядков, 43 семейств, 60 родов (табл. 1). Наибольшим видовым богатством характеризовался отдел *Chlorophyta* (60 видов), на втором месте по количеству видов *Bacillariophyta* (39 видов), меньшее количество видов было отмечено для *Cyanoprocaryota* (37 вида). Систематическая структура водорослей фитопланктона приведена в табл. 1.

Таблица 1 - Систематическая структура водорослей фитопланктона

Отделы	Количество				
	классов	порядков	семейств	родов	видов
<i>Cyanoprocaryota</i>	2	4	11	15	37
<i>Euglenophyta</i>	1	2	2	4	13
<i>Dinophyta</i>	1	1	1	1	2
<i>Xantophyta</i>	1	2	3	5	5
<i>Bacillariophyta</i>	2	9	12	16	39
<i>Chlorophyta</i>	4	5	14	29	60
Всего	11	23	43	60	154

Анализ проведен на основании оригинальных данных и данных литературы. Из общей суммы видов 67 были определены по пробам фитопланктона исследованных прудов в собственных исследованиях.

Наибольшим количеством классов характеризовались отделы *Chlorophyta* (4 класса). На втором месте *Bacillariophyta* и *Cyanoprocaryota* по два класса, для остальных отделов отмечено по одному классу.

По количеству порядков первое место занимал отдел *Bacillariophyta* (9 порядков), второе место у *Chlorophyta* (5 порядков) и *Cyanoprocaryota* (4 порядка). На третьем месте были отделы *Euglenophyta* и *Xantophyta*, представленные по 2 порядка каждый. У всех остальных отделов было отмечено по одному порядку в каждом.

Наибольшее количество семейств имел отдел *Chlorophyta* (14 семейств). меньшим количеством семейств характеризуется отдел *Bacillariophyta* (12 семейств), отдел *Cyanoprocaryota* имеет 11 семейств. Отдел *Xantophyta* представлен 3 семействами: у отдела *Euglenophyta* 2 семейства. И одним семейством охарактеризовались отделы *Dinophyta*.

По количеству родов также первое место занимал отдел *Chlorophyta* (29 родов). Для отдела *Bacillariophyta* было идентифицировано 16 родов. Меньшим количеством родов характеризовались отделы *Cyanoprocaryota* (15 родов), *Xantophyta* (5 родов), *Euglenophyta* (4 рода) и по одному роду было отмечено в отделах *Dinophyta*.

Наибольшим видовым богатством, характеризовался отдел *Chlorophyta* (60 видов), здесь наиболее часто встречались следующие виды: *Chlorella vulgaris* Beij., *Monoraphidium contortum* (Thur.) Kom-Legn., *Scenedesmus obliquus* Kütz. На втором месте по количеству видов отмечен отдел *Bacillariophyta* (39 видов), здесь наиболее часто встречались такие виды: *Diatoma vulgare* Bory, *Navicula pupula* Kütz.

Меньшее количество видов было идентифицировано для отдела *Cyanoprocaryota* (37 видов). Наиболее часто встречающимися видами в отделе *Cyanoprocaryota* были: *Merismopedia punctata* Meyen., *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend. Elenk., *Oscillatoria raphidioides* Morr.

Из представителей отдела *Euglenophyta* было определено 13 видов, из них наиболее часто встречались: *Euglena viridis* Ehr., *E. proxima* Dang.

Для отдела *Xantophyta* было идентифицировано 5 видов; наиболее часто встречались: *Tetraplectron tribulus* (Pasch.) Fott., *Gloeobotrys chlorines* Pasch.

Наименьшим видовым богатством охарактеризовался отдел *Dinophyta*.

При изучении альгофлоры прудов города Донецка наиболее часто встречались следующие виды: *Synechocystis aquatilis* Sauv., *Merismopedia punctata*, *Microcystis aeruginosa*, *M. pulvereae*, *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs., *Oscillatoria raphidioides*, *O. tenuis* Ag., *Euglena viridis*, *Melosira varians* Ag., *Diatoma vulgare*, *N. cryptocephala lacustris*, *Chlorella vulgaris*, *Oocystis lacustris* Chod., *Monoraphidium contortum*, *Scenedesmus obliquus*, *S. quadricauda* (Turp.) Breb.

Таким образом в водоемах г. Донецка было определено 154 вида, составлен систематический список водорослей, и выделены доминирующие отделы по количеству встречающихся видов.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Авакян А.Б. Водохранилища мира / А.Б. Авакян., В.А. Шарапов, В.П. Сатланкин и др / М., Наука, 1979. – 275 с.

2. Мирненко Э.И. Особенности «цветения» водоемов в городе Донецке / Э.И. Мирненко –LAP LAMBERT Academic Publishing is a trademark of: OmniScriptum GmbH & Co. KG 2015. - 93с.

3. Учебно-методическое пособие курсу «Гидробиология. Водные биоценозы и экосистемы. Часть 1» (для студентов дневного и заочного отделений) / Борисюк М.В., Мирненко Э.И., Захаренкова Н.С. – Донецк: ГОУ ВПО ДонНУ, 2016. – 95 с.

ФОРМОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ РОДА *JUNIPERUS* L. В ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ Г. ДОНЕЦКА

А.И. Андриященко¹, О.А. Гридько¹, Л.В. Хархота²
¹ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»
²ГУ «Донецкий ботанический сад»

*В докладе проанализировано формовое разнообразие видов рода *Juniperus* L. и их декоративные особенности в условиях г. Донецка. Даны рекомендации по использованию можжевельников в зеленом строительстве региона.*

Ключевые слова: ХВОЙНЫЕ РАСТЕНИЯ, КУЛЬТИВАРЫ, ДЕКОРАТИВНЫЕ КАЧЕСТВА, ОЗЕЛЕНЕНИЕ.

*The report analyzes the form diversity of species of the genus *Juniperus* L. and their decorative features in the conditions of the city of Donetsk. Recommendations for their use in landscape gardening in the region are given.*

Keywords: CONIFERS, CULTIVARS, DECORATIVE QUALITIES, GARDENING.

На сегодняшний день представители рода *Juniperus* L. (можжевельник) являются неотъемлемыми элементами ландшафтного оформления города Донецка. Такую популярность в использовании обеспечила устойчивость можжевельников к неблагоприятным факторам природной и урботехногенной среды, художественная выразительность, а также возможность их использования в различных типах зеленых насаждений.

Для решения архитектурно-композиционных задач в зеленом строительстве, кроме основных видов рода *Juniperus* используются их декоративные формы, называемые садовыми формами, или культиварами. Большинство из них возникло в садовой культуре, и представляют собой преимущественно морфологические отклонения от исходных видов, что является следствием соматических и семенных мутаций [1].

Специфические климатические условия Донбасса с низкими температурами зимой, весенними суховеями и засушливым летом являются достаточно жесткими для произрастания можжевельников. Поэтому для введения новых видов и форм рода *Juniperus* в зеленое строительство региона необходимы научный подход и использование результатов интродукционного испытания [1, 2].

Целью данной работы было обобщение опыта культивирования различных декоративных форм рода *Juniperus* в условиях зеленых насаждений Донбасса. Объектом изучения послужило формовое разнообразие следующих видов можжевельников: *Juniperus chinensis* L., *J. communis* L., *J. horizontalis* Moench., *Juniperus x media* P.J. Melle, *J. sabina* L., *J. scopulorum* Sarg., *J. squamata* Buch.-Ham. ex D. Don.

Род *Juniperus* – вечнозеленые одно- или двудомные небольшие деревья или кустарники. Листья (хвоя) в мутовках по 3, линейно-ланцетные. У молодых растений – игловидные, у взрослых мелкие, чешуевидные, прижатые к побегам. Микростробилы одиночные или по несколько, расположены в пазухах листьев на прошлогодних побегах, мегастробилы – на пазушных укороченных побегах или конечные, состоят из одной мутовки чешуевидных плодолистиков. Шишки не раскрывающиеся, с плотно сомкнутыми мясистыми чешуйками [1]. Все можжевельники светолюбивы, большинство из них отличаются засухоустойчивостью и нетребовательностью к почвенным условиям.

Ниже приводится таксономический состав 24 отобранных культурных форм у 7 видов можжевельников, прошедших успешную апробацию в коллекционных участках ГУ «Донецкий ботанический сад».

Juniperus chinensis L. – можжевельник китайский

'Blue alps' – быстрорастущий кустарник высотой до 4-5 м и диаметром кроны 1,5-2 м с серебристо-голубой хвоей, концы побегов свисающие;

'Spartan' – высокорослое дерево с пирамидальной формой кроны высотой до 10-15 м и диаметром кроны до 4,5-6 м, хвоя ярко-зеленого цвета;

Juniperus communis L. – можжевельник обыкновенный

'Blue Fox' – низкорослое дерево с компактной кроной, хвоя игольчатая, ярко сизо-зелёная;

'Hibernica' – низкорослое дерево высотой до 4-8 м с плотной веретенообразной кроной, хвоя игольчатая, мелкая, сизо-зелёная;

'Horstmann' – плакучая форма можжевельника, достигает высоты до 2,5-3 м при диаметре кроны 2 м. Ветви направлены вверх, на концах поникают. Хвоя зелёная, колючая;

'Repanda' – стелющийся плотный карликовый кустарник высотой до 0,3 м и диаметром до 1,5 м с неколючей, игольчатой серебристо-зеленой хвоей.

Juniperus horizontalis Moench – можжевельник горизонтальный

'Andorra compacta' – подушковидный карликовый кустарник высотой до 0,4 м и диаметром 2 м, ветви расположены очень густо, направлены горизонтально и немного приподняты;

'Blue chip' – стелющийся карликовый кустарник высотой 0,2 м и диаметром до 1,5 м с выпуклой серединой, хвоя чешуйчатая, серебристо-голубая;

'Blue pearl' – подушковидная форма кустарника высотой 0,3 м и диаметром до 1,5 м, хвоя серебристо-голубая, короткая, шиловидная, на концах побегов чешуйчатая. Зимой хвоя приобретает интенсивный голубой оттенок;

'Golden carpet' – стелющийся плотный карликовый кустарник до 0,2-0,3 м высоты с желтоватой хвоей;

'Montana' – стелющийся, раскидистый, почвопокровный кустарник высотой 0,2-0,3 м и диаметром 1,5-3 м, хвоя зеленая с голубым оттенком;

'Prince of Wales' – низкорослый, стелющийся кустарник высотой 0,2 м и диаметром 1,5 м, побеги относительно жесткие, хвоя зеленая;

'Wiltonii' – низкорослый, стелющийся прижатый к земле кустарник высотой 0,1 м и диаметром 2-2,5 м, хвоя сине-зеленая.

Juniperus x media Melle – можжевельник средний

'Blue and gold' – низкорослый, стелющийся кустарник высотой 0,8 м и диаметром 1,0 м неправильной формы, состоит из побегов голубого и желтого цвета;

'Gold star' – раскидистый густой кустарник высотой 1,0 м и диаметром 2,5 м, хвоя с постоянной золотисто-желтой окраской;

'Hetzii' – раскидистый кустарник высотой до 4-5 м, диаметр кроны до 5-7 м. Основные стволы стоят косо, сучья торчат во все стороны, диаметр кроны. Ветви светло-коричневые; концы побегов тонкие, светло-зеленые. Хвоя чешуйчатая, мелкая, голубовато-зеленая, внутри растения игольчатая;

'Mint julep' – высокорослый свободно-раскидистый кустарник, хвоя чешуевидная ароматная (при растирании), зеленая;

'Pfitzeriana' – мощный высокорослый кустарник мужского пола с каскадно-раскидистой кроной высотой 2-3 м и диаметром 3-4 м и грациозно свисающими концами ветвей, преобладает колючая игловидная хвоя серо-зеленого цвета;

Juniperus sabina L. – можжевельник казацкий

'Blue Donau' – низкорослый стелющийся кустарник высотой 0,5 м и диаметром 1,5 м с наискось возносящимися ветвями светло-голубовато-зеленого цвета с преобладанием чешуйчатой хвои;

'Tamariscifolia' – низкорослый распростёртый кустарник высотой 0,35-0,5 м и диаметром 2-2,5 м с короткой игольчатой серо-зеленой хвоей (часть побегов с чешуйчатой сизо-зеленой хвоей);

'Variegata' – низкорослый кустарник высотой 0,4 м и диаметром 1,0 м с распростертыми побегами, верхушки которых изогнуты, с кремово-белой окраской чешуек концов некоторых побегов.

Juniperus scopulorum Sarg – можжевельник скальный

'Silver Star' – колонновидная форма кроны высотой 2-3 м и до 0,75 м в диаметре. Хвоя голубая, с серебристо-белыми или желтоватыми прожилками на концах побегов;

'Skyrocket' – быстрорастущий кустарник с колонновидной формой кроны высотой до 3-4,5 м. Побеги прямые, примыкающие к стволу. Хвоя серо-сине-зеленая.

Juniperus squamata Lamb. – можжевельник чешуйчатый

'Blue spider' – кустарник с компактной формой кроны, максимальные размеры 1,5 м в высоту и 2,5 м в диаметре. Хвоя заостренная ланцетная, уплощенная, колючая, сизо-голубого цвета, к зиме меняет окраску на серый с металлическим оттенком.

Представленный ассортимент можжевельников отличается особыми декоративными свойствами – размеры и форма кроны, характер ветвления и окраска хвои. Кроме того, отличаются зимостойкостью и засухоустойчивостью в условиях г. Донецка. Они настолько разнообразны, что позволяют создавать зеленые насаждения большой художественной выразительности.

Можжевельники широко используются при создании миксбордеров, небольших групп и солитеров; низкорослые виды и формы – для закрепления склонов и откосов, для скальных и каменистых садов. Некоторые виды и формы используют для создания живых изгородей [1].

Пирамидальные (*J. chinensis* 'Spartan') и колонновидные (*J. scopulorum* 'Silver Star', 'Skyrocket') формы кроны рассмотренного формового разнообразия можжевельников наиболее ценны при закладке аллей. Пирамидальные низкорослые формы *J. communis* 'Hibernica' находят широкое применение при создании рокариев и альпийских горок. Стелящиеся формы *J. horizontalis* ('Blue chip', 'Prince of Wales', 'Wiltonii', 'Golden Carpet'), *J. sabina* 'Tamariscifolia' применяются для посадки в альпинариях, партерах на переднем плане композиций. Шаровидные и подушковидные формы *J. horizontalis* ('Andorra compacta', 'Blue pearl') можно использовать в садах и парках с регулярной планировкой или в композициях с другими формами. Плакучая форма *J. communis* 'Horstmann' с ниспадающими ветвями особенно привлекательна на открытых полянах, у берегов водоема и контрастных группах.

Описанные декоративные формы являются экологически стойкими и, следовательно, представляют интерес для зеленого строительства региона.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Поляков А. К., Суслова Е. П. Хвойные на Юго-Востоке Украины. – Донецк: Норд-Пресс, 2004. – 197 с.
2. Суслова Е. П. Сорты *Juniperus horizontalis* Moench и перспективы их использования на юго-востоке Украины // Промышленная ботаника. – 2012. – Вып. 12. – С. 194 – 200.

УСТОЙЧИВОСТЬ И ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ЛЕСОВ

А.Н. Головина, Л.В. Зленко

Сибирский государственный аэрокосмический университет им. М.Ф. Решетнева
Институт лесных технологий

Проведена оценка заселенности насаждений лесничества энтомовредителями. Рекомендованы мероприятия для поддержания функциональной устойчивости лесов вследствие ослабления насаждений под воздействием энтомовредителей.

Ключевые слова: ЭНТОМОВРЕДИТЕЛИ, ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ, УСТОЙЧИВОСТЬ ЛЕСОВ

Estimation of the population of the stands of the forestry by entomovreds was carried out. Measures are recommended to maintain the functional stability of forests due to the weakening of plantations under the influence of entomomogens.

Keywords: ENTOMPRESSORS, INCREASE PRODUCTIVITY, SUSTAINABILITY OF FORESTS

Функциональная устойчивость лесов базируется на принципах поддержания способности лесных насаждений устойчиво выполнять общественно-полезные функции в необходимых, все возрастающих объемах и представляет собой трансформацию в анализ состояния насаждений разных пород с выявлением различных факторов, снижающих биологическую устойчивость лесных участков (вредители и болезни леса, лесные пожары, промышленные рубки и прочие).

Промышленные рубки влекут за собой целый ряд негативных последствий – от увеличения площади вырубок, оставшихся без возобновления, смены хозяйственно-ценных пород малоценными лиственными. Никогда ранее такая масштабная смена хвойных пород лиственными не происходила на территории нынешней Российской Федерации. Мы объясняем это явление снижением функциональной устойчивости лесов.

Активная охрана лесов от пожаров способствует не только напрямую сохранению лесного фонда, но и косвенно через ослабление насаждений, т.к. в результате пожаров снижается устойчивость древесных пород, ухудшаются качества древесины, деревья становятся ослабленными и заселяются энтомовредителями, начинают болеть фитозаболеваниями, а затем вовсе погибают.

В свое время рубка леса приводит к глубокой трансформации всех живых организмов леса. Использование на лесоразработках тяжелой современной техники сопровождается изменением лесорастительной среды и образованием микроэкологических условий. Поэтому подбор комплектов машин и технологических схем должен быть подобран индивидуально с учетом специфики самого материнского древостоя, типа леса, способах восстановления леса и прочих факторов [1].

Устойчивость насаждений невозможна без достаточного количества естественного возобновления основных лесообразующих пород Сибири. Успешный рост и развитие подроста под пологом древостоя возможен при осуществлении детального учета экологических условий. Общая оценка условий должна учитывать особенности микроклимата и почв на отдельных элементах рельефа [3].

На вырубках темнохвойных лесов наблюдается интенсивное разрастание травянистой растительности, заглушающей рост самосева и подроста хвойных пород. В таких условиях лесовосстановление проходит через стадию лиственных насаждений. По биологическим и экологическим показателям темнохвойные породы не могут

первыми заселять открытые вырубки. Поэтому необходимо в появившихся на месте вырубки молодняках назначать интенсивные рубки ухода в ранние годы.

Залог успешного лесовозобновления на вырубках - это содействие естественному возобновлению в виде сохранения существующего до рубки подроста, а также ранний уход за ним. Необходимым в этих условиях является оставление семенников с достаточным количеством деревьев по регламенту [2].

Закладка пробных площадей производилась согласно принятым методикам в условиях Средне-Сибирского подтаежно-лесостепного лесного района на примере Большемуртинского лесничества Красноярского края.

В качестве объектов исследования подбирались участки леса, поврежденные стволовыми, хвое- и листогрызущими и другими энтомовыми вредителями.

Распределение площадей лесничества, поврежденных энтомовыми вредителями по породам представлено на рисунке 1.

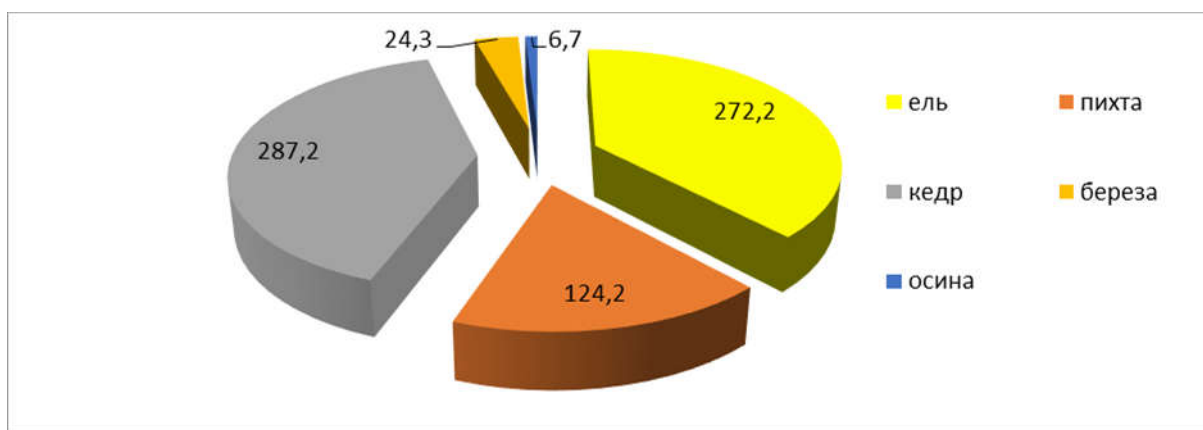


Рис. 1 – Распределение по породам площадей Большемуртинского лесничества, поврежденных энтомовыми вредителями

Из рисунка 1 следует, что наиболее подверженными заселению энтомовыми вредителями оказались кедр (287,2 га по площади) и ель (272,2 га).

Выявленные вредители:

- 1) Сосущие вредители-хермес, особи елово-пихтового хермеса вызывают искривление и пожелтение хвои в местах сосания тлей;
- 2) Хвоегрызущие вредители, пихтовая пяденица;
- 3) Вредители, повреждающие шишки, шишковая огневка;
- 4) Стволовые вредители.

Большой объем вырубленной древесины среди хвойных отмечен в пихтовых насаждениях (54 % от общего объема), что объясняется высокой активностью вредителей пихты в условиях Сибири (рисунок 2). Объем кедровой древесины от общего объема составил 12 %. Объясняется это большой ценностью древесины и недопустимостью вырубки ее более трех единиц в составе.

Наименьший объем древесины отмечается у лиственных деревьев (9 %), так как хозяйство представлено в основном хвойными породами, а береза и осина встречаются редко.

Поскольку положительную динамику по сокращению энтомологических вредителей мы сможем увидеть, лишь, разработав систему мероприятий, направленных на повышение продуктивности лесов, независимо от разделения их на категории защитности. Способы и методы осуществления тех или иных мероприятий могут быть различны.

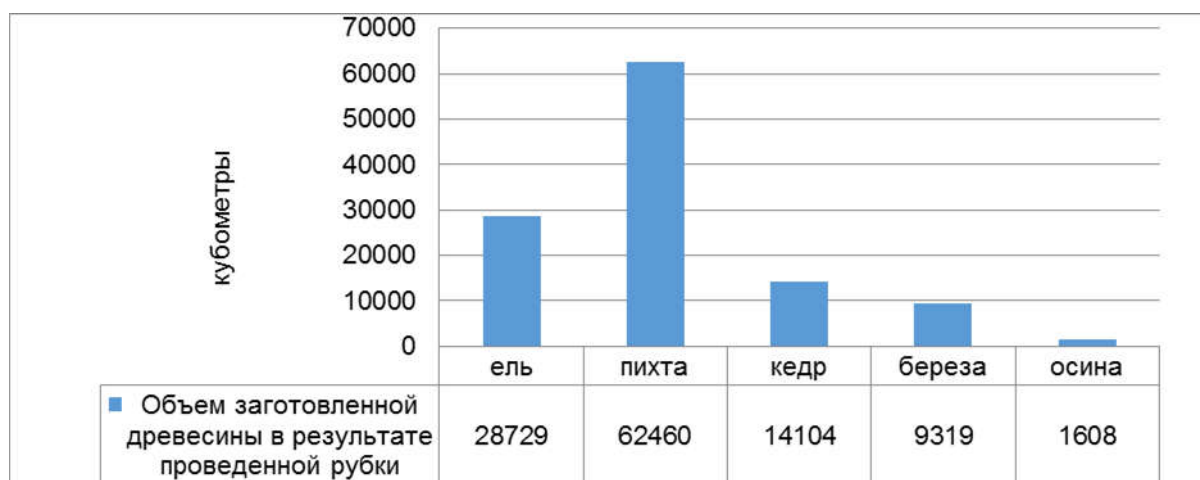


Рис. 2 - Объем заготовленной древесины в результате проведенной рубки поврежденных насаждений

Повышение продуктивности лесов следует понимать, как количественное увеличение прироста с учетом качественного улучшения состава лесонасаждений. Высокая продуктивность лесов может быть достигнута путем создания древостоев из технически ценных, а также быстрорастущих пород с учетом условий места произрастания и формированием состава насаждений во время рубок ухода.

Мероприятия по увеличению продуктивности лесов необходимо сочетать с мерами по повышению их защитных и водоохраных свойств. В наше время лес должен рассматриваться не только как источник древесины, но и как могучее средство получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур и как источник многих других полезностей хозяйственного значения.

Осуществляемые мероприятия по повышению продуктивности леса и увеличению всех полезностей его на каждом гектаре, безусловно, потребуют общего увеличения материально-технических затрат, улучшения организации производства и труда, четкого планирования и систематической проверки результатов.

Одним из главных условий выполнения указанных мероприятий является внедрение механизации трудоемких процессов лесохозяйственного производства, поднятие на более высокую ступень производительности труда, резкое снижение себестоимости и повышение рентабельности лесохозяйственного производства.

Без этих условий невозможно обеспечить выполнение мероприятий по повышению продуктивности лесов и улучшению современного их состояния.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Бабинцева Р.М., Бузыкин А.И. Иванов В.В. и др. Формирование лесных экосистем в условиях интенсивной лесозаготовки. – Новосибирск: Наука. СО РАН, 1998. – 184 с.
2. Зленко, Л.В., Кошурникова, Н.Н., Бурак, Л.В. Экспериментальное изучение прироста соснового подроста в свежих борах / Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6; URL: <http://www.science-education.ru/120-16825>. DOI: 10.17513/spno.2014.6.
3. Зленко Л.В. Особенности роста и развития подроста под пологом материнского древостоя / Л.В. Зленко // Лесная таксация и лесоустройство.- 2012. № 2 (48).- Красноярск.- СибГТУ. – С. 24-27.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТРАЖЕНИЯ ИМПУЛЬСА ДАВЛЕНИЯ ОТ ЗАЩИТНОГО СООРУЖЕНИЯ

Н.С. Анисимов, И.Г. Хусаинов

Стерлитамакский филиал Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Башкирский государственный университет»

В работе исследована эволюция импульса давления при преодолении пористой преграды, насыщенной газом и расположенной в воде. Показано, что амплитуда прошедшего через преграду импульса уменьшается в 80-100 раз.

Ключевые слова: ИМПУЛЬС, ОТРАЖЕНИЕ, ВОЛНА.

In work evolution of an impulse of pressure is investigated at overcoming the porous barrier saturated by gas and located in water. It is shown, that the amplitude of the last impulse decreases in 80-100 times.

Keywords: IMPULSE, REFLECTION, WAVE.

Как правило, при демонтаже железных и бетонных опор мостов применяют взрывчатые заряды. От действия ударных волн погибают рыбы, уничтожается фауна и т.п. Пористые среды широко применяются для защиты фауны и гидротехнических сооружений от действия ударной волны, образующейся при подводном взрыве зарядов взрывчатых веществ.

В данной работе исследована эволюция импульса давления при преодолении пористой преграды, насыщенной газом и расположенной в воде. Показано, что амплитуда прошедшего импульса уменьшается в 80-100 раз.

Пусть волновой импульс, распространяясь по жидкости, воздействует на плоскую поверхность пористой преграды, насыщенной газом (рис. 1). Толщина пористой преграды равна l , а высота и ширина достаточно большие, чтобы не учитывать краевые эффекты. Поверхность преграды, на которую воздействует импульс, будем считать первой границей, а параллельную ей поверхность, расположенную на расстоянии l , – второй границей.

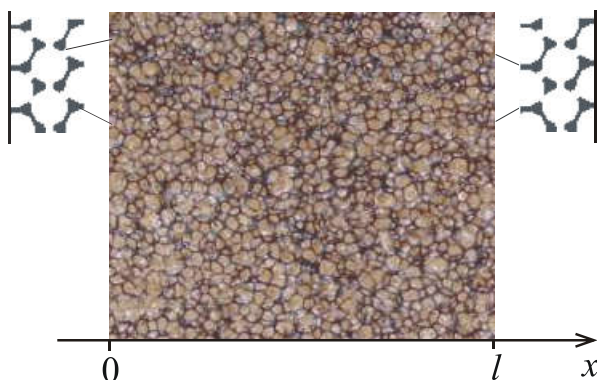


Рис. 1 – Изображение пористой преграды

При анализе распространения одномерных волн в насыщенной газом пористой среде будем считать, что длина волны намного больше радиуса пор, но меньше толщины пористой преграды l . Для описания распространения одномерных волн в пористой среде будем использовать дисперсионное уравнение, полученное в [1].

Для того чтобы исследовать прохождение волнового импульса через пористую преграду, сначала нужно найти коэффициенты отражения и прохождения волны. Для этого рассмотрим прохождение гармонической волны через пористую преграду.

Пусть гармоническая плоская волна с круговой частотой ω , распространяясь по жидкости, падает перпендикулярно первой границе «жидкость – пористая среда». Тогда движение слева от границы является суперпозицией двух волн – падающей и отраженной, давление и скорость которых соответственно определяются по формулам

$$\begin{aligned} p_e^{(o)} &= A_{p,e}^{(o)} \exp[i \cdot (K_e x - \omega \cdot t)], \quad v_e^{(o)} = A_{v,e}^{(o)} \exp[i \cdot (K_e x - \omega \cdot t)], \\ p_e^{(r)} &= A_{p,e}^{(r)} \exp[i \cdot (-K_e x - \omega \cdot t)], \quad v_e^{(r)} = A_{v,e}^{(r)} \exp[i \cdot (-K_e x - \omega \cdot t)]. \end{aligned} \quad (1)$$

Нижний индекс e соответствует параметрам волны, распространяющейся по жидкости, а верхние индексы o, r – параметрам падающей и отраженной волн. Амплитуды давления $A_{p,e}^{(m)}$ и скорости $A_{v,e}^{(m)}$ ($m = o, r$) падающей и отраженной гармонических волн связаны соотношениями $A_{p,e}^{(o)} = \rho_{e0}^0 C_e A_{v,e}^{(o)}$, $A_{p,e}^{(r)} = -\rho_{e0}^0 C_e A_{v,e}^{(r)}$. Здесь ρ_{e0}^0 – плотность жидкости, окружающего пористую среду, C_e – скорость распространения волны в жидкости, K_e – волновое число.

При падении волны из жидкости на пористую среду в однородной среде возникает отраженная волна, а в пористой среде – прошедшая волна, представляющая собой суперпозицию двух волн – «быстрой» и «медленной». Для определения коэффициентов отражения и прохождения падающей волны запишем граничные условия, количество которых должно соответствовать количеству возникающих волн. На границе $x = 0$ должны выполняться следующие условия [1]:

- 1) равенство скоростей флюида и скелета

$$v_e = v_s, \quad (2)$$

- 2) отсутствие относительного движения газа в порах и скелета

$$v_g - v_s = 0, \quad (3)$$

- 3) равенство сил, действующих на единицу площади поверхности (т.е. суммарные напряжения), по обе стороны от этой поверхности:

$$p_e = -\sigma_s^* + p_g. \quad (4)$$

Здесь $p_e = p_e^{(o)} + p_e^{(r)}$, $v_e = v_e^{(o)} + v_e^{(r)}$ – результирующие возмущение давления и скорость частиц на границе со стороны однородной среды соответственно.

Результирующие возмущения эффективного напряжения в скелете и давления в газовой фазе определяются по формулам

$$\begin{aligned} \sigma_s^* &= [A_{\sigma,a} \exp(iK_a x) + A_{\sigma,b} \exp(iK_b x)] \exp(-i\omega t), \\ p_g &= [A_{p,a} \exp(iK_a x) + A_{p,b} \exp(iK_b x)] \exp(-i\omega t). \end{aligned} \quad (5)$$

Здесь $A_{\sigma,a}$, $A_{p,a}$ и $A_{\sigma,b}$, $A_{p,b}$ – соответственно амплитуды напряжения и давления «быстрой» и «медленной» волн, распространяющихся по скелету и газовой фазе. Нижние индексы a и b соответствуют параметрам «быстрой» и «медленной» волн. Волновые числа для «быстрой» и «медленной» волн K_a и K_b определяются из дисперсионного уравнения [1].

Результирующие скорости движения скелета и газа в порах находятся из выражений

$$\begin{aligned} v_s &= [A_{s,a} \exp(iK_a x) + A_{s,b} \exp(iK_b x)] \exp(-i\omega t), \\ v_g &= [A_{g,a} \exp(iK_a x) + A_{g,b} \exp(iK_b x)] \exp(-i\omega t). \end{aligned} \quad (6)$$

Используя граничные условия, в работе найдены коэффициенты отражения и прохождения «медленной» и «быстрой» волн для всех границ.

Результаты численного расчета процессов отражения и прохождения импульсных возмущений через пористую преграду представлены на рис. 2.

Слева от преграды на границу раздела «вода – пористая среда» падает импульс давления, имеющий колоколообразную форму и описываемый выражением

$$\Delta P = \exp \left(- \left(\frac{t - t_m}{t_*/2} \right)^2 \right). \quad (7)$$

Здесь t_* и t_m – соответственно временная протяженность импульса и момент времени, в который достигается максимальная амплитуда исходного импульса.

Осциллограммы D_1 и D_2 на рис. 2 соответствуют показаниям датчиков D_1 и D_2 , расположенных перед пористой преградой и после нее. Датчик D_1 регистрирует исходный и отраженный от первой границы пористой преграды импульсы давления, а датчик D_2 – импульс, прошедший через вторую границу преграды.

Видно, что эволюция импульса давления зависит от исходной объемной доли газа α_{g0} . Установлено, что при увеличении α_{g0} от 50% до 90% величина амплитуды импульса, прошедшего через преграду, уменьшается от 40% до 10% от исходной амплитуды.

Используя построенную модель, можно подобрать параметры пористой среды для наилучшей защиты объекта от действия ударной волны.

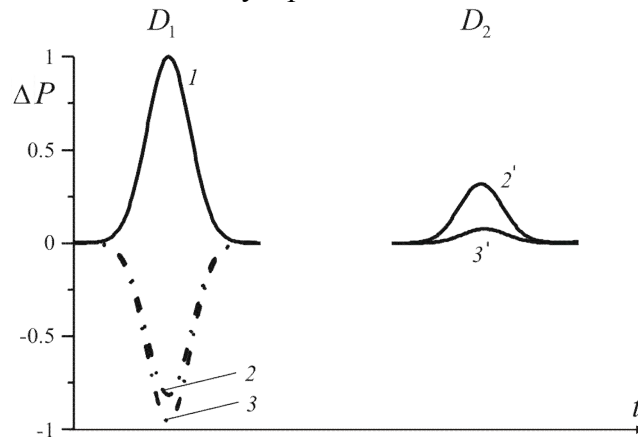


Рис. 2 – Динамика прохождения импульса давления, распространяющегося по воде, через пористую преграду, насыщенную газом. Линия 1 – исходный импульс, линии 2 и 3 – отраженные от первой границы импульсы, линии 2' и 3' – прошедшие через вторую границу импульсы. Линиям 2 и 2' соответствует $\alpha_{g0} = 0.5$, а линиям 3 и 3' – $\alpha_{g0} = 0.9$

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

4. Хусаинов, И.Г., Дмитриев, В.Л. Исследование эволюции волнового импульса при прохождении через пористую преграду // Прикладная механика и техническая физика. – 2011. – Т. 52, № 5. – С. 136-145.

ВИДОВОЙ СОСТАВ И БИОЛОГИЯ РАЗВИТИЯ МОШЕК (SIMULIIDAE) ЛУГАНСКОЙ ОБЛАСТИ

А.А. Белоножко, Е.Н. Маслодудова
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

Дано описание различных мест выплода преимагинальных фаз мошек в Луганской области. Обследовано 20 водотоков, но только в 12 найдены преимагинальные фазы мошек. Проведена типизация водотоков. Зарегистрировано 9 видов мошек, относящихся к 6 родам – *Odagmia ornata* (Meig., 1818), *Eusimulium aureum* (Fries, 1824), *E. angustipes* (Edw., 1915), *Wilhelmia pseudequina* (Sequi., 1921), *W. salopiensis* (Edw., 1927), *Nevermannia angustitarsis* (Lundstr., 1911), *N. latigonia* (Rubzov, 1955), *Boophthora erythrocephala* (De Geer, 1776), *Simulium nolleri* (Fried, 1920). На основе фенологических наблюдений описана биология найденных видов.

Ключевые слова: МОШКИ, ПРЕИМАГИНАЛЬНЫЕ ФАЗЫ, МЕСТА ВЫПЛОДА, ФЕНОЛОГИЯ.

A description is given of different places of preimaginal stage black-flies in the Lugansk region. A total of 20 streams, 12 of which are found preimaginal stage of black-flies. Typification of watercourses. Registered since 9 types of black-flies belonging to 6 genera: *Odagmia ornata* (Meig., 1818), *Eusimulium aureum* (Fries, 1824), *E. angustipes* (Edw., 1915), *Wilhelmia pseudequina* (Sequi., 1921), *W. salopiensis* (Edw., 1927), *Nevermannia angustitarsis* (Lundstr., 1911), *N. latigonia* (Rubzov, 1955), *Boophthora erythrocephala* (De Geer, 1776), *Simulium nolleri* (Fried, 1920). On the basis of phenological observations, the biology of the species found is described.

Keywords: BLACK-FLIES, PREIMEGINAL STAGE, PLACES OF COUPLE, PHENOLOGY.

Мошки (сем. Simuliidae) – один из важнейших компонентов гнуса в лесных и таежных районах, особенно вблизи крупных рек. Это мелкие (длинной 2–6 мм), серые с округлой, подогнутой под грудь головой и короткими усиками насекомые. Хоботок короткий, колюще-сосущего типа. Грудь выпуклая, покрытая волосками, на спине серебристые пятна. Ноги короткие, толстые. Личинки мошек – аэрофилы, поэтому местами их выплода являются быстротекущие ручьи и реки. Они имеют важное практическое значение, так как являются важным компонентом трофических цепей гидробиоценозов, а также фильтраторами воды и принимают участие в процессах биологического самоочищения водотоков. Питаются личинки взвешенными в воде органическими частичками – детритом. Яйца мошки откладывают на смачиваемые водой камни, листья растений, ветки и другие предметы или сбрасывают их в воду во время лета. Зимуют мошки на стадии яйца или личинки. В течение года дают от одного до трех поколений, что зависит от вида, температуры и места выплода.

Для большинства самок этого семейства характерна потребность в дополнительном питании, которое они получают при кровососании. Самки различных видов могут быть специфическими переносчиками возбудителей таких заболеваний, как онхоцеркоз домашних животных, домашних птиц, и человека, а также ряда инфекционных болезней животных и человека (сибирская язва, энцефалит, туляремия). Нападая на жертву мошки, заползают в глаза, уши и верхние дыхательные пути, тем самым вызывают сильное беспокойство у животных и людей. Не чувствительные в первый момент, укусы мошек в дальнейшем вызывают зуд, жжение, болезненность, отеки, местное и очень часто общее повышение температуры тела. При массовом

нападении мошек на животных, у них развивается симулидотоксикоз. Люди, подвергшиеся нападению самок мошек, испытывают болезненные ощущения, дискомфорт и как следствие снижение работоспособности.

В связи с тем, что в настоящее время произошли заметные климатические изменения экологических условий среды, постоянно усиливается антропогенное влияние, мониторинговые исследования современного состояния фауны и экологии кровососущих мошек в Луганской области являются актуальными.

Цель работы – определение видового состава и изучение биологии развития кровососущих мошек в Луганской области.

Для выполнения работы были поставлены следующие задачи:

- выявить места выплода мошек в Луганской области;
- определить видовой состав преимагинальных фаз развития мошек;
- изучить особенности биологии мошек в условиях Луганской области.

Материалом для выполнения работы послужили пробы личинок и куколок мошек, собранные в период с сентября 2015 г. по март 2017 г. Полевые исследования и сбор проб проводились по общепринятой методике З. В. Усовой (1961) и И.А. Рубцова (1956). Всего обследовано 20 водотоков, но только в 12 выявлены места выплода мошек. Собрано более 100 проб преимагинальных фаз мошек и изготовлено 30 микропрепаратов. Определенно 9 видов мошек, относящихся к 6 родам – *Odagmia ornata* (Meig., 1818), *Eusimulium aureum* (Fries, 1824), *E. angustipes* (Edw., 1915), *Wilhelmia pseudequina* (Sequi., 1921), *W. salopiensis* (Edw., 1927), *Nevermannia angustitarsis* (Lundstr., 1911), *N. latigonia* (Rubzov, 1955), *Boophthora erythrocephala* (De Geer, 1776), *Simulium nolleri* (Fried, 1920).

Гидрографическая сеть Луганской области представлена 60 озерами, крупнейшие из них: Волчье, Медвежье, Боровское – все находятся на левом берегу Донца, а также 529 водных объектов государственного значения, из них 96 речек и 433 водоема. Большинство рек принадлежат к бассейну р. Северский Донец, который является главной водной артерией области. Правыми притоками Северского Донца являются реки Лугань, Белая, Ольховка, Луганчик, Большая Каменка. Левыми притоками являются Айдар, Деркул, Красная, Боровая, Евсуг. Юг области, кроме Большой каменки, орошается Кундрючей, Крепенькой, Миусом, Нагольной, Должик, Хрустальной.

Нами в период 2015-2017 гг. на территории Луганской области выявлено 12 водотоков, являющихся местами выплода и развития преимагинальных фаз мошек.

Исследованные водотоки можно разделить на четыре типа:

Первый тип – крупные реки. К этой группе можно отнести р. Миус (г. Миусинск) и Крепенькая (пгт. Боково-Платово), которые характеризуются извилистым руслом, крутыми берегами, поросшими береговой растительностью. Скоростью течения 1-1,5 м/сек. Ширина ручьев – 0,5-2 м, глубина – 0,1-0,6 м, дно каменистое. Вода чистая, прозрачная. Температура воздуха в сентябре – октябре 2016 г. колебалась в пределах 13-15°C, температура воды – 5-10°C. Берега ручьев, поросшие луговыми травами, являются субстратом для развития преимагинальных фаз мошек. В связи с тем, что выплод мошек в осенний период происходит асинхронно, то в пробах просматривались личинки второго, третьего, четвертого возрастов и куколки. Плотность в сентябре – октябре была 120-130 личинок на 1 дм².

В водотоках этой группы зарегистрировано 4 вида мошек: *O. ornata*, *E. aureum*, *W. pseudequina*, *B. erythrocephala*.

Второй тип – быстротекущие ручьи в г. Антрацит и г. Вахрушево, вытекающие из прудов и водохранилищ. Скорость течения – 0,5-0,7 м/сек. Вода мутная. Температура

воды в сентябре – ноябре 2015-2016 гг. – 10-18°C. Ширина водотоков составляет 0,5-3 м, глубина – 0,3-0,5 м. Дно каменистое, частично загрязнено твердыми бытовыми отходами, которые являются хорошим субстратом для развития преимагинальных фаз мошек. Плотность в осенние месяцы – 100-160 личинок на 1 дм².

В водотоках этой группы обнаружено 6 видов мошек: *O. ornata*, *E. aureum*, *E. angustipes*, *W. salopiensis*, *N. angustitarsis*, *N. latigonia*.

К третьей группе относятся медленнотекущие ручьи, находящиеся на территории г. Красного Луча. Данные водотоки родникового происхождения, протекающие вдоль балок и лесных насаждений. Они характеризуются небольшими размерами (ширина – 1-2 м, глубина – 0,1-0,3 м), скорость течения – 0,2-0,4 м/с. Вода слегка мутная. В зимний период эти ручьи, особенно в верховьях, не замерзают, хотя над отдельными ручьями намерзает лед. В марте – апреле температура воды 5-7°C. Ручьи почти полностью лишены водной растительности, субстратом для прикрепления преимагинальных фаз мошек служат мелкие камни и береговая растительность. Плотность в октябре – ноябре 2016 г. составляла 80-120 личинок и куколок на 1 дм².

В этих водотоках встречаются 5 видов: *O. ornata*, *W. pseudequina*, *N. angustitarsis*, *N. latigonia*, *Simulium noller*.

Четвертая группа – мелкие ручьи, вытекающие из шахтных отстойников находящиеся в пгт. Красный Кут и г. Красный Луч. Их ширина – 0,3-0,5 м, глубина – 20-30 см, дно илистое, топкое, болотистое, иногда заросшее водорослями, вода мутная, Температура воды в сентябре – 7-15°C, а зимой – 0-6°C, покрыты льдом. Видовой состав этого водотока представлен 3 видами: *O. ornata*, *E. aureum*, *B. erythrocephala*. Плотность невысокая – 50-80 личинок на дм².

В природно-климатических условиях Луганской области мошки развиваются круглогодично. Наибольшее количество генераций в году имеют виды рода *Odagmia* и *Nevermannia*. Мошки зимуют в фазе яйца и личинки. Виды *O. ornata*, *E. aureum*, *N. angustitarsis*, *N. latigonia*, *S. noller* зимуют на стадии яйца и личинки второго, но преимущественно третьего, четвертого возраста. Вылет первой генерации этих видов приходится на середину марта – начало апреля при температуре воздуха 10-18°C. Вылет второй генерации предполагается в первой декаде июля. По-видимому, виды *O. ornata*, *E. aureum*, *N. angustitarsis*, *N. latigonia*, *S. noller* могут иметь два и более поколений. Мошки вида *E. angustipes*, *W. pseudequina*, *W. salopiensis*, *B. erythrocephala* зимуют на стадии личинки второго возраста, окукливание личинок происходит в третьей декаде апреля. В начале мая ожидается вылет первой генерации.

Численность и плотность особей в популяции не являются стабильными и изменяются под воздействием экологических факторов. Колебания численности кровососущих мошек имеют практическое значение, так как увеличение их численности ведет к большей напряженности природноочаговых трансмиссивных болезней.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Рубцов, И.А. Мошки (сем. Simuliidae). Фауна СССР. Двукрылые насекомые / И. А. Рубцов. – М., Л.: Изд-во АН СССР, 1956. – Т. 6, вып. 6. – 860 с.
2. Усова, З. В. Фауна мошек Карелии и Мурманской области / З.В. Усова. – М., Л.: Изд-во АН СССР, 1961. – 267 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ ПАНЦИРНЫХ КЛЕЩЕЙ ТЕРРИКОНА ШАХТЫ «СОВЕТСКАЯ» Г. МАКЕЕВКИ

Н.Ю. Кашук, А.Д. Штирц
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

Экологическая структура сообществ панцирных клещей террикона шахты «Советская» г. Макеевки в целом является нарушенной, типичной для антропогенно трансформированных экосистем и характеризуется низкими показателями средней плотности, видового богатства, индексов экологического разнообразия, неравномерной структурой доминирования и соотношения жизненных форм.

Ключевые слова: ПАНЦИРНЫЕ КЛЕЩИ, ОРИБАТИДЫ, ТЕХНОГЕННАЯ ЭКОСИСТЕМА, ТЕРРИКОН.

The ecological structure of oribatid mites of slagheap coal mine «Sovietskaya» in Makeyevka in general is broken, characteristic of anthropogenically transformed ecosystems and characterized by low of average density, species richness, indexes of ecological variety, non-uniform structure of domination and the leveled ratio of vital forms.

Keywords: ORIBATID MITES, TECHNOGENIC ECOSYSTEM, SLAGHEAP.

Одним из направлений исследования антропогенно трансформированных экосистем является изучение экологической структуры населения почвообитающих организмов техногенных ландшафтов с целью определения степени антропогенной нагрузки на экосистемы. В качестве биоиндикаторов используются панцирные клещи (орибатидаы) как одна из наиболее многочисленных и показательных групп почвенных беспозвоночных. Это одна из пионерных групп, заселяющих терриконы и другие техногенные ландшафты.

Целью работы было изучение экологической структуры сообществ панцирных клещей нерекультивированного террикона шахты «Советская» г. Макеевки.

Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи: 1) установить видовой состав панцирных клещей на трех участках террикона (на вершине, склоне и у подножия); 2) проанализировать основные экологические характеристики сообществ панцирных клещей: численность и среднюю плотность населения, видовое богатство и экологическое разнообразие, структуру доминирования и соотношение жизненных форм; 3) дать оценку состояния окружающей среды по интегральному показателю сообществ панцирных клещей.

Террикон шахты «Советская» находится в пос. Ханженково Советского района г. Макеевки. В данный момент шахта работает в режиме водоотлива, добыча угля не ведется. На данном терриконе не проводились рекультивационные мероприятия, самозаращение террикона идет медленно.

Сбор материала проводился в сентябре 2016 г. Всего была собрана 21 почвенная проба объемом 250 см³ (по 7 проб с каждого участка), из которых было извлечено 155 экз. имаго панцирных клещей, относящихся к 14 видам.

Отбор почвенных проб и выгонка клещей в термозеклекторах проводились по общепринятой методике Е.М. Булановой-Захваткиной (1967). Видовая принадлежность панцирных клещей устанавливалась при микроскопировании с помощью микроскопа Zeiss Primo Star (Германия). Для анализа структуры доминирования сообществ использовались градации доминирования по шкале Г. Энгельманна для микроартропод, где: E – эудоминант (>40,0%), D – доминант (12,5–39,9%), SD – субдоминант (4,0–12,4%), R – рецедент (1,3–3,9%), SR – субрецедент (<1,3%). Анализ распределения

жизненных форм панцирных клещей проведен в соответствии с работой Д.А. Кривоуцкогo (Панцирные клещи ..., 1995). Для оценки экологического разнообразия сообществ панцирных клещей исследуемых участков использованы индексы Шеннона, Пиелу, Симпсона, Маргалефа, Менхиника и Бергера-Паркера. Анализ сходства сообществ по видовому составу проведен с использованием индекса Жаккара. Оценка состояния окружающей среды с использованием интегрального показателя сообществ панцирных клещей проведена в соответствии с методикой А.Д. Штирца (2015). Все расчеты проведены в MS Excel.

В результате анализа средней плотности населения и видового богатства панцирных клещей на вершине террикона отмечены крайне низкие показатели – обнаружен всего 1 вид, плотность населения составила 57 экз./м² (рис. 1). На склоне и у подножия террикона показатели численности и средней плотности возросли: на склоне отмечено 4 вида (2000 экз./м²), у подножия – 12 видов (6800 экз./м²).

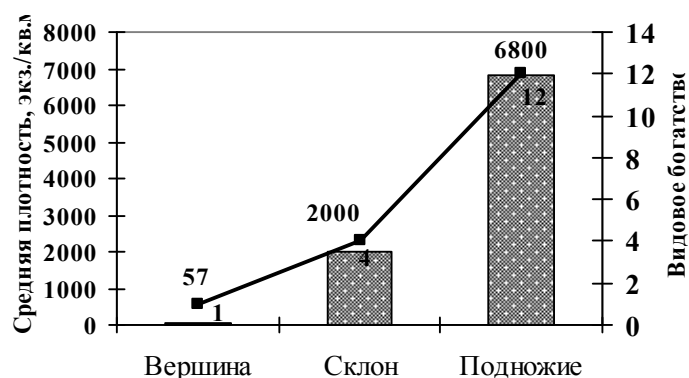


Рис. 1 – Средняя плотность и видовое богатство панцирных клещей террикона шахты «Советская» г. Макеевки (сентябрь 2016 г.)

Индексы экологического разнообразия Шеннона, Симпсона, Маргалефа и Менхиника имеют максимальные значения, по сравнению с другими участками, у подножия террикона. Максимум индексов Пиелу и Бергера-Паркера отмечен на склоне.

Анализ структуры доминирования показал, что на вершине террикона обнаружен только 1 вид – эудоминант *Zygoribatula exarata* (100%). На склоне кроме эудоминанта *Z. exarata*, доля которого здесь составляет 49%, отмечен еще один эудоминант – *Subiasella maculata* (46%). Структура доминирования у подножия более разнообразна, здесь присутствует эудоминант *Microppia minus* (50%), доминант *Tectocephus velatus* (21%), а также субдоминанты (4 вида), рецеденты (1 вид) и субрецеденты (5 видов).

На вершине террикона отмечен только представитель вторично неспециализированных жизненных форм. Население орибатид на склоне представлено двумя жизненными формами – неспециализированными и обитателями мелких почвенных скважин. У подножия обнаружены представители практически всех жизненных форм (кроме обитателей толщи подстилки), среди которых доминируют глубокопочвенные формы (рис. 2).

Таким образом, анализ видового состава и экологической структуры населения панцирных клещей на терриконе шахты «Советская» показал, что исследуемое сообщество нерекультивированного террикона является типичным для антропогенно трансформированных экосистем.

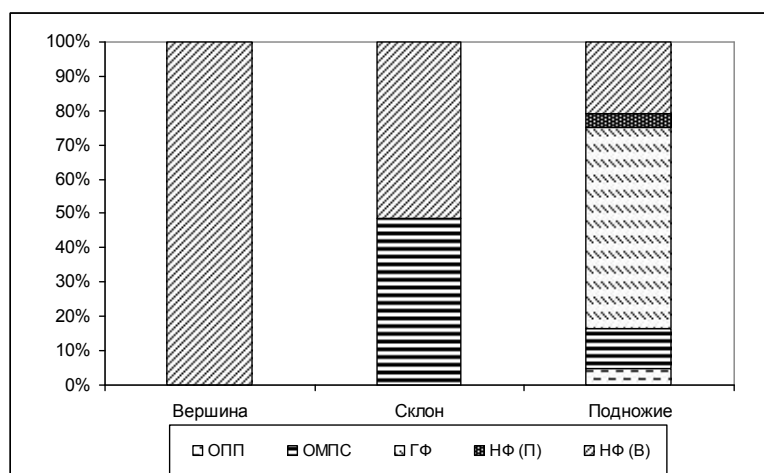


Рис. 2 – Соотношение жизненных форм панцирных клещей террикона шахты «Советская» г. Макеевки (сентябрь 2016 г.):
 ОПП – обитатели поверхности почвы, ОМПС – обитатели мелких почвенных скважин,
 ГФ – глубокопочвенные формы, НФ(П) – первично неспециализированные формы,
 НФ(В) – вторично неспециализированные формы

Показатели средней плотности и видового богатства на вершине террикона крайне низкие. У подножия отмечено 12 видов (6800 экз./м²), однако и эти показатели нельзя назвать высокими. Индексы экологического разнообразия также низкие, более высокими показателями характеризуется подножие террикона. Индекс сходства Жаккара орибатид исследуемых участков невысокий, что свидетельствует о специфичности комплексов панцирных клещей на отдельных участках террикона. Анализ структуры доминирования свидетельствует о серьезных нарушениях в сообществах орибатид на терриконе. На вершине отмечен 1 эудоминант *Z. exarata*, на склоне – *Z. exarata* и *S. maculata*, у подножия доминируют виды *M. minus* и *T. velatus*. На вершине террикона сообщество панцирных клещей представлено одной адаптивной группой, на склоне – двумя, у подножия отмечены представители всех жизненных форм, кроме обитателей толщи подстилки.

Экологическое состояние сообществ панцирных клещей на вершине террикона шахты «Советская» г. Макеевки оценивается как **очень неблагоприятное** (V уровень), на склоне – как **неблагоприятное** (IV уровень) и у подножия – как **субнормальное** (III уровень). Это свидетельствует о том, что темпы сукцессионного процесса самозарастания растительности и связанного с ним почвообитающего животного населения на терриконе низкие, и для его ускорения необходимо проведение рекультивационных мероприятий.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Буланова-Захваткина, Е.М. Панцирные клещи – орибатиды / Е.М. Буланова-Захваткина. – М.: Высш. шк., 1967. – 254 с.
2. Панцирные клещи: морфология, развитие, филогения, экология, методы, исследования, характеристика модельного вида *Nothrus palustris* C.L. Koch, 1839 / Криволуцкий Д.А., Лебрен Ф., Кунст М. и др. / Под ред. Д.А. Криволуцкого. – М.: Наука, 1995. – 224 с.
3. Штирц, А.Д. Оценка влияния антропогенной нагрузки на экосистемы с использованием интегрального показателя сообществ панцирных клещей / А.Д. Штирц // Acta Biologica Sibirica. – 2015. – № 1 (1–2). – С. 51–66.

ФАУНА И ЭКОЛОГИЯ ДНЕВНЫХ БУЛАВОУСЫХ (LEPIDOPTERA: RHOPALOCERA) ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА НА ПРИМЕРЕ Г. МАКЕЕВКИ

С.Ю. Ковалева, Е.Ю. Савченко

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

В докладе представлены результаты исследований структуры фауны булавоусых чешуекрылых г. Макеевки в апреле – ноябре 2016 г. Обобщены данные о фауне булавоусых чешуекрылых, выявлено 48 видов из 6 семейств. Описана структура населения, оценен уровень видового разнообразия дневных бабочек.

Ключевые слова: БУЛАВОУСЫЕ ЧЕШУЕКРЫЛЫЕ, ВИДОВОЙ СОСТАВ, СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ЛЕТА.

The report presents the results of studying the butterfly fauna in Makeyevka in 2016. The data on the butterfly fauna are generalized, this fauna includes 48 species in 6 families. The population structure is described; the level of species diversity is evaluated.

Keywords: BUTTERFLIES, SPECIES COMPOSITION, SEASONAL FLIGHT DYNAMICS.

Дневные бабочки, или булавоусые чешуекрылые, представляют собой относительно обособленную группу семейств из отряда Lepidoptera. Хорошо известна их ценотическая роль в сообществах как опылителей цветковых растений во взрослой стадии и фитофагов на стадии гусеницы; имаго и личиночные стадии служат кормом насекомоядных животных. Все это в сочетании с многообразием окрасок, значительным видовым богатством и простотой наблюдения позволяют охарактеризовать дневных бабочек как идеальный объект для зоологических исследований (Барсов, 1975; Плющ, 2007).

Целью данной работы является выявление видового разнообразия булавоусых, их биологических и эколого-фаунистических характеристик в условиях крупного промышленного города.

Сбор материала проводился стандартными методиками в период с апреля по ноябрь 2016 г. на территории г. Макеевки (вдоль ставка, в парке, на лугу, в лесопосадке, на при заводской территории, на огороде, возле террикона). Всего в результате исследований было собрано 624 экз. булавоусых, относящихся к 2 надсемействам, 6 семействам, 31 роду и 48 видам. Доминирующими по видовому обилию являются семейства Lycaenidae (19 видов) и Nymphalidae (13 видов) (табл. 1).

Из 48 зарегистрированных видов 14 были собраны в районе городского ставка, 25 – в парке, 26 – в луговой зоне, 19 – в лесопосадке, 18 – на при заводской территории, 18 – на прилегающей к террикону территории, 21 – на огороде. Количественное и процентное распределение видов по семействам приведено в табл. 2.

Период лета булавоусых г. Макеевки продолжается в течение теплого времени года. Анализ сезонной динамики лета (рис. 1) показал, что наиболее благоприятным месяцем для сбора материала стал июль (133 экз.), а неблагоприятными – апрель и октябрь (по 7 экз.).

По трофической специализации 1 вид булавоусых является полифагом, 4 – питаются крестоцветными, 2 вида – бобовыми и розоцветными, а остальные виды – монофаги. В качестве видов-вредителей сельского хозяйства на территории г. Макеевки нами было отмечено 5: *M. jurtina*, *P. rapae*, *P. napi*, *P. brassicae*, *I. podalirius*.

Таблица 1 – Биотопическое распределение *Rhopalosera* г. Макеевки

Виды	Биотоп						
	Ставок	Парк	Луг	ЛП	ПТ	Террикон	Огород
<i>Pyrgus serratulae</i> (Esper, 1780)	-	-	+	-	-	-	-
<i>Ochlodes venata</i> (Bremer & Grey, 1853)	-	+	-	+	-	-	-
<i>Thymelicus lineola</i> (Ochsenheimer, 1808)	-	+	+	+	-	+	+
<i>Thymelicus sylvestris</i> Poda, 1761	-	+	+	+	-	-	+
<i>Papilio machaon</i> Fruhstorfer, 1922	-	+	-	-	-	-	-
<i>Iphiclides podalirius</i> (Linnaeus, 1758)	-	+	+	+	-	-	+
<i>Leptidea sinapis</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	+	+	-	-	-
<i>Anthocharis cardamines</i> (Linnaeus, 1758)	-	+	+	-	+	+	-
<i>Aporia crataegi</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	+	-	-	-	+
<i>Pontia edusa</i> (Fabricius, 1777)	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pieris brassicae</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pieris napi</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	-	+	+	+
<i>Pieris rapae</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	+	+	+
<i>Colias erate</i> (Esper, 1780)	+	-	-	-	+	-	-
<i>Colias alfacariensis</i> Staudinger, 1871	+	-	+	-	-	+	-
<i>Colias hyale</i> (Linnaeus, 1758)	-	+	+	+	+	+	+
<i>Colias myrmidone</i> (Esper, 1780)	-	-	-	+	-	-	-
<i>Gonepteryx rhamni</i> (Linnaeus, 1758)	+	-	+	-	-	+	-
<i>Pararge aegeria</i> Godart, 1821	-	+	-	+	+	+	+
<i>Lasiommata maera</i> (Linnaeus, 1758)	-	+	-	-	+	-	-
<i>Melanargia galathea</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	-	-	-	-	-
<i>Coenonympha pamphilus</i> (Linnaeus, 1758)	-	+	+	+	-	+	+
<i>Inachis io</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	+	-	-	+
<i>Vanessa atalanta</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	+	-	-	-	-
<i>Cynthia cardui</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	-	+	+	+
<i>Maniola jurtina</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	-	+	+
<i>Issoria lathonia</i> (Linnaeus, 1758)	-	+	+	-	+	-	+
<i>Argynnis pandora</i> (Linnaeus, 1758)	-	+	+	-	-	+	+
<i>Thecla betulae</i> (Linnaeus, 1758)	-	+	-	-	-	-	-
<i>Callophrys rubi</i> (Linnaeus, 1758)	-	+	+	-	-	-	+
<i>Saturium w-album</i> (Knoch, 1782)	-	-	-	-	-	-	+
<i>Lycaena phlaeas</i> (Linnaeus, 1758)	+	-	-	+	+	-	-
<i>Lycaena thersamon</i> Esper, 1779	-	+	-	+	+	-	-
<i>Lycaena tityrus</i> (Poda, 1761)	-	-	-	+	-	-	-
<i>Everes argiades</i> (Pallas, 1771)	-	-	-	+	+	-	-
<i>Pseudophilotes vicrama</i> (Moore, 1865)	+	-	-	-	-	-	-
<i>Glaucopteryx alexis</i> (Poda, 1761)	-	-	-	-	-	+	-
<i>Plebejus idas</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	+	-	-	+	-
<i>Polyommatus icarus</i> (Rottemburg, 1775)	-	+	+	+	+	+	+
<i>Polyommatus coridon</i> (Poda, 1761)	-	-	+	-	-	-	-
<i>Polyommatus bellargus</i> (Rottemburg, 1775)	+	+	-	-	+	-	+
<i>Polyommatus amandus</i> (Schneider, 1792)	+	-	-	-	-	-	+
<i>Polyommatus thersites</i> (Cantener, 1835)	-	+	+	-	+	+	-
<i>Polyommatus daphnis</i> (Denis & Sch., 1775)	-	-	+	-	+	+	-

Таблица 2 – Распределение видов булавоусых г. Макеевки по семействам

Семейство	Количество видов	Процентное распределение, %
Hesperiidae	4	8,3
Papilionidae	2	4,2
Pieridae	13	27,1
Satyridae	4	8,3
Nymphalidae	6	12,5
Lycaenidae	19	39,6

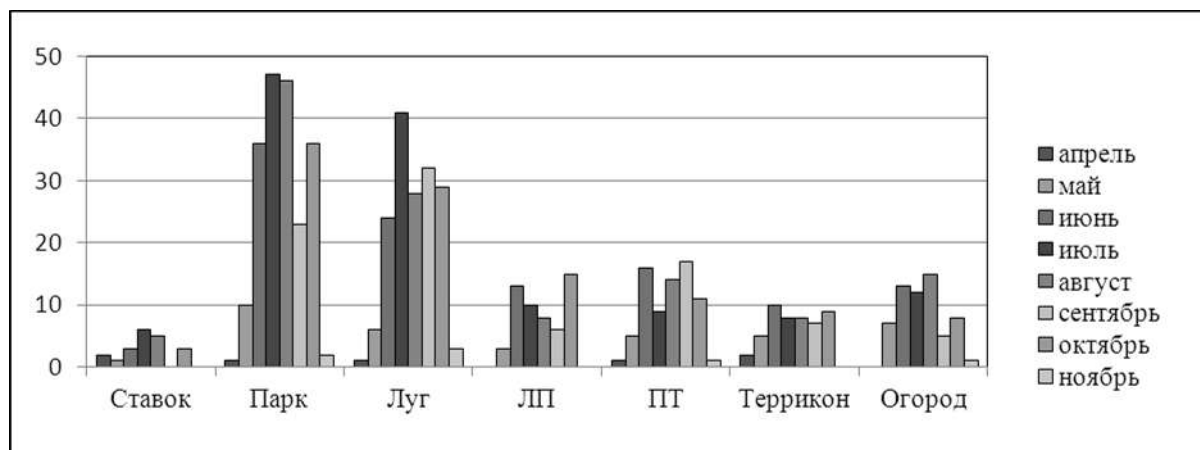


Рис. 1 – Сезонная динамика лёта булавоусых чешуекрылых г. Макеевки

Проведен анализ полового распределения чешуекрылых (рис. 2): обнаружено 331 самка и 293 самца; в процентном соотношении самки составляют 53,1%, а самцы – 46,9%. Сравнение показателей полового состава булавоусых за указанный период указывает, что самки на 6,2% преобладают по сравнению с самцами.

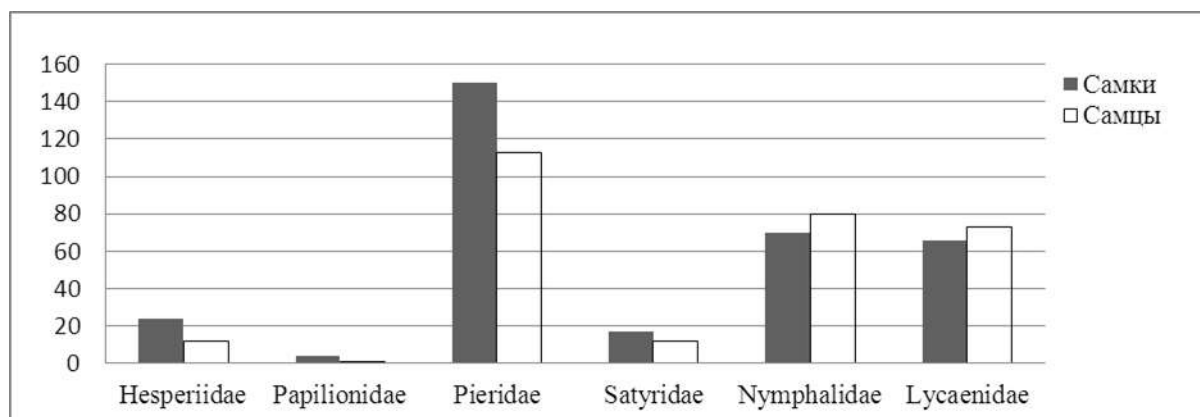


Рис. 2 – Распределение особей булавоусых чешуекрылых г. Макеевки по полу

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Барсов, В.А. К фауне чешуекрылых степей юго-востока Украины / В.А. Барсов // Вопросы степного лесоведения и охраны природы. – Днепропетровск: ДГУ, 1975. – Вып. 5. – С. 205-211.
2. Плющ, И.Г. Исправления и дополнения к систематической части в книге Ю. Некрутенко и В.Чиколовца «Денні метелики України» / И.Г. Плющ. – К., 2007. – С. 221-227.

ГЕРПЕТОБИОНТНЫЕ ЧЕРНОТЕЛКИ (COLEOPTERA, TENEBRIONIDAE) БООПТРЗ «ХОМУТОВСКАЯ СТЕПЬ – МЕОТИДА»

М.В. Колесник, Е.Ю. Савченко
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

В докладе представлены результаты изучения структуры герпетобионтных чернотелок БООПТРЗ «Хомутовская степь – Меотида». Всего было выявлено 8 видов из двух подсемейств. Можно отметить крайне неравномерное распределение чернотелок на участках с различным режимом охраны.

Ключевые слова: ЧЕРНОТЕЛКИ, ВИДОВОЙ СОСТАВ, ПОЧВЕННЫЕ ЛОВУШКИ.

Attempt to use a complex of Tenebrionid beetles as bioindicators of a degree of safety of steppe biocenosis was undertaken. Analyzing the received data, it is possible to note the extremely irregular distribution of tenebrionid beetles on sites with a various protection conditions.

Keywords: TENEBRIONIDAE, SPECIES COMPOSITION, PITFALL TRAPS.

Благодаря значительному разнообразию видов и экологических предпочтений чернотелки являются удобным модельным объектом для изучения закономерностей формирования, функционирования фаунистических комплексов и антропогенных изменений в степных экосистемах (Хоменко, Черней, 2009). В Донбассе степные участки сохранились лишь в заповедниках, представляющих собой эталонные участки оставшихся нетронутыми целинных степей. В связи с этим нами была предпринята попытка использования комплекса герпетобионтных тенебрионид в качестве биоиндикаторов степени сохранности степных биоценозов БООПТРЗ «Хомутовская степь – Меотида», представляющего собой ксеротический вариант разнотравно-типчачково-ковыльных степей.

Исследования проводились в течение теплого сезона 2016 г. (май, июль, сентябрь) на пяти стационарах с различным режимом охраны: 1) абсолютно заповедная степь (АЗС), слой подстилки достигает около 15 см; 2) периодически косимый участок (ПКУ), выкашиваемый 1 раз в три года; 3) терновник; 4) лесополоса; 5) выпасаемый участок. Сбор имаго чернотелок осуществлялся с помощью почвенных ловушек Барбера. Ловушки устанавливались в количестве 20 шт. через 1 м на каждом стационаре с экспозицией в 7 суток. Всего было отловлено 384 экз. имаго чернотелок.

Ранее для территории «Хомутовской степи» указывалось 16 видов тенебрионид (Хоменко, Черней, 2009). Нами было выявлено 8 видов из двух подсемейств. Tenebrionidae заповедника демонстрируют четко выраженную весеннюю активность на всех исследованных стационарах (рис. 1).

Анализируя полученные данные, можно отметить крайне неравномерное распределение чернотелок на участках с различным режимом охраны. Наибольшим количеством видов обладают выпасаемый и периодически косимый участок (табл. 1). В абсолютно заповедной степи зарегистрировано всего три вида чернотелок (*Gnaptor spinimanus*, *Blaps lethifera*, *Oodescelis polita*), хотя численность их была высокой. Данный факт можно объяснить высокой степенью сомкнутости растительности и большим количеством растительного опада, который затрудняет передвижение герпетобионтных чернотелок по поверхности почвы.

Такое же небольшое количество видов было отмечено в терновнике: *G. spinimanus*, *B. lethifera* и *Crypticus quisquilius*.

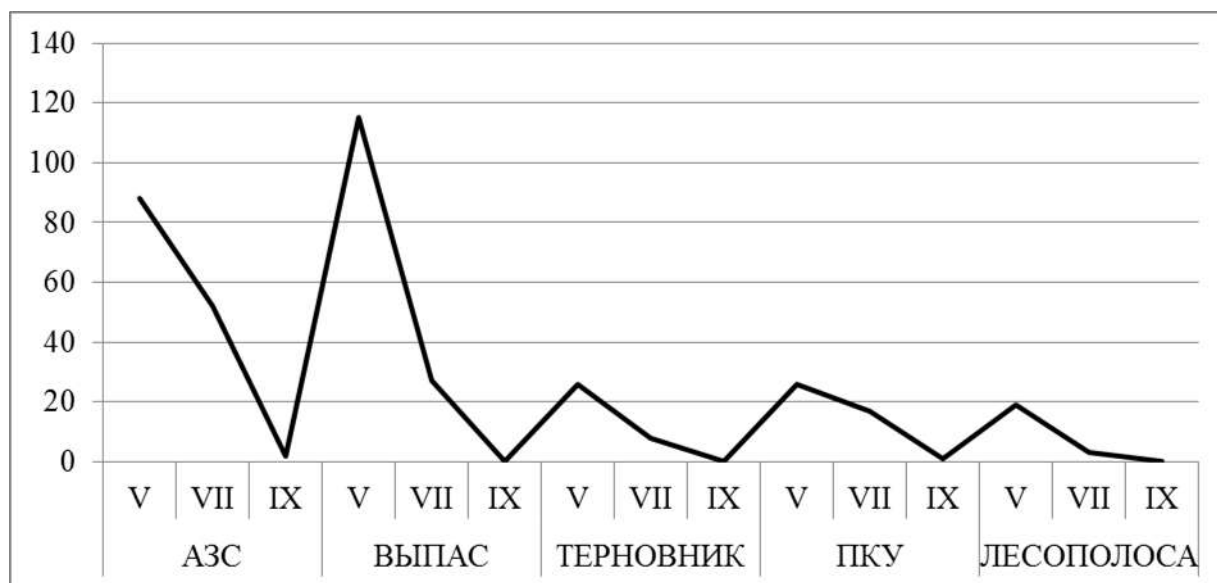


Рис. 1 – Сезонная динамика Tenebrionidae БООПТРЗ «Хомутовская степь – Меотида»

Таблица 1 – Видовой состав и биотопическое распределение сем. Tenebrionidae БООПТРЗ «Хомутовская степь – Меотида»

	АЗС	Выпас	Тернов- ник	ПКУ	Лесо- полоса	Тип ареала	Экол. группа
Подсемейство Asidinae							
<i>Asida lutosa</i> Solier, 1836	–	+	–	–	–	ЮВЕ	м
Подсемейство Tenebrioninae							
<i>Gnaptor spinimanus</i> (Pallas, 1781)	+	+	+	+	+	ЮВЕ	км
<i>Blaps lethifera</i> Marscham, 1802	+	+	+	+	+	ЕК	км
<i>Oodescelis polita</i> (Sturm, 1807)	+	+	–	+	+	ЕК	м
<i>Gonocephalum pygmaeum</i> Steven, 1829	–	–	–	+	–	С	к
<i>Opatrum sabulosum</i> (Linnaeus, 1761)	–	+	–	–	+	ЕС	к
<i>Crypticus quisquilius</i> (Linnaeus, 1761)	–	+	+	+	+	ЕС	км
<i>Nalassus brevicollis</i> (Krynicky, 1832)	–	–	–	+	–	ВЕ	м
Всего видов	3	6	3	6	5		

Примечания:

1. ВЕ – восточно-европейский, ЕК – казахстанский, ЕС – европейско-сибирский, С – средиземноморский, ЮВЕ – юго-восточноевропейский;

2. м – мезофил, к – ксерофил, км – ксеромезофил.

В лесополосе зарегистрировано 5 видов: *G. spinimanus*, *B. lethifera*, *O. polita*, *O. sabulosum* и *C. quisquilius*.

Выпасаемый и периодически косимый участок характеризовались наибольшим количеством видов – по 6. На выпасе были отмечены такие виды как *A. lutosa* (выявлен только здесь), *G. spinimanus*, *B. lethifera*, *O. polita*, *O. sabulosum* и *C. quisquilius*. На периодически косимом участке: *G. spinimanus*, *B. lethifera*, *O. polita* и *C. quisquilius*. Виды *G. pygmaeum* и *N. brevicollis* отмечены нами только на этом участке.

Что касается экологических групп, можно выделить три группы: мезофилы, ксеромезофилы и ксерофилы.

К видам-эврибионтам, входящих в состав доминантов на всех исследуемых стационарах, относятся *G. spinimanus* и *B. lethifera* (рис. 2).

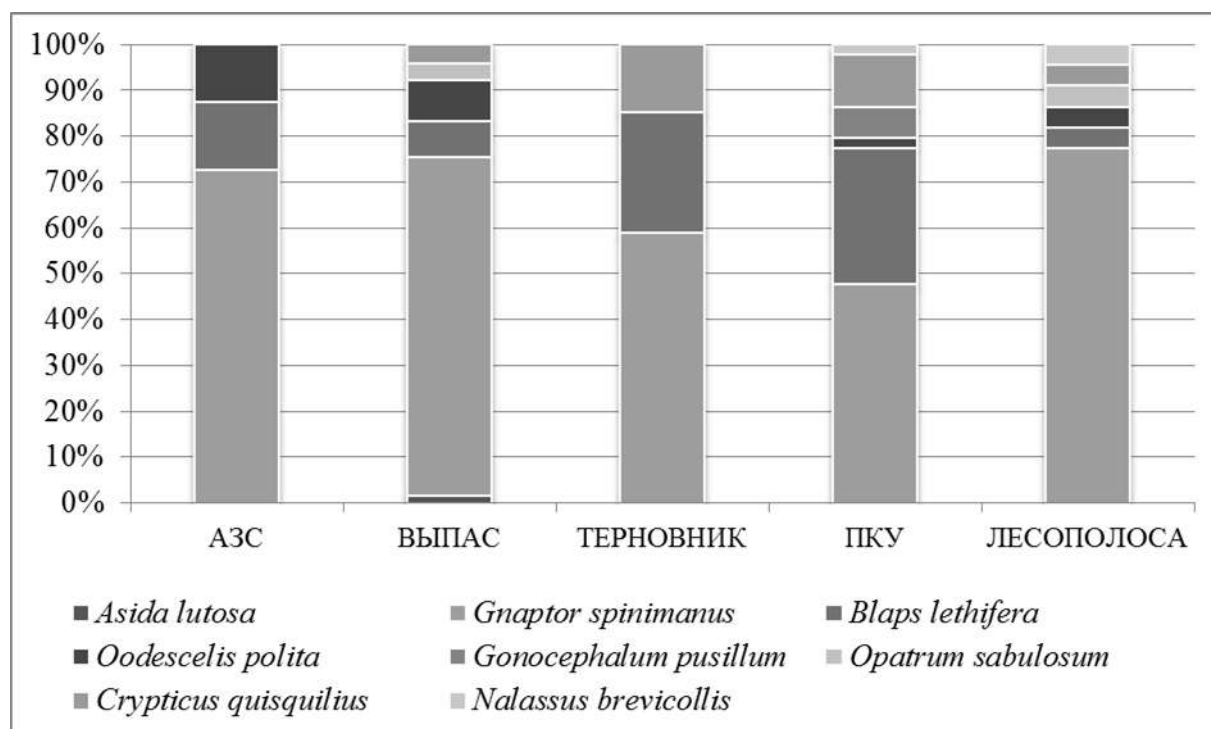


Рис. 2 – Удельная доля и биотопическое распределение Tenebrionidae БООПТРЗ «Хомутовская степь – Меотида»

Исходя из наших данных, можно предположить, что умеренное выпасание и периодическое выкашивание благотворно влияют на фауну герпетобионтных чернотелок. Тем не менее, для окончательных выводов необходимы дальнейшие исследования.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Хоменко, В.Н. Жуки-чернотелки (Coleoptera: Tenebrionidae) степных ландшафтов заповедников Украины / В.Н. Хоменко, Л.С. Черней // Кавказский энтомол. бюллетень. – 2009. – № 5 (2). – С. 203-209.

МОШКИ-БИОИНДИКАТОРЫ И ИХ МОРФОЛОГИЯ

М.С. Криволап, М.В. Рева

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

Изложена актуальность изучения мошек как биоиндикаторов загрязненности водоемов. Установлен и проанализирован видовой состав мошек на территории Донецкой области, их биология, распространение и значение в природе.

Ключевые слова: SIMULIIDAE, БИОИНДИКАТОРЫ, ВИДОВОЙ СОСТАВ, ПРЕИМАГИНАЛЬНЫЕ ФАЗЫ.

The urgency of black-flies study as bioindicator of polluted ponds has been stated. The specific structure of black-flies, their biology, spreading and value in the nature have been determined and analysed on the territory of Donetsk region.

Keywords: SIMULIIDAE, BIOINDICATORS, SPECIES COMPOSITION, PREIMAGINAL PHASES.

Целью данной работы является выявление видового состава и морфологии мошек Донецкой области, а так же установление видов-индикаторов.

В задачи исследований входило: 1) камеральная обработка собранного материала; 2) изучение морфологии найденных видов; 3) установление видов-биоиндикаторов.

Материалом для написания работы послужили собственные сборы и коллекции мошек преимагинальных фаз развития на территории Донецкой области за период с 2000 г. по настоящее время.

Было обследовано четыре сходных по гидробиологическим показателям водоема: Центральные городские пруды г. Донецка, р. Бахмутка (Ленинский р-н), а также изучены коллекции из р. Кальмиус около с. Гранитное Тельмановского р-на.

Выявление видов-биоиндикаторов чистоты воды проводили путем сравнения видового состава мошек в водоемах, сходных по гидробиологическим характеристикам, но отличающимся по степени загрязненности. В качестве эталона был взят участок р. Кальмиус на территории Украинского природного степного заповедника.

В результате наших исследований на изученной территории обнаружено 7 видов мошек, относящихся к 5 родам: 1) Род *Eusimulium* Roubaud, 1906: *E. aureum* (Fries), *E. securiforme* Rubz.; 2) Род *Wilhelmia* Enderlein, 1992: *W. mediterranea* (Puri); *W. balcanica* End.; 3) Род *Boophthora* Enderlein, 1921: *B. erythrocephala* (DeGeer); 4) Род *Argentisimulium* Rubzov et Yankovsky, 1982: *Arg. noelleri* (Fried); 5) Род *Simulium* Latrielle, 1802: *S. behningi* (End.).

Род ***Eusimulium*** Roubaud, 1906

Самка. Лоб высокий, с почти параллельными краями, сплошь опушен. 2-й членик щупиков толстый, с крупным лаутерборновым органом, 4-й членик длиннее 2-го и 3-го члеников вместе взятых. Тазики передних ног светлые, средних и задних – темные. Первый членик задних ног заметен лишь у вершины. Мандибула с зубцами по внутреннему краю. Стержень вилочки суживается к вершине, с толстыми арковидными ветвями. Генитальные пластинки широко расставлены.

Самец. Передние ноги светлые в срединной трети по наружному краю вершинной трети; первый членик задней лапки темный, длина его в 4,5 раза превосходит ширину. Гоностерн сжат с боков, с узким телом и массивными широко расставленными крючьями. Гонококситы трапецевидные, гоностили мелкие, крючковидные.

Личинка. Рисунок на лбу отчетливый, срединные пятна значительно вытянутые. Антенна длинная (0,5-0,6 мм). Мандибулы вытянутые, с двумя крупными краевыми зубцами. Вентральный вырез неглубокий, составляет менее половины длины щечных склеритов.

Куколка. Кокон простой, по среднему краю тянется плотный канатик. Дыхательных нитей 4. Они широко расставлены, сидят попарно на коротких стебельках, верхняя нить толще остальных. Преимагинальные фазы обнаружены в малых реках и ручьях.

Род *Simulium* Latrille, 1802

Самка. Лоб черный, клипеус в серебристом налете; коготок простой или с очень мелким почти неразличимым базальным зубчиком или утолщением; ветви генитальной вилочки узкие, на них всегда хорошо развиты антеролатеральные, и очень редко постеромедальные выросты; генитальные пластинки простые, реже округлые, укороченные и широко расставленные; анальные пластинки чаще простые, иногда с глубоким узким вырезом на переднем крае.

Самец. На внутренней поверхности гоностил иногда могут быть выражены выросты или вздутия разной формы. Обычно они в виде плавного или в разной степени отграниченного от поверхности вздутия, нередко внутренняя поверхность гоностил может быть относительно ровной. Длина тела гоностил, как правило, равна или немного более его ширины (как исключение, может быть меньше ширины), пятка гоностерна с зубцами (по крайней мере, с одним крупным зубцом), не образует резкого излома на стыке с носком; гонофурка чаще не расщеплена или очень неглубоко расщеплена дистально, реже несет узкую глубокую щель в дистальной части, при этом ее ветви всегда закруглены; число шипиков параметров от 6-8 до 20-30 и более, они расположены в 1 или, реже, в 2 ряда, X стернит брюшка не развит.

Личинка. Тело белесое, без поперечных полос и пятен (очень редко с тонкими, почти незаметными поперечными полосками); рисунок лобного склерита у большинства видов негативный, вентральный вырез головной капсулы глубокий, треугольный или арковидный (очень редко овальный), немного не достигает заднего края субментума или касается его в одной точке; ректальные придатки, за редким исключением, ветвистые.

Куколка. В дыхательном органе 6-8 (за исключением 12) древовидно ветвящихся тонких трубочек; кокон плотного плетения; иногда с коротким воротничком, нередко с крупными окнами, по бокам передней части.

Второй водоток находится на границе Ворошиловского и Куйбышевского районов г. Донецка. В этом водотоке обнаружены виды рода *Argentisimulium*:

Род *Argentisimulium* Rubzov et Yankovsky, 1982

Самка. Лоб с серебристо-белым налетом. Серебристые пятна на спинке яркие. 1-й членик передней лапки длинный и узкий, его длина в 5-6 раз больше ширины. Анальные пластинки округлые, крупные лопасти вилочки с крупными склеротизированными буграми на лопастях.

Самец. 1-й передней лапки по длине превосходит ширину в 6-7 раз. Голени задних ног желтоватые близ основания. Гоностерн сильно сжат с боков, треугольной формы. Носок гоностерна широкий.

Личинки. Голова темно-серая, с неявственным Н-образным рисунком на лбу. Вентральный вырез узкий, остро-арковидных. Ректальные придатки простые.

Куколка. Кокон простой, белее рыхлый (ажурный) на переднем крае. Дыхательных нитей – 8, располагаются кустообразно.

Река Бахмутка протекает на территории Куйбышевского, Ворошиловского и Ленинского районов г. Донецка. Здесь найдены виды рода *Wilhelmia*.

Род *Wilhelmia* Enderlein, 1992

Самка. Лоб широкий, серый, опушен волосками по бокам. Лицо круглое, опушено редкими волосками в верхней и центральной части головы. Лаутерборнов орган крупный. Спинка серая с тремя продольными коричневыми полосами. Ноги в основном темные, места сочленения бедер и голени светлые. Кальципала узкая, занимает от $\frac{1}{4}$ до $\frac{1}{2}$ ширины членика на дистальном конце. Коготок простой, длинный (0,09-0,11 мм). Вилочка с широкими лопастями.

Самец. Кальципала занимает $\frac{1}{3}$ ширины членика на дистальном конце. Гоностерн в виде неширокой изогнутой пластинки; гоностили тонкие, маленькие, крючковидные, в 2 раза и более короче крупных гонококситов.

Личинка. Рисунок на лбу крестообразный, широкий. Антенна короткая (0,26-0,33). Предвершинные зубцы мандибулы крупные, их вершины находятся на одном уровне, внутренние зубцы (2-5) короткие, их длина равна предвершинным. Максиллярный щупик толстый. Вентральный вырез широкий, арковидный, занимает $\frac{2}{3}$ длины щечных склеритов. Задний прикрепительный орган с широким кольцом крючьев (от 20 до 35 в ряду).

Куколка. Треугольные шипики на тергитах брюшка отсутствуют. 8 дыхательных нитей вздутые, короткие. Кокон башмаковидный, плотный.

Виды рода *Boophthora* были обнаружены на порогах р. Кальмиус.

Род *Boophthora* Enderlein, 1921

Самка. Серебристые пятна на среднеспинке неявственные; спинка черная, блестящая, с очень редкими и короткими волосками; коготок простой; генитальные пластинки простые; ветви генитальной вилочки тонкие, антеролатеральные выросты ветвей выражены, постеромедиальные выросты отсутствуют.

Самец. Серебристые пятна на среднеспинке чаще яркие; гоностили очень короткие и широкие, на концах тупо обрублены, несут по 4-7 апикальных шипов; гоностерн своеобразной формы, его тело треугольное, по бокам очень крупные крючковидные ветви; гонофурка дистально не расщеплена (может быть выражена очень короткая и узкая щель); в параметрах по 2-3 ряда многочисленных мелких шипов; X стернит брюшка не развит.

Личинка. Антенны равны по длине или немного длиннее стволиков предмандибул; субментум заметно расширен по передней части с хорошо выраженными зубцами; вентральный вырез головной капсулы глубокий, длина постгенального мостика приблизительно равна длине субментума; вентрокаудальные выросты крупные, конические, широко расставлены; ректальные придатки простые, реже с небольшими выростами.

Куколка. В дыхательном органе 6 трубочек: ряды треугольных шипиков хорошо развиты только на VII–IX тергитах (на VI тергите отдельные шипики); каудальные шипы в виде тупых бугров; кокон простой, кармановидный, плотного плетения.

Массовыми эвритопными видами оказались: *E. securiforme*, *W. mediterranea*, *B. erythrocephala*, *Arg. noelleri*. Они встречаются во всех обследованных водоемах, терпимы к загрязнению промышленными и бытовыми отходами. *W. balcanica* и *E. aureum* – малочисленные виды, но также терпимы к загрязнению воды хозяйственными стоками. *S. behningi* – малочисленный стенотопный вид. Встречается в относительно чистых водоемах, не загрязненных промышленными и бытовыми стоками. Полагаем, что вид *S. behningi* можно считать видом-биоиндикатором чистоты водоемов на территории Донецкой области.

ОРИБАТИДЫ (ACARI: ORIBATIDA) ПРИДОРΟЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ Г. ДОНЕЦКА

А.С. Кузьменко, А.Д. Штирц
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

Проанализирована экологическая структура населения панцирных клещей придорожных территорий г. Донецка. Исследуемые участки характеризуются нарушенной экологической структурой сообществ панцирных клещей: низкими показателями видового богатства, средней плотности и экологического разнообразия, нарушением структуры доминирования и соотношения жизненных форм.

Ключевые слова: ПАНЦИРНЫЕ КЛЕЩИ, ОРИБАТИДЫ, ПРИДОРΟЖНЫЕ ТЕРРИТОРИИ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ.

The ecological structure of the oribatid mites population of roadside territories of Donetsk are analyzed. The investigated areas are characterized by disruption of the ecological structure of oribatid mites communities: low rates of species richness, medium density and ecological diversity, violation of domination structures and life forms relations.

Keywords: ORIBATID MITES, ROADSIDE TERRITORIES, ECOLOGICAL STRUCTURE COMMUNITIES.

Придорожные территории крупного промышленного города являются своеобразными природными местообитаниями живых организмов. Это объясняется специфичностью их почвенного и растительного покровов с сильным антропогенным воздействием на них. Орибатида клещи как биоиндикаторы почвенно-растительных условий загрязнений почвы химическими соединениями автотранспорта и промышленных предприятий вовлекают в круговорот веществ вместе с растительным опадом практически все химические элементы и, накапливая их, способны отражать особенности среды обитания. Однако сообщества клещей придорожных территорий городов практически не изучены (Ермилов, Чистяков, 2005).

Цель нашей работы состоит в изучении особенностей экологической структуры населения орибатид в урболандшафтах на примере придорожных территорий г. Донецка. Отбор почвенных проб и выгонка клещей проводились по общепринятой методике Е.М. Булановой-Захваткиной (1967). Сбор материала проводился поэтапно: взятие почвенных проб, доставка их в лабораторию, выгонка панцирных клещей с помощью термозеклекторов Тульгрена-Берлезе, фиксация, изготовление микропрепаратов, определение, математическая обработка. Почвенные пробы объёмом 250 см³ были подвергнуты выгонке в термозеклекторах Тульгрена-Берлезе. Орибатида в пробах под действием тепла электрической лампы мигрировали вглубь пробы, попадая в чашку Петри с водой. Затем была проведена фиксация особей с помощью жидкости Фора. После определения видового и количественного состава был проведён расчёт экологических показателей для сообществ панцирных клещей: видовое богатство, средняя плотность населения, индексы экологического разнообразия, структура доминирования и соотношение жизненных форм. На основании проанализированных параметров была проведена оценка состояния окружающей среды по интегральному показателю экологической структуры населения орибатид (Штирц, 2015).

Для исследования были выбраны шесть модельных придорожных участков г. Донецка: ул. Куйбышева (р-н СК «Металлург»), ул. И. Ткаченко (пересечение с ул. Тушинской), ул. Артёма (пересечение с пр. Комсомольским), ул. Университетской (пересечение с пр. Комсомольским), Ленинский проспект (р-н ПО «Континент»),

ул. Р. Люксембург (пересечение с пр. Гурова). Всего было собрано 468 экз. взрослых панцирных клещей, относящихся к 25 видам.

Результаты проведенного анализа показали, что основные синэкологические параметры населения орибатид исследуемых придорожных территорий г. Донецка являются достаточно низкими: показатели средней плотности варьируют от 2,2 до 6,8 тыс. экз./м², видовое богатство – от 5 до 13 видов (рис. 1).

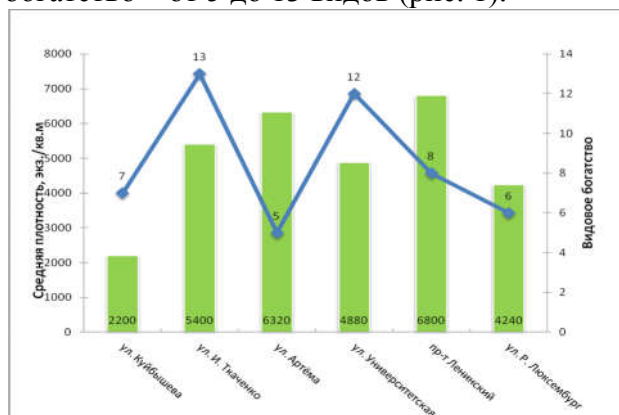


Рис. 1 – Видовое богатство и средняя плотность населения панцирных клещей придорожных территорий г. Донецка (2016 г.)

Проанализированы индексы экологического разнообразия (Шеннона, Пиелу, Маргалефа, Менхиника, Симпсона и Бергера-Паркера) исследуемых сообществ орибатид. Следует отметить, что в целом они невысоки, характерны для нарушенных экосистем. Максимальные показатели по большинству индексов отмечены на ул. И. Ткаченко и Университетской, минимальные – на ул. Р. Люксембург, Куйбышева и Артёма.

Население панцирных клещей на исследуемых придорожных участках г. Донецка отличается нарушенной структурой доминирования. Это проявляется в неравномерном распределении особей между видами, наличии эудоминантов (ул. Куйбышева, Артёма и Р. Люксембург) и доминантов с большим процентным соотношением, небольшом количестве и доле рецедентных видов и практически полном отсутствии группы субрецедентов. На исследуемом участке ул. Куйбышева более половины всего населения орибатид представлено эудоминантом *P. carpicinus* (56,3%). Доминирует вид *E. cylindrica cylindrica* (20,0%), субдоминанты представлены тремя видами (18,2%), рецеденты – двумя (5,5%). Группа субрецедентов отсутствует. На ул. И. Ткаченко половину всего населения орибатид составляют три доминантных вида: *T. velatus* – 20,0%, *G. foveolata* – 17,8% и *R. mihelcici* – 14,1%. Доля 5 видов субдоминантов превышает 40,0%. 2 вида отнесены к рецедентам (5,2%), также на участке присутствуют субрецедентные виды – 2,2% (3 вида). На ул. Артёма половина всего населения орибатид представлена эудоминантом *Z. terricola ucrainica* – 49,4%. К доминантам отнесены виды *P. mundus* – 18,9%, *P. allifera* – 12,6%, *T. velatus* – 12,6%. Также присутствует один субдоминантный вид – 6,3%. Редкие виды (рецеденты и субрецеденты) отсутствуют. Структура доминирования населения орибатид исследуемого участка на ул. Университетская более выровнена по сравнению с другими участками. Здесь к доминантам отнесены виды *P. allifera* – 22,9%, *A. (R.) ardua affinis* – 19,7%, *T. velatus* – 16,4% и *Z. terricola ucrainica* – 13,1%. К субдоминантам отнесен 1 вид (11,5%), к рецедентам – 7 (16,4%). Группа субрецедентов отсутствует. На исследуемом участке Ленинского проспекта структура доминирования орибатид также выровнена, по сравнению с другими участками. Здесь основную долю населения

составляют три доминирующих вида: *Z. frisiae* – 25,8%, *Z. terricola ucrainica* – 24,7% и *T. velatus* – 22,4%. Присутствуют субдоминанты – 22,4% (3 вида) и рецеденты – 4,7% (2 вида). Группа субрецедентов отсутствует. На исследуемом участке ул. Р. Люксембург более 40% населения панцирных клещей представлено эудоминантом *M. obsoleta*. Доминируют виды *C. cf. minutissimus* – 22,6% и *T. velatus* – 30,2%. Субдоминантов нет, к рецедентам отнесено 3 вида – 5,7%. Группа субрецедентов отсутствует.

Анализируя соотношение жизненных форм следует отметить отсутствие на всех участках представителей группы первично неспециализированных форм. На всех исследуемых участках преобладают вторично неспециализированные формы, что характерно для антропогенно трансформированных экосистем. Особенно это заметно на ул. Куйбышева, Артема и Ленинском проспекте. Обитатели мелких почвенных скважин составляют почти половину населения на ул. Р. Люксембург, а также треть всего населения на ул. И. Ткаченко; на остальных участках представлены незначительно, а на ул. Артема не обнаружены. Обитатели поверхности почвы в значительном количестве присутствуют на участке ул. Университетская, реже встречаются на остальных участках, на ул. Куйбышева не обнаружены. Обитатели толщи подстилки отмечены на всех участках, хотя их доля в общем соотношении жизненных форм орибатид незначительна, максимум их численности зафиксирован на участке ул. Университетской. Глубокопочвенные формы отмечены только на двух участках (ул. Куйбышева, И. Ткаченко), где составляют почти треть всего населения панцирных клещей. На других придорожных территориях г. Донецка не обнаружены.

Анализ оценки состояния окружающей среды по интегральному показателю экологической структуры населения панцирных клещей (максимум 25 баллов) показал, что максимальные показатели отмечены на ул. И. Ткаченко (18 баллов) и ул. Университетской (16 баллов) – *незначительные отклонения от нормы*. На Ленинском проспекте этот показатель составил 15 баллов, на ул. Артёма – 12 баллов, на ул. Куйбышева и ул. Р. Люксембург – по 11 баллов – *средний уровень отклонения от нормы*.

Таким образом, исследуемые участки придорожных территорий г. Донецка характеризуются в целом нарушенной экологической структурой сообществ панцирных клещей: довольно низкими показателями видового богатства, средней плотности населения, экологического разнообразия, нарушением в структуре доминирования и в соотношении жизненных форм. Несмотря на довольно экстремальные условия для жизнедеятельности орибатид в городских условиях, тем не менее почвенное население не уничтожено, не находится в критическом состоянии, здесь сформирован более-менее устойчивый комплекс видов, представленных в основном эврибионтными, экологически пластичными видами. Однако, по сравнению с естественными, ненарушенными экосистемами исследуемые параметры экологической структуры населения панцирных клещей далеки от эталона.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Буланова-Захваткина, Е.М. Панцирные клещи – орибатиды / Е.М. Буланова-Захваткина. – М.: Высш. шк., 1967. – 254 с.
2. Ермилов, С.Г. Орибатидные клещи придорожных газонов в условиях промышленного центра на примере г. Нижнего Новгорода / С.Г. Ермилов, М.П. Чистяков // Поволжский экологический журнал. – 2005. – Т. 1. – С. 76-79.
3. Штирц, А.Д. Оценка влияния антропогенной нагрузки на экосистемы с использованием интегрального показателя сообществ панцирных клещей / А.Д. Штирц // Acta Biologica Sibirica. – 2015. – № 1 (1–2). – С. 51–66.

РАЗВЕДЕНИЕ ТУТОВОГО ШЕЛКОПРЯДА В УСЛОВИЯХ СТАРОБЕШЕВСКОГО РАЙОНА

К.О. Кумеда, Е.Н. Маслодудова
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

Рассмотрены возможности организации промышленной выкормки тутового шелкопряда в условиях Старобешевского района.

Ключевые слова: ТУТОВЫЙ ШЕЛКОПРЯД, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОКОНА, ТЕМПЕРАТУРА, ВЛАЖНОСТЬ.

The possibilities of organizing industrial mulberry silkworm feeding in the conditions of Starobeshevsky district are considered.

Keywords: SILKWORM, TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF THE COCOON, TEMPERATURE, HUMIDITY.

Шелководство – одна из малозатратных отраслей сельского хозяйства, характеризующаяся высокой доходностью и рентабельностью. Природно-климатические условия Донбасса позволяют успешно развивать шелководство.

Культура тутового шелкопряда находится в оптимальных, относительно стабильных условиях техноценоза и характеризуется низким уровнем гетерогенности. Именно поэтому она требует постоянного применения приемов повышения жизнедеятельности и поиск новых способов выкормки тутового шелкопряда. В связи с этим, разработка и внедрение способов повышения жизнедеятельности и продуктивности культуры, а также оптимизация технологии выкормки тутового шелкопряда остаются актуальными проблемами.

Цель работы – изучить возможности организации и проведения выкормки тутового шелкопряда в условиях Старобешевского района и сравнить технологические характеристики полученных коконов со стандартом ГОСТа.

В опыте использовали грену породы Белококонная-1, полученную из г. Мерефа Харьковской области.

В задачи наших исследований входило: изучение особенностей выкормки тутового шелкопряда; определение экологических факторов, влияющих на выкормку тутового шелкопряда; сравнение со стандартом ГОСТа коконов сырых (живых) тутового шелкопряда, полученных при выкормке в весенне-летний (май – июнь) и летне-осенний периоды (август – сентябрь).

Экспериментальную выкормку проводили в с. Каменка Старобешевского района, с 15 мая по 30 июня и с 1 августа по 10 сентября в течение 3-х лет с 2014 по 2016 гг. В результате было получено: в 2014 г. в весенне-летнюю выкормку – 600 коконов, в летне-осеннюю – 450, проведен папильонаж и получено 250 мг грены; в 2015 г. – 680 и 550 коконов, соответственно, получено 300 мг грены; в 2016 г. – 650 и 480 коконов соответственно, получено 280 мг грены.

В помещении, где проводили экспериментальную выкормку, были выдержаны все оптимальные условия (температура воздуха +25°C, влажность 75%, аэрация, рассеянный свет).

В Старобешевском районе ежегодно в июне – июле отмечалось повышение температуры воздуха до +36–40°C, поэтому в выкормочном помещении поддерживали оптимальную температуру +25–26°C и влажность 75% с помощью вентиляции и кондиционера, а также дополнительного увлажнения.

Выкормка тутового шелкопряда в условиях приусадебного хозяйства в Старобешевском районе обеспечена достаточной кормовой базой. На территории с. Каменка произрастает более 500 деревьев шелковицы (*Morus alba*), являющейся единственным кормовым растением для тутового шелкопряда.

Выкармливали гусениц вручную, в специально оборудованном помещении, в коробках. Сразу после линьки кормили 2 раза резаным листом, и после этого с помощью съемников (40х40) переносили в чистый ящик из расчета один съемник на один выкормочный ящик, который предварительно выстилали бумагой 80х80 см. После линьки на 5 возраст корм раскладывали на все большую площадь, вследствие чего гусеницы размещаются просторнее. Кормили гусениц в четвертом, пятом возрасте – 4-5 раз. Завивку проводили на искусственных пластмассовых и картонных коконниках. Гусеницы предпочитали последние.

Сбор коконов и очистку ваты – сдира проводили вручную, только после полного созревания, на седьмой – восьмой день после массовой завивки. Очищенные коконы сортировали в соответствии с ГОСТ 8417-57 (живые коконы тутового шелкопряда, куда входят отборные, первый, второй и третий сорт; коконы-брак и карапачах). Размещали их на лощенную, специально-обработанную мыльной эмульсией, бумагу для получения грены.

При анализе полученных результатов и сортировке коконов мы учитывали следующие технологические показатели коконов: средняя масса, длина, калибр коконов, наличие перехвата (табл. 1, 2).

Таблица 1 – Качество коконов, полученных из грены Белококонная-1 на выкормке в условиях Старобешевского района

Получено коконов из 100 мг грены	Белококонная-1 (грена г. Мерефа)		
	Год выкормки	Шт.	%
Получено коконов из 100 мг грены	2014	1050	
	2015	1230	
	2016	1130	
Из них дефектные:	2014	275	26,1
	2015	405	32,9
	2016	380	33,6
а) атласные	2014	113	10,7
	2015	223	18,1
	2016	170	15,0
б) с внутренними пятнами	2014	100	9,5
	2015	110	8,1
	2016	158	13,9
в) карапачах	2014	62	5,3
	2015	72	5,8
	2016	52	4,6

Таблица 2 – Технологические свойства коконов, полученных при выкормке в Саробешевском районе

Год выкормки	Технологические свойства коконов					
	Длина (расстояние между полюсами кокона)		Калибр (диаметр наибольшего поперечного сечения)		Масса живого кокона	
	см	Кол-во коконов	см	Кол-во коконов	г	Кол-во коконов
2014	2,9±0,1	182	1,3±0,1	132	1,8±0,1	82
	3,1±0,1	307	1,5±0,1	442	2,3±0,1	397
	3,3±0,1	144	1,7±0,1	173	2,5±0,1	263
	3,5±0,1	217	1,8±0,1	103	2,8±0,1	108
2015	2,7±0,1	285	1,5±0,1	623	1,9±0,1	382
	3,0±0,1	465	1,7±0,1	397	2,4±0,1	339
	3,3±0,1	304	1,9±0,1	110	2,9±0,1	262
	3,6±0,1	96	2,0±0,1	100	3,0±0,1	147
2016	2,5±0,1	408	1,6±0,1	536	1,6±0,1	486
	2,9±0,1	354	1,8±0,1	473	2,0±0,1	359
	3,2±0,1	212	2,0±0,1	232	2,5±0,1	200
	3,5±0,1	176	2,2±0,1	108	3,0±0,1	85

Полученные коконы были разделены на 3 сорта: крупные (3,6-3,4 см), средние (3,0-3,4 см), мелкие (2,8-3,0 см).

Стандартная норма промышленных показателей коконов этой породы: длина 3,0-4,0 см, калибр от 1,5 до 2,5 см, масса от 2,0 до 3,5 г.

Сравнивая показатели стандартных технологических свойств коконов с коконами, полученными в результате весенне-летней выкормки, следует отметить, что 67,7% коконов соответствует стандарту. Все коконы, полученные при летне-осенней выкормке, не соответствовали стандарту, по-видимому, из-за ухудшения питательных свойств листа шелковицы.

Поэтому в Старобешевском районе субъектам хозяйствования можно рекомендовать проведение одной весенне-летней промышленной выкормки тутового шелкопряда.

ЗАЩИТА ФАУНЫ И ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ ОТ ДЕЙСТВИЯ УДАРНОЙ ВОЛНЫ

Л.Ф. Насретдинова, И.Г. Хусаинов

Стерлитамакский филиал Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего профессионального образования
«Башкирский государственный университет»

В работе для защиты фауны и гидротехнических сооружений от действия ударной волны предлагается использовать насыщенную газом пористую среду. Построена математическая модель, описывающая распространение волн в пористой среде. Предлагаемая модель используется при получении коэффициентов отражения и прохождения волн от пористой перегородки.

Ключевые слова: ФАУНА, ЗАЩИТА, ВОЛНА.

In work for protection of fauna and hydraulic engineering constructions against action of a shock wave it is offered to use the porous environment saturated by gas. The mathematical model describing distribution of waves in the porous environment is constructed. The offered model is used at reception of factors of reflection and passage of waves from a porous partition.

Keywords: FAUNA, PROTECTION, WAVE.

Для защиты ихтиофауны, плавсредств и гидротехнических сооружений от действия ударной волны, образующейся при подводном взрыве зарядов взрывчатых веществ, применяются пузырьковая завеса и покрытие защищаемых поверхностей пенопластом [1]. Так как пузырьковая завеса состоит из 70-90% пузырьков газа, то пористая преграда, насыщенная газом и помещенная в воду, является аналогом пузырьковой завесы. Пенопласт – пористая среда, насыщенная газом, близкая по своим свойствам пористой преграде, рассматриваемой в данной работе.

В работе [2] отмечено, что пузырьковая завеса, созданная при воздушном потоке $0,008 \text{ м}^3/\text{с}$, уменьшает давление от заряда при взрыве $0,45 \text{ кг}$ взрывчатого вещества на расстоянии 10 м в 70 раз.

В данной работе построена математическая модель, описывающая распространение волн в пористой среде, насыщенной газом.

Рассмотрим распространение волны в насыщенной газом пористой среде. При описании распространения одномерных волн примем следующие допущения: все поровые включения имеют сферическую форму и одинаковый радиус, значения длин рассматриваемых в среде волн намного больше размеров пор. Характерными размерами среды будем считать средний радиус пор – a_0 и среднюю толщину стенок пор – b_0 .

Запишем макроскопические линеаризованные уравнения неразрывности для скелета пористой среды и газа в порах в двухскоростном приближении [3]:

$$\frac{\partial \rho_j}{\partial t} + \rho_{j0} \frac{\partial v_j}{\partial x} = 0, \quad (1)$$

где ρ_j , v_j – плотность и скорость j -й фазы соответственно, нижним индексом $j = s, g$ отмечены параметры скелета и газа в порах, дополнительным нижним индексом 0 – параметры, соответствующие невозмущенному начальному состоянию системы.

Уравнение импульсов для системы в целом запишем в виде:

$$\rho_{g0} \frac{\partial v_g}{\partial t} + \rho_{s0} \frac{\partial v_s}{\partial t} = \frac{\partial \sigma_s^*}{\partial x} - \frac{\partial p_g}{\partial x}, \quad (2)$$

где p_g – давление в газовой фазе, σ_s^* – приведенное напряжение в скелете, определяемое через осредненное истинное напряжение σ_s^0 : $\sigma_s^* = \alpha_{s0}(\sigma_s^0 + p_g)$, α_{s0} – начальная объемная доля твердой фазы. Верхним индексом 0 отмечены параметры, соответствующие истинным значениям.

Для описания поведения скелета используем модель Максвелла:

$$\alpha_{s0} \frac{\partial \varepsilon}{\partial t} = \frac{1}{E_s} \frac{\partial \sigma_s^*}{\partial t} + \frac{\sigma_s^*}{\mu_s}, \quad \frac{\partial \varepsilon}{\partial t} = \frac{\partial v_s}{\partial x}, \quad (3)$$

где E_s , μ_s – эффективные модуль упругости и коэффициент сдвига пористого скелета соответственно.

Уравнение импульсов для газовой фазы имеет следующий вид:

$$\rho_{g0} \frac{\partial v_g}{\partial t} = -\alpha_{g0} \frac{\partial p_g}{\partial x} - F. \quad (4)$$

Здесь α_{g0} – начальная объемная доля газовой фазы, F – межфазная сила взаимодействия.

Процессы диссипации тепла в изучаемой системе определяются распределением микротемпературы вблизи межфазных границ. Для описания микронеоднородностей температуры используется сферическая ячеечная схема. При этом пористая среда, насыщенная газом, рассматривается как система сферических газовых пузырьков, окруженных слоем материала скелета. Таким образом, в каждой макроскопической точке, определяемой координатой x , вводится типичная ячейка, состоящая из газового пузырька и приходящейся на него доли скелета. Внутри ячейки имеется распределение температуры $T'_j(t, x, r)$ и плотности газа $\rho_g'^0(t, x, r)$ (r – координата, отсчитываемая от центра ячейки). Давление внутри ячейки полагается однородным.

Связь между микроплотностью $\rho_g'^0(t, x, r)$ и истинной плотностью $\rho_g^0(t, x)$, являющейся средней для газовой фазы, определяется с помощью выражения:

$$\rho_g^0 = \frac{3}{4\pi a_0^3} \int_0^{a_0} \rho_g'^0 4\pi r^2 dr. \quad (6)$$

Для истинных плотностей ρ_j^0 и объемной доли фаз α_j можно записать следующие кинематические соотношения: $\rho_j = \alpha_j \rho_j^0$, $\alpha_g + \alpha_s = 1$.

Для описания распределения температуры в ячейке пористой среды запишем систему уравнений теплопроводности:

$$\rho_{g0}^0 c_g \frac{\partial T'_g}{\partial t} = \lambda_g r^{-2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial T'_g}{\partial r} \right) + \frac{\partial p_g}{\partial t}, \quad (0 < r < a_0), \quad (7)$$

$$\rho_{s0}^0 c_s \frac{\partial T'_s}{\partial t} = \lambda_s \frac{\partial^2 T'_s}{\partial r^2}, \quad (a_0 < r < a_0 + b_0), \quad (8)$$

где λ_j , c_j ($j = g, s$) – теплопроводность и удельная теплоемкость соответственно.

Учитывая непрерывность температуры и теплового потока на поверхности раздела фаз $r = a_0$, граничные условия на ней для уравнений (8), (9) запишем в виде

$$T'_g = T'_s, \quad \lambda_s \frac{\partial T'_s}{\partial r} = \lambda_g \frac{\partial T'_g}{\partial r}, \quad (r = a_0). \quad (9)$$

В центре пор выполняется условие симметричности температурного поля, а на границе между ячейками отсутствует теплообмен (условие адиабатичности ячеек):

$$\frac{\partial T'_g}{\partial r} = 0, \quad r = 0, \quad \frac{\partial T'_s}{\partial r} = 0, \quad r = a_0 + b_0. \quad (10)$$

При наличии движения температура в среде, вообще говоря, не остается постоянной, а меняется как с течением времени, так и от точки к точке объема, занятого средой. Однако передача тепла внутри среды путем теплопроводности является медленным процессом, и поэтому быстрый процесс распространения малых возмущений (в данном случае акустической волны) можно считать адиабатическим.

Для давления газовой фазы можем использовать следующую формулу:

$$p_g = \rho_g^0 R T'_g. \quad (11)$$

Решение системы уравнений (1) – (4), (7), (8), (11) ищется в виде бегущих волн. В работе получено дисперсионное уравнение:

$$\left(C_g \frac{K}{\omega}\right)^4 - \left(C_g \frac{K}{\omega}\right)^2 \left[B_1 + B_2 \left(\frac{\tilde{N}_g}{\tilde{N}_s}\right)^2\right] + B_3 \left(\frac{\tilde{N}_g}{\tilde{N}_s}\right)^2 = 0. \quad (12)$$

Здесь ω – круговая частота, K – комплексное волновое число, параметры B_1 , B_2 и B_3 находятся из выражений:

$$B_1 = (1 + \chi_T)(1 + i\chi_V \alpha_{s0}), \quad B_2 = (1 + \beta(\alpha_{s0} + i\chi_V)/\alpha_{g0})\chi_\mu, \quad C_g = \sqrt{\gamma p_0 / \rho_{g0}^0}, \\ B_3 = \chi_\mu(1 + \chi_T)(1 + i\chi_V(\alpha_{s0} + \beta\alpha_{g0})), \quad \beta = \rho_{g0}^0 / \rho_{s0}^0, \quad C_s = \sqrt{E_s / \rho_{s0}^0}.$$

Коэффициент χ_μ учитывает влияние вязкости материала скелета пористой среды на эволюцию «быстрой» и «медленной» волн. Коэффициент χ_T учитывает влияние теплообмена между скелетом и газом, насыщающим поры среды, на динамику «быстрой» и «медленной» волн. Влияние нестационарных сил межфазного взаимодействия на динамику «быстрой» и «медленной» волн учитывается величиной χ_V .

Дисперсионное уравнение (12) в дальнейшем будет использовано при описании отражения импульсных возмущений от пористых перегородок, используемых для защиты фауны и гидротехнических сооружений от действия ударной волны.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

5. Горная энциклопедия. Подводный взрыв // [Электронный ресурс]. Режим доступа : <http://www.mining-enc.ru/p/podvodnyj-vzryv/> (дата обращения 10.06.2016 г.).

6. Лангефорс, У., Кильстрем, Б. Современная техника взрывной отбойки горных пород. – М.: Недра, 1968. – 271 с.

7. Хусаинов, И.Г., Дмитриев, В.Л. Исследование эволюции волнового импульса при прохождении через пористую преграду // Прикладная механика и техническая физика. – 2011. – Т. 52, № 5. – С. 136-145.

СХОДСТВО ВИДОВОГО СОСТАВА ПАНЦИРНЫХ КЛЕЩЕЙ МЕЛОВЫХ ОБНАЖЕНИЙ ЗАПОВЕДНИКА «МЕЛОВАЯ ФЛОРА» И РЛП «КРАМАТОРСКИЙ»

Е.Г. Пономарев, Н.Н. Ярошенко
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

*При сравнении видового состава панцирных клещей – орибатид меловых обнажений двух заповедных территорий «Меловая флора» (58 видов) и участка № 4 «Белокузьминоское» РЛП «Краматорский» (115 видов) установлено 44 общих вида, из них доминирующим был вид *Zygoribatula frisiae* (Oudms.). Коэффициент сходства фаун орибатид по Сьеренсену составил 50,87%. Разнообразие видового состава панцирных клещей обусловлено географической разобщенностью экотопов, характером растительного покрова, формирующего опад и создающего благоприятные условия для жизнедеятельности почвенного населения.*

Ключевые слова: ПАНЦИРНЫЕ КЛЕЩИ, ОРИБАТИДЫ, МЕЛОВЫЕ ОБНАЖЕНИЯ, ЗАПОВЕДНИК.

*When comparing the species composition of oribatid mites of cretaceous outcrops of the two protected areas «Melovaya flora» (58 species) and section N 4 «Belokuz'minovskoye» of RLP «Kramatorskiy» (115 species) 44 general species were established. The dominant species – *Zygoribatula frisiae* (Oudms.). The coefficient of similarity of oribatid fauna according to Sørensen – 50,87%. The diversity of the species composition of oribatid mites is due to the geographic disconnection of ecotopes, vegetation cover, which forms litter and creates favorable conditions for the life activity of the soil population.*

Keywords: ORIBATID MITES, CRETACEOUS OUTCROPS, RESERVE.

Панцирные клещи или орибатидаы – одна из доминирующих групп обитающих в почве членистоногих. В естественных условиях они принимают активное участие в почвообразовательных процессах. Некоторые из них являются промежуточными хозяевами ленточных червей из семейства Anoplocephalidae, паразитирующих в теле домашних и диких животных.

На данный период в естественных заповедных условиях Донбасса фауна панцирных клещей изучена еще недостаточно, в связи с чем, нами проведен сравнительный анализ видового состава панцирных клещей двух заповедных территорий с меловыми выходами на поверхность – заповедника «Меловая флора» и РЛП «Краматорский».

Материал был собран в 2011–2014 гг. по общепринятой методике Н. Н. Ярошенко (2000). Почвенные пробы брали биоценометром объемом 250 см³ в 10-кратной повторности в каждом исследуемом экотопе. Камеральную обработку собранного материала проводили в лаборатории акарологии кафедры зоологии и экологии ДонНУ. Среднюю плотность орибатид определяли по методике К. К. Фасулати (1971), индекс доминирования – по В. Н. Беклемишеву (1961), общность видового состава клещей – по индексу Сьеренсена.

На территории заповедника «Меловая флора» в 2011 г. в окр. с. Пискуновка в пяти экотопах (кальцефитная степь, вершина оврага, восточный склон оврага, его основание, подстилка на участке меловой сосны (*Pinus silvestris*) в 50 пробах учтено 1675 экз. имагинальных форм панцирных клещей со средней плотностью населения 13400 экз./м². Определено 58 видов панцирных клещей, относящихся к 37 родам и 27

семействам. Из них доминировали 5, часто встречались 8 и редко – 45 видов. Для Донецкой области впервые отмечен вид *Belba corynorpus* (Herm.).

На участке № 4 «Белокузьмино-вское» РЛП «Краматорский» в 2012-2014 гг. в 282 пробах обнаружен 5641 экз. имагинальных форм панцирных клещей со средней плотностью населения 8000 экз./м². Определено 115 видов, относящихся к 63 родам и 36 семействам. Доминировали 5, часто встречались 6 и редко – 104 вида. Для фауны Донбасса впервые отмечены виды *Latovertex laticuspsis* Balogh et Machunca (известен из Монголии) и *Chilarovus humeridens* D. Kriv. (известен из Узбекистана).

При сравнении видового состава двух исследуемых кальцефитных заповедных территорий установлено 44 общих вида, относящихся к 32 родам и 22 семействам (табл. 1). Сходство видового состава панцирных клещей двух заповедных участков по индексу Сьеренсена составило 50,87%. Из 44 общих видов доминирующим был вид *Zygoribatula frisiae* (Oudms.), часто встречаемыми – *Ramusella clavipectinata* (Mich.) и *Pilogalumna allifera* (Oudms.).

Таблица 1 – Общие виды панцирных клещей, обнаруженные в заповеднике «Меловая флора» и РЛП «Краматорский» (2011–2013 гг.)

Вид	Меловая флора	Участок № 4 РЛП «Краматорский»
<i>Sphaerochthonius dilutus</i> Serg.	6 / 0,36	223 / 3,95
<i>Phylozetes emmae</i> Berl.	3 / 0,18	5 / 0,09
<i>Brachychthonius immaculatus</i> Forssl.	4 / 0,24	32 / 0,57
<i>Liochthonius alpestris</i> (Forssl.)	2 / 0,12	1 / 0,02
<i>Epilohmannia styriaca</i> Schuster	3 / 0,18	7 / 0,12
<i>Trhypochthonius tectorum</i> (Berl.)	14 / 0,83	32 / 0,57
<i>Belba dudini</i> B.-Z.	25 / 1,49	21 / 0,37
<i>Metabelba pulverulenta</i> (Koch)	13 / 0,78	5 / 0,09
<i>Zetorchestes micronychus</i> (Berl.)	342 / 20,42	2 / 0,04
<i>Microzetorchestes emeryi</i> (Berl.)	57 / 3,40	5 / 0,09
<i>Xenillus tegeocranus</i> (Herm.)*	14 / 0,83	30 / 0,53
<i>Tectocephus velatus</i> Mich.*	76 / 4,54	65 / 1,15
<i>Suctobelbella latirostris</i> (Forssl.)	15 / 0,89	2 / 0,04
<i>S. alloanasuta</i> Moritz	17 / 1,01	1 / 0,02
<i>S. subtrigona</i> (Oudms.)	13 / 0,78	1 / 0,02
<i>Oppiella nova</i> (Oudms.)	198 / 11,82	18 / 0,32
<i>Microppia minus</i> (Paoli)	153 / 9,13	114 / 2,02
<i>M. minutissima</i> (Selln.)	6 / 0,36	1 / 0,02
<i>Ramusella clavipectinata</i> (Mih.)	36 / 2,15	210 / 3,72
<i>R. mihelcici</i> (Perez-Inigo)	5 / 0,30	15 / 0,26
<i>Discoppia cylindrica</i> (Perez-Inigo)	8 / 0,48	32 / 0,57
<i>Lauropia maritima</i> (Will.)	2 / 0,12	2 / 0,04
<i>Micreremus brevipes</i> (Mich.)	11 / 0,66	3 / 0,05
<i>Passalozetes africanus</i> Grand.	6 / 0,36	15 / 0,26
<i>Scutovertex punctatus</i> Sitnik.	3 / 0,18	23 / 0,41
<i>S. serratus</i> Sitnik.	20 / 1,19	53 / 0,94
<i>Oribatula pallida</i> Banks	69 / 4,12	53 / 0,94
<i>O. tibialis</i> Mich.	2 / 0,12	32 / 0,57

Вид	Меловая флора	Участок № 4 РЛП «Краматорский»
<i>O. angustolamellata</i> Iord.	2 / 0,12	185 / 3,28
<i>Zygoribatula frisiae</i> (Oudms.)*	101 / 6,03	395 / 7,00
<i>Z. terricola</i> v.d. Hammen	4 / 0,24	4 / 0,07
<i>Scheloribates latipes</i> (Koch)*	53 / 3,16	686 / 12,16
<i>S. laevigatus</i> (Koch)	32 / 1,91	71 / 1,26
<i>S. pallidulus</i> (Koch)	3 / 0,18	1 / 0,02
<i>Peloribates pilosus</i> Will.	102 / 6,09	106 / 1,88
<i>P. europaeus</i> Will.	18 / 1,07	4 / 0,07
<i>Protoribates novus</i> Will.	1 / 0,06	2 / 0,04
<i>P. monodactylus</i> (Haller)	2 / 0,12	398 / 7,06
<i>Trichoribates novus</i> (Sell.)	1 / 0,06	148 / 2,62
<i>Punctoribates zachvatkini</i> Schald.	7 / 0,42	102 / 1,81
<i>Galumna lanceata</i> Oudms.	6 / 0,36	42 / 0,74
<i>Pilogalumna allifera</i> (Oudms.)	51 / 3,04	118 / 2,09
<i>Euphthiracarus cribrarius</i> (Berl.)	16 / 0,96	12 / 0,24
Количество видов	44	44
Доминирующих	5	3
Часто встречаемых	6	6
Редких	33	35

Примечания:

1. * – виды, которые могут принимать участие в цикле развития ленточных червей из сем. Anoplocephalidae;
2. в числителе – количество экз., в знаменателе – индекс доминирования в процентах.

Особого внимания заслуживает сем. Cosmochthoniidae Gr., 1947, которое в заповеднике «Меловая флора» представлено только одним видом – *Phylozetes emmae* Berl., а на участке № 4 РЛП «Краматорский» в зарослях хвоща полевого у подножия меловых выходов на поверхность найдено 4 вида из двух родов – *Cosmochthonius lanatus* Mih., *C. ponticus* Gord., *Phylozetes tauricus* Gord., *P. emmae* Berl. Видовое разнообразие малочисленных видов значительно отличается на двух исследуемых заповедных территориях. Различие фаунистического состава орибатид зависит от территориальной разобщенности экотопов, эдафических условий обитания, характера растительного покрова, формирующего органический субстрат в виде растительной подстилки, сохраняющей влагу поверхностного горизонта почвы, который является укрытием и пищевым субстратом для почвенного населения.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Беклемишев, В.Н. Термины и понятия, необходимые при количественном популяций эктопаразитов и нидиколов / В.Н. Беклемишев// Зоол. журн. – 1961. – Вып. 2. – С. 143 – 158.
2. Фасулати, К.К. Полевое изучение наземных беспозвоночных / К.К. Фасулати. – М.: Высш. шк., 1971. – 421 с.
3. Ярошенко, Н.Н. Орибатидные клещи (Acariformes, Oribatei) естественных экосистем Украины / Н.Н. Ярошенко. – Донецк: ДонНУ, 2000. – 313 с.

ВИДЫ РОДА *SPHINGONOTUS* (FIEBER, 1822) (ACRIDIDAE: OEDIPODINAE) НА ТЕРРИТОРИИ ДОНЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

Д.А. Терещенко

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

*Приведены сведения о находках видов р. *Sphingonotus* на территории БООПТРЗ «Хомутовская степь – Меотида» и в окр. пос. Яковлевка (северная окраина г. Донецка). Впервые приведены, записанные там же, осциллограммы акустических сигналов вида *Sphingonotus caerulans* L.*

Ключевые слова: SPHINGONOTUS, ЭКОЛОГИЯ, БИОАКУСТИКА, АНТРОПОГЕННЫЕ ЛАНДШАФТЫ, МЕОТИДА.

*The provides information on the findings of the species *Sphingonotus* in the territory of the «Khomutovskaya Steppe – Meotida» and in the vicinity of the Yakovlevka (Northern outskirts of Donetsk). For the first time the oscillograms of acoustic signals of the species *Sphingonotus caerulans* L. are given.*

Key words: SPHINGONOTUS, ECOLOGY, BIOACUSTICS, ANTHROPOGENIC LANDSCAPES, MEOTIDA.

Донецкая область – крупный промышленный регион, где большую часть территории занимают антропогенные ландшафты с сорно-рудеральной растительностью. Естественные биоценозы сохранились исключительно на заповедных территориях и так называемых неудобьях – участках непригодных для земледелия и видов хозяйственной деятельности. Соответственно, природные и искусственно созданные биоценозы являются неотъемлемой частью современного регионального ландшафта.

Род *Sphingonotus* представлен на территории Украины двумя видами: голубокрылая летунья – *Sphingonotus caerulans* (Linnaeus, 1767) и синеногая пустынноца – *Sphingonotus coerulipes* (Uvarov, 1922). По литературным сводкам (Бей-Биенко, 1951; Пушкар, 2011; Присный, 2014) они встречаются как в естественных, так и искусственных местообитаниях. А.В. Присный (2014) отмечает, что для антропогенных ландшафтов характерен вид *S. coerulipes*, в то время как *S. caerulans*, предпочитает естественные местообитания. Есть упоминания о том, что и оба вида могут одновременно встречается в указанных биотопах (Пушкар, 2011). Отсюда понятен интерес к изучению фауны и экологии прямокрылых урболандшафтов, обусловленный тем, что городская среда может формировать благоприятные для них условия, способствуя их расселению. Важность возможных каналов распространения, создаваемых человеком, отмечено Б.П. Уваровым (1969). Особенно это существенно для прямокрылых, которые вообще тяготеют к нарушенным местообитаниям.

В настоящей публикации приводятся новые сведения о распространении видов рода *Sphingonotus* в естественных биоценозах и урболандшафтах Донецкой области.

В литературе имеются данные о распространении и экологии пустынноц в пределах юга Среднерусской возвышенности (Белгородская область) (Присный, 2014), а также информация об их видовом составе и распределении на территории Украины (Пушкар, 2011). Однако на территории юго-востока Украины и, в частности, в Донецкой области эта группа остается малоизученной. Для территории Донецкой области оба обсуждаемые вида никем не приводились.

Нами проведены исследования в 2015-2016 гг. в пределах г. Донецка и в его окрестностях, а также в районе БООПТРЗ «Хомутовская степь – Меотида», в ходе которых были обнаружены представители рода *Sphingonotus*.

При сборе материала использовались общепринятые методики, в частности кошением энтомологическим сачком. Для определения видов использовали определитель «Саранчовые фауны СССР» (Бей-Биенко, Мищенко, 1951) и работу Т.И. Пушкаря (2011). Запись акустических сигналов пустынных в природе осуществлялась с помощью диктофона Zoom H1 (2010) с диапазоном воспроизводимых частот 24-96000 Гц. Обработка осциллограмм происходила на ПК с использованием ПО «Avisoft SASLab Lite».

Голубокрылая летунья – обитатель песчаных и супесчаных субстратов с разреженным травостоем или же с полным его отсутствием. Вид был нами обнаружен на стрелке Кривой косы Азовского моря (пос. Седово Новоазовского р-на) и в районе Кривокоских бакаев. Следует отметить, что голубокрылая летунья является единственным обитателем открытых пляжных биотопов Кривой косы.

Материал: 1♀ – 3.08.2016. Кривокосские бакаи, пос. Седово, Новоазовский р-н, Донецкая обл.; 1♀, 2♂ – 1.08.2016. Кривая коса, пос. Седово, Новоазовский р-н, Донецкая обл.; 1♀ – 17.08.2016. – Елачанские бакаи, возле г. Новоазовска, Донецкая обл.

В ходе изучения фауны и экологии *Sphingonotus* на стрелке Кривой Косы были получены записи акустических сигналов самцов голубокрылой летунии. Осциллограмма и спектрограммы к ней приведены ниже. На схеме (рис. 1) изображена конкурирующая песня самцов голубокрылой летунии; она была создана тремя самцами, которые акустически взаимодействовали друг с другом в присутствии самки. Основные характеристики вокализации конкурирующей песни, следующие: нижняя частотная граница лежит в пределах 2-3 кГц, верхняя – 20-23 кГц (рис. 2, а). Как мы считаем, на спектрограмме (рис. 2) удалось получить изображения энергетических всплесков, где каждый отдельный штрих соответствует индивидуальному импульсу движения ног самца.

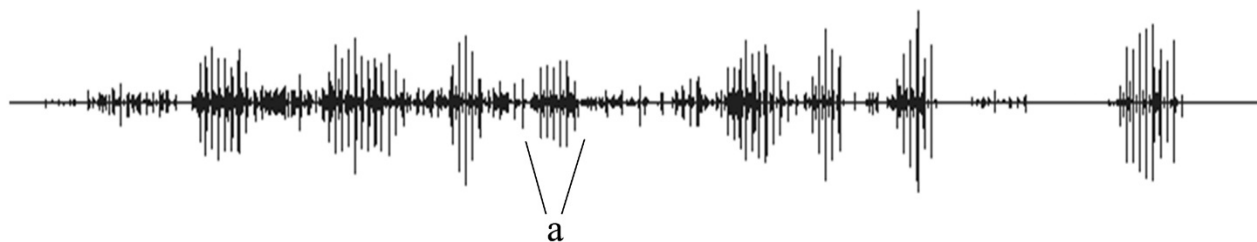


Рис. 1 – Осциллограмма конкурирующей песни самцов *S. caerulans* L. (3♂, 1♀) (температура +30-33°C).

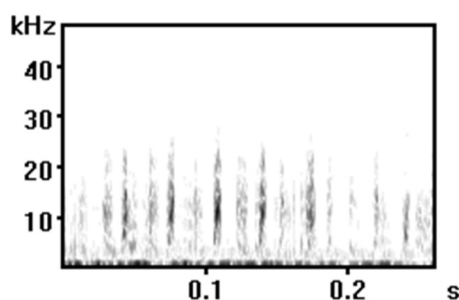


Рис. 2 – Спектрограмма к участку «а» на осциллограмме на рисунке 1.

Расстояние между энергетическими всплесками 0,03 с, и как видим, на этом коротком участке они практически не перекрываются. Так как акустические сигналы являются видоспецифическими для каждого из видов, то полученный нами звуковой материал совпадет с аудиозаписями сигналов *S. caerulans* на сайте (<http://www.orthoptera.ch>).

Синеногая пустынноца предпочитает антропогенно трансформированные ландшафты с почти отсутствующей растительностью. В своей публикации А.В. Присный (2014) приводил аналогичные сведения об экологии этого вида. В условиях же г. Донецка вид населяет каменистые субстраты (битый и измельченный кирпич, галька, насыпи угольной породы), температура которых порой в самые жаркие часы может достигать от +35°C до +45°C. Такими местами оказались террикон шахты им. Засядько и территория заброшенного депо в Буденновском районе. Терриконы являются неотъемлемым элементом частью г. Донецка. В пределах города их существует 128 разной величины и различной степени озеленения, и так называемые горящие терриконы, на которых совсем или почти отсутствует растительность, многие из них могут служить для расселения пустынноц в урболандшафте. Так как на техногенных субстратах наблюдается дополнительное повышение среднесуточных температур, в сочетании с разреженной сорной растительностью они моделируют основные характеристики типичных местообитаний этих насекомых в пределах основного ареала (Присный, 2014).

Материал: 1♀ – 30.08.2015, 2♂ – 29.08.2016 – основание террикона шахты им. Засядько, северная окраина г. Донецка, около пос. Яковлевка, Донецкая обл.; 1♂ – 17.09.2016. – территория заброшенного депо, г. Донецк, Буденновский р-н, Донецкая обл.

Представители рода *Sphingonotus* – типичные геофилы, их окраска строго коррелирует с окружающей средой. В естественных местообитаниях (в большинстве случаев, их жизнь связана с песчаными биотопами) они обладают светлой, серой или бурой окраской с темными перевязями на крыльях. Такую окраску мы можем наблюдать среди представителей *Sphingonotus* на песчаных берегах Азовского моря. Однако в условиях техногенного ландшафта окраска пустынноц соответствует более темным элементам окружающей среды. Так, на фоне серой угольной породы с вкраплениями угля они черного или темно-пепельного цвета.

Подводя итог, можно сделать следующие выводы: 1) для территории Донецкой области нами впервые отмечены два вида рода *Sphingonotus* (*S. caerulans*, *S. coerulipes*); 2) вид *S. caerulans* на территории Донецкой области, на данный момент, известен с заповедной территории (стрелка Кривой Косы); 3) *S. coerulipes* встречается как на отвалах угольной породы в г. Донецке, так и в его окрестностях.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Присный, А.В. О распространении пустынноц (Orthoptera: Acrididae: *Sphingonotus*) на юге среднерусской возвышенности / А.В. Присный // Научные ведомости. – 2014. – Вып. 27, № 10 (181). – С. 70-74.
2. Пушкар, Т.И. Виды рода *Sphingonotus* (Orthoptera, Acrididae) фауны Украины / Т.И. Пушкар // Вестник зоологии. – 2011. – Вып. 45, № 2. – С. 113-125.
3. Уваров, Б.П. Текущие и будущие проблемы акридологии / Б.П. Уваров // Энтомол. обозр. – 1969. – Вып. 48 (2). – С. 233-240.

БИОРАЗНООБРАЗИЕ ПТИЦ НЕКОТОРЫХ БИОТОПОВ Г. ДОНЕЦКА

О.В. Чопенко, М.А. Чайка

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

Рассмотрено биоразнообразие птиц на шести объектах в г. Донецке. Установлен видовой состав и характер пребывания видов в гнездовой период. Определена принадлежность птиц к экологическим группам питания и биотопическим предпочтениям.

Ключевые слова: ПТИЦЫ, СПЕКТР ПИТАНИЯ, ТИПЫ МЕСТ ОБИТАНИЯ, ГНЕЗДОВОЙ ПЕРИОД

The biodiversity of birds at six sites in the city of Donetsk. Species composition and nature of the host species during the breeding period set. Determined the identity of birds to environmental group food and habitat preferences.

Keywords: BIRDS, THE RANGE OF FOOD, HABITAT, BREEDING PERIOD

Птицы являются важной составляющей частью городских биогеоценозов. Они выполняют роль распространителей семян некоторых растений, а также выступают в роли регуляторов численности беспозвоночных животных и мелких млекопитающих. Население птиц может выступать и в качестве индикатора изменения среды. Большое индикационное значение отводится птицам в больших городах, где наиболее заметно негативное воздействие человека. Поэтому объектом наших исследований стали птицы в г. Донецке.

Целью наших исследований являлось сравнение видового разнообразия птиц в некоторых биотопах г. Донецка. Выполнение поставленной цели предусматривало решение следующих задач: установление видового состава на исследуемых территориях, вычисление процентного соотношения экологических групп птиц по типу питания и по биотопической приуроченности в гнездовой период.

Сбор материала проводился в период с мая 2015 г. по февраль 2017 г. на 6 различных объектах, таких как Алексеевские пруды, Нижнекальмиусское водохранилище, городские пруды в Центральном парке культуры и отдыха им. А.С. Щербакова, Донецкий ботанический сад (водоёмы и прилегающие к ним биотопы), Бахмутские пруды (район ТК «Маяк») и п. Щегловка. При проведении учётов за основу был принят маршрутный метод учёта с использованием малого числа радиальных интервалов обнаружения (методика Ю.С. Равкина). На объектах с водоёмами учёты велись при помощи площадного (картографического) метода (Романов, 2005). Основные исследования проводились в гнездовой период, кроме этого во все сезоны проводились экскурсии для уточнения видового состава птиц и характера их пребывания.

Всего за период исследования на данных территориях нами было зафиксировано 95 видов птиц, относящихся к 15 отрядам и 35 семействам: отряд Поганкообразные (Podicipediformes) – 2 вида, отряд Аистообразные (Ciconiiformes) – 3 вида, отряд Гусеобразные (Anseriformes) – 1 вид, отряд Соколообразные (Falconiformes) – 8 видов, отряд Курообразные (Galliformes) – 2 вида, отряд Журавлеобразные (Gruiformes) – 2 вида, отряд Ржанкообразные (Charadriiformes) – 5 видов, отряд Голубеобразные (Columbiformes) – 3 вида, отряд Кукушкообразные (Cuculiformes) – 1 вид, отряд Совообразные (Strigiformes) – 1 вид, отряд Стрижеобразные (Apodiformes) – 1 вид, отряд Сиворакшеобразные (Coraciiformes) – 2 вида, отряд Удодообразные (Upuriformes) – 1 вид, отряд Дятлообразные (Piciformes) – 5 видов, отряд

Воробьинообразные (Passeriformes) – 58 видов; из них 81 вид гнездится, 8 видов только зимует и 6 видов отмечено на пролёте. Принадлежность вида к гнездовому статусу определялась на основе анализа литературы (Фесенко, Бокотей, 2002) и собственных наблюдений.

Среди регионально редких видов нами были отмечены малая поганка, кваква, кобчик, домовый сыч, малый дятел, обыкновенная горихвостка и обыкновенный ремез («Наказ Міністерства екології ...», 2012»). Также на исследуемых территориях обнаружено 2 вида, занесённых в Красную книгу Украины: курганник и чёрный коршун. Из краснокнижных птиц России отмечены курганник и средний дятел.

По результатам проведённых учётов наибольшее разнообразие видов обнаружено в Ботаническом саду (65 видов) и в п. Щегловка (64 вида). Это объясняется тем, что на данных объектах исследования воздействие человеческой деятельности минимально, поскольку Ботанический сад является природоохранной территорией, а посёлок Щегловка расположен на окраине города. Также эти биотопы характеризуются обильной кормовой базой и наличием большого разнообразия мест для гнездования. Наименьшее количество видов птиц было обнаружено на территории Бахмутских прудов – 37 видов и Алексеевских прудов – 44 вида. Это, возможно, объясняется не только меньшим размером территории, на которой проводились исследования, но и близким расположением городской инфраструктуры и жилых домов.

Аналогичное распределение видового разнообразия по территориям наблюдается и в гнездовой период: в п. Щегловка – 55 видов, на Нижнекальмиусском водохранилище – 43 вида, в Ботаническом саду – 40 видов, в парке им. А.С. Щербакова – 34 вида, на Алексеевских прудах – 32 вида, на Бахмутских прудах – 25 видов.

В соответствии с приуроченностью птиц к различным местам обитания их можно разделить на несколько групп (рис. 1). Сравнивая территории исследования по данному критерию, мы видим, что нет общей доминирующей для всех объектов группы. Это, вероятно, связано не только с размерами водоёмов на учетных территориях, но и с характером примыкающих к ним биотопов.

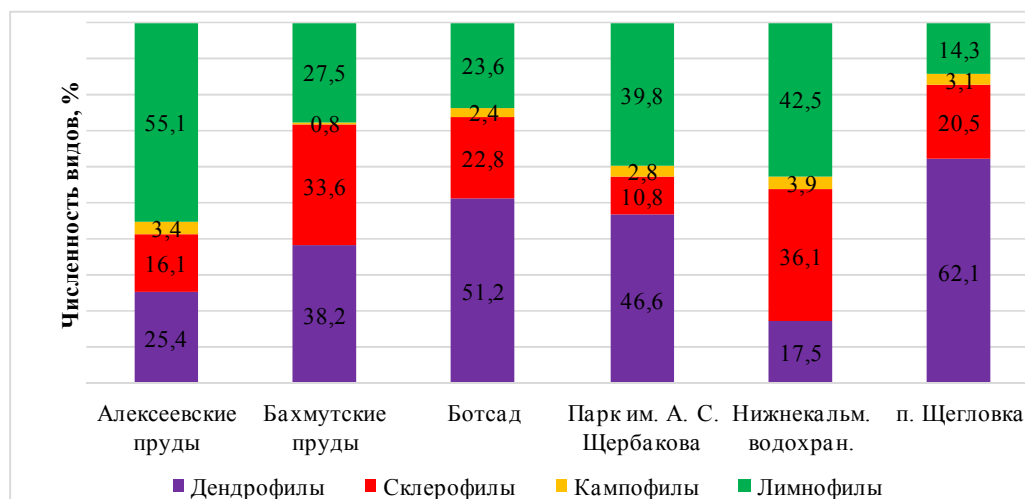


Рис.1 – Распределение птиц по экологическим группам

Из рис. 1 видно, что лимнофилы преобладают на Алексеевских прудах – 55,1% и на Нижнекальмиусском водохранилище – 42,5%. Это объясняется небольшой площадью соприкосновения водоёмов с древесными насаждениями по сравнению с площадью самих водоёмов. Дендрофилы доминируют в п. Щегловка (62,1%), в

Ботаническом саду (51,2%), в парке им. А.С. Щербакова (46,6%) и на Бахмутских прудах (38,2 %). Среди кампофилов – видов, гнездящихся и кормящихся на открытых травянистых ландшафтах, – преобладают фазан, золотистая щурка, жёлтая трясогузка, белая трясогузка и черноголовый чекан. Среди склерофилов – видов, нуждающихся для гнездования в эрозионных обнажениях геологических пород или в их аналогах, – многочисленными являются чёрный стриж, деревенская и городская ласточки, домовый и полевой воробьи. Гидрофилов на исследуемых территориях не обнаружено, так как этих виды характерны для морских глубоководий.

Птицы обладают широким спектром питания, который включает разнообразные растительные и животные корма. Поскольку для многих видов характерен широкий спектр кормов, мы относим их к промежуточным группам – фито-энтомофаги и зоо-ихтиофаги (рис. 2). Группа фито-энтомофагов включает в себя: кракву, обыкновенную лазоревку, большую синицу, домового воробья, полевого воробья, зяблика, черноголового щегла. К зоо-ихтиофагам относятся малая выпь, кваква и серая цапля. Проанализировав полученные данные, мы выявили, что почти на всех объектах исследования, кроме территории парка им. А.С. Щербакова, преобладают фито-энтомофаги – 38,6%, доминируют энтомофаги: п. Щегловка – 64,4%, Бахмутские пруды – 53,4%, Ботанический сад – 52,8%, Алексеевские пруды – 50,8%, Нижнекальмиусское водохранилище – 40,1%. Из птиц, относящихся к ихтиофагам, был обнаружен только один вид – обыкновенный зимородок.

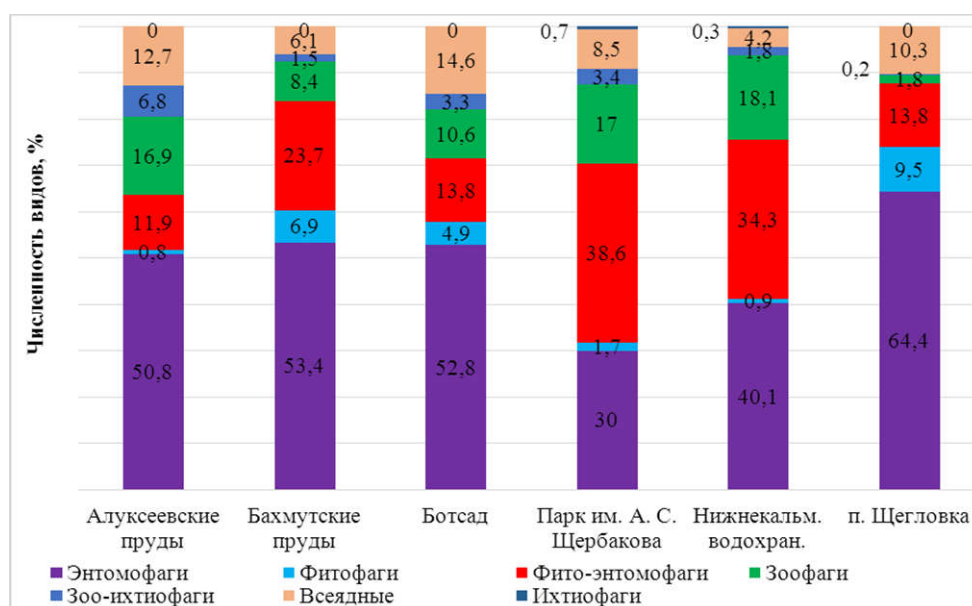


Рис. 2 – Экологические группы птиц по составу корма

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України від 17.09.2012 № 467 «Про затвердження переліків видів тварин, що підлягають особливій охороні на території Київської та Донецької областей».
2. Романов, В.В. Методы исследований экологии наземных позвоночных животных: количественные учёты : учеб. пособие / В.В. Романов, И.В. Мальцев. – Владимир : Изд-во Владимирского гос. ун-та, 2005. – 79 с.
3. Фесенко, Г.В. Птахи фауни України / Г.В. Фесенко, А.А. Бокотей. – К., 2002. – 416 с.

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ КРЕМНЕФТОРИСТОВОДОРОДНОГО ЭЛЕКТРОЛИТА ДЛЯ ОСВИНЦОВЫВАНИЯ

М.М. Ялалова, А.И. Сердюк

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

В работе изучено влияние кремнефтористоводородной кислоты на выбросы фторидов и свинца с поверхности электролитов для свинцевания. Установлена количественная зависимость выбросов от составов электролита. Показано, что основную долю выбросов, поступающих в атмосферу, составляют фториды.

Ключевые слова: БЕЗОПАСНОСТЬ, ФТОРИДЫ, СВИНЕЦ, СВИНЦЕВАНИЕ, ЭЛЕКТРОЛИТ, КРЕМНЕФТОРИСТОВОДОРОДНАЯ КИСЛОТА.

The paper studies the influence of fluorosilicic acid on the emissions of fluorides and lead from the surface of electrolytes for fluorosilicic. The equations obtained determine the dependence of the emissions on the electrolyte composition. It is shown that the main fraction of the emissions entering the atmosphere is fluorides.

Keywords: SECURITY, FLUORIDES, PLUMBUM, FLUOROSILICIC, ELECTROLYTE, FLUOROSILICIC ACID.

Электролитические покрытия свинцом имеют довольно широкое применение в промышленности, поскольку защищают железо от коррозии как химически, так и механически [1].

Экологические проблемы, связанные со значительными масштабами использования гальванических свинцовых покрытий, все чаще затрагивают вопрос о создании малотоксичных электролитов.

В настоящее время известны электролиты для свинцевания на основе кремнефтористоводородной кислоты. Кремнефтористоводородный электролит свинцевания прост в приготовлении, устойчив в эксплуатации и может работать при значительном колебании концентрации свинца в электролите [1].

Электролиты на основе кремнефтористоводородной кислоты весьма ядовиты, их пары отравляют воздух рабочей зоны, поэтому в работе [1] указано, что производственные помещения должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией.

Целью данной работы является определение количественных параметров выбросов соединений свинца и фтора в атмосферу, как наиболее вредных компонентов, оказывающие отрицательное экологическое воздействие на окружающую среду, а также влияние состава электролита на эти выбросы.

Отмечено, что соединения свинца в атмосфере имеют I класс опасности ($\text{ПДК}_{\text{р.з. Pb}} = 0,05 \text{ мг/м}^3$), фториды - II класс опасности ($\text{ПДК}_{\text{р.з. F}} = 0,1 \text{ мг/м}^3$). Борная кислота и желатина, входящие в состав электролитов, в атмосфере имеют IV класс опасности ($\text{ПДК}_{\text{р.з.}} = 10 \text{ мг/м}^3$) и относятся к малоопасным веществам [2].

По известным методикам проводилось приготовление свинцовых электролитов, определены выбросы свинца и фторидов с зеркала электролитов.

Изучено влияние концентрации кремнефтористоводородной кислоты (12 - 70 г/л) на выброс фторидов с поверхности электролита. Концентрация соли свинца (по свинцу) - 100 г/л. Концентрация борной кислоты - 6 г/л, желатины - 0,8 г/л. Катодная плотность тока (150 А/м^2) и температура электролита (25°C) были постоянны [3].

Данные измерений удельного количества фторидов в зависимости от концентрации кремнефтористоводородной кислоты, выделяющихся с поверхности электролитов, представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Зависимость удельного количества фторидов (по фтору - $V_{уд F1}$), выделяющихся с поверхности электролитов для свинцевания, от концентрации кремнефтористоводородной кислоты (по фтору) в них (C_F)

C_F , г/л	12	20	28	36	48	58	70
$V_{уд F1}$, мг/(с·м ²)	4,1	7,0	9,4	11,9	16,0	19,5	23,8

По методу наименьших квадратов рассмотрели зависимость выбросов фторидов ($V_{уд F1}$) от концентрации кремнефтористоводородной кислоты (C_F) в электролите, которая описывается следующим уравнением:

$$V_{уд F1} = 0,3365 \times C_F + 0,0244 \quad (1)$$

Измеряли количество выбросов фторидов и свинца с поверхности электролита при постоянной концентрации кремнефтористоводородной кислоты (по фтору), равной 20 г/л и переменной концентрации соли свинца (по свинцу) от 0 до 180 г/л. Концентрация борной кислоты - 6 г/л, желатины - 0,8 г/л. Катодная плотность тока – 150 А/м². Температура электролита – 25°С [3].

Данные измерений удельного количества фторидов и свинца в зависимости от концентрации соли свинца, выделяющихся с поверхности электролитов, представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Зависимость удельного количества фторидов (по фтору - $V_{уд F1}$) и свинца (по свинцу - $V_{уд Pb}$), выделяющихся с поверхности электролитов для свинцевания, от концентрации соли свинца (по свинцу - C_{Pb}) в них

C_{Pb} , г/л	0	30	60	90	120	150	180
$V_{уд F}$, мг/(с·м ²)	7,0	7,2	7,4	7,6	7,8	7,9	8,1
$V_{уд F2}$, мг/(с·м ²)	0	0,2	0,4	0,6	0,8	0,9	1,1
$V_{уд Pb}$, мг/(с·м ²)	0	0,4	0,7	1,1	1,4	1,6	2,0

Результаты, приведенные в таблице 2, свидетельствуют о том, что повышение концентрации свинца в электролите (C_{Pb}) вызывает небольшое увеличение количества фторидов ($V_{уд F1}$), выделяющихся с его поверхности.

По методу наименьших квадратов рассчитали зависимость выбросов фторидов ($V_{уд F2}$) от концентрации соли свинца (C_{Pb}) в электролите, которая описывается уравнением:

$$V_{уд F2} = 0,0061 \times C_{Pb} + 0,025 \quad (2)$$

Максимальное количество выбросов фторидов достигается при концентрации соли свинца в электролите - 180 г/л, однако оно лишь в 5,5 раза выше минимальной концентрации при 30 г/л. Т.е. увеличение концентрации свинца в 6 раз приводит к незначительному повышению концентрации фторидов в выбросах (на 15 %), а с учетом ошибки определения параметров (± 5 %) этим увеличением, в первом приближении, можно пренебречь.

Суммарные удельные выбросы фторидов с поверхности электролита ($\sum V_{\text{уд F}}$) рассчитываются с учетом уравнений (1) и (2) по формуле:

$$\sum V_{\text{уд F}} = V_{\text{уд F1}} + V_{\text{уд F2}} = (0,3365 \times C_F + 0,0244) + (0,0061 \times C_{Pb} + 0,025) \quad (3)$$

где C_F и C_{Pb} – концентрации кремнефтористоводородной кислоты (по фтору) и кремнефтористоводородного свинца (по свинцу) соответственно, г/л.

Выбросы свинца ($V_{\text{уд Pb}}$), исходя из результатов, представленных в таблице 3, описываются уравнением:

$$V_{\text{уд Pb}} = 0,010 \times C_{Pb} + 0,054 \quad (4)$$

где C_{Pb} – концентрация кремнефтористоводородного свинца (по свинцу) в электролите, г/л.

Для количественной оценки выбросов фторидов и свинца, исходя из полученных экспериментальных данных, рассчитаны выбросы фторидов с поверхности электролита для свинцевания состава, содержащего свинец кремнефтористоводородный (по свинцу) – 116 г/л, кислоту кремнефтористоводородную (по фтору) – 40 г/л, борную кислоту – 6 г/л, желатину – 0,8 г/л. Катодная плотность тока – 150 А/м². Температура электролита – 25°С. Выбросы фторидов за счет кремнефтористоводородного свинца, рассчитанные по уравнению (2), составили 6,55 мг/(с·м²) – 8 %, а за счет кислоты кремнефтористоводородной, рассчитанные по уравнению (1) – 85,7 мг/(с·м²) – 83%. Выбросы свинца составили 7,75 мг/(с·м²) – 9 %.

Исходя из результатов, видно, что основными по количеству выбросами являются фториды – 83 %.

Наличие фторидов в выбросах, в основном, объясняется испарением (улетучиванием) кремнефтористоводородной кислоты с зеркала электролита.

Следовательно, изменяя состав электролита можно добиться минимального удельного количества выбросов фторидов и свинца без существенных экономических затрат.

Результаты, полученные в ходе исследований, могут быть использованы на практике для разработки новых малотоксичных, малоконцентрированных и регенерируемых электролитов для свинцевания, не требующих частой корректировки.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Грилихес, С. Я. Электролитические и химические покрытия [Текст]: Теория и практика / С.Я. Грилихес, К.И. Тихонов. - Л.: Химия, Ленинградское отд-ние, 1990. – 270 с.
2. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. - М., 2003. - 268 с.
3. Ямпольский, А.М., Ильин, В.А. Краткий справочник гальванотехника. - 3-е изд., доп. и перераб. / А.М. Ямпольский, В.А.Ильин. - Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1981. - 269 с.

СКРИНИНГ АНТИРАДИКАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ПРИРОДНЫХ АНТИОКСИДАНТОВ

К.П. Шалюто, Н.И. Белая, А.В. Белый
Донецкий национальный университет

На основе экспериментально определенных кинетических, стехиометрических и активационных параметров реакции тригидроксибензойных кислот с радикалом 2,2'-дифенил-1-пикрилгидразилом в разных растворителях была исследована взаимосвязь природа реакционной среды – механизм окислительных превращений – строение антиоксиданта – эффективность антиоксиданта. Предложена полуэмпирическая стратегия скрининга антирадикальной активности природных фенолкарбоновых кислот.

Ключевые слова: ТРИГИДРОКСИБЕНЗОЙНЫЕ КИСЛОТЫ, РАДИКАЛ, АНТИРАДИКАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ

Based on the experimentally determined kinetic, stoichiometric and activation parameters of the reactions of trihydroxybenzoic acids with radical 2,2'-diphenyl-1-pikrilhydrazyl in different solvents the relationships "nature of the reaction medium - the mechanism of oxidative reactions - antioxidant's structure - antioxidant's effectiveness" were investigated. Semi-empirical strategy for screening of natural phenol carbonic acids antiradical activity was proposed.

Keywords: TRIHYDROXYBENZOIC ACIDS, ANTIRADICAL ACTIVITY, RADICAL

Стремление обеспечить людей максимально широким ассортиментом пищевых продуктов независимо от времени и места производства вызвало необходимость создания различных способов обработки сырья и готовых продуктов с целью предупреждения их порчи и удлинения сроков хранения.

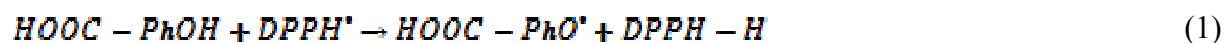
Одним из таких способов является использование пищевых добавок, в частности антиоксидантов (АО). Причем, они должны одновременно обеспечивать безопасность продуктов питания и проявлять высокие антиоксидантные свойства.

В связи с этим особую актуальность приобретает разработка предсказательных моделей оценки антирадикальных свойств природных веществ, что позволит целенаправленно проводить подбор эффективных пищевых антиоксидантов.

Целью работы было изучение реакции природных фенолкарбоновых кислот и их эфиров ($\text{HOOC-PhOH/ROOC-PhOH}$) с радикалом 2,2'-дифенил-1-пикрилгидразилом ($\text{DPPH}^{\bullet}$) в разных средах и формирование на основе полученных данных полуэмпирического алгоритма оценки их антирадикальной активности (АРА).

В качестве антиоксидантов использовались тригидроксибензойные кислоты, относящиеся к группе растительных фенольных кислот. В качестве модели свободных радикалов, образующихся при окислении жиров и жиросодержащих продуктов, применяли $\text{DPPH}^{\bullet}$. Реакция HOOC-PhOH с $\text{DPPH}^{\bullet}$ исследовалась в протонных и апротонных средах при $T=293\text{--}318\text{K}$ методом фотоколориметрии (КФК-3) и УФ-спектроскопии (СФ-2000).

На основе экспериментально определенных кинетических, стехиометрических и активационных параметров исследуемой реакции в бензоле как растворителе, имитирующем жировую фазу, установлено, что в неполярных средах процесс протекает по механизму переноса атома водорода НАТ (Hydrogen Atom Transfer):



Это было подтверждено наличием дейтериевого изотопного эффекта, результатами квантово-химических расчетов термодинамических параметров элементарной реакции НАТ, а также проведенным регрессионным анализом взаимосвязи структура – реакционная способность кислот. Параметром ответственным за протекание механизма НАТ является прочность наиболее слабой О–Н связи в молекуле фенольной кислоты (D_{O-H}), рассчитанная неэмпирическим методом DFT B3LYP/6-311++G(d, p) Gaussian 09. Установлена зависимость константы скорости реакции (1) $\ln k_{benz}$ от D_{O-H} :

$$\ln k_{benz} = (81,6 \pm 6,5) - (23,5 \pm 1,9) \cdot 10^{-2} \cdot D_{O-H}, \quad (2)$$

$$n = 6; r = 0,9869; r^2 = 0,9740; F = 150; p < 0,00026,$$

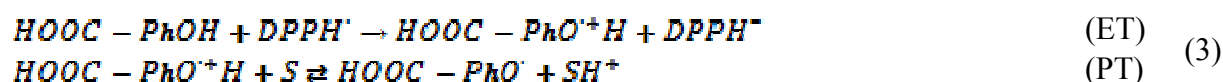
где n – число опытов; r – коэффициент корреляции; r^2 – коэффициент детерминации; F – критерий Фишера; p – уровень значимости.

Наиболее активны в реакции с радикалом соединения с низкими величинами D_{O-H} , такие как 3-пирогаллолкарбоновая кислота, галловая кислота и ее метиловый и этиловый эфиры. Не реагирует с радикалом при $T=293 \pm 2$ К флороглюцинкарбоновая кислота с высокой прочностью связи О–Н.

При добавке в исследуемую систему dmsо как растворителя моделирующего водные и водно-органические биологические системы с низкими рН, где максимально подавлены процессы диссоциации фенольных соединений, наблюдается резкое увеличение реакционной способности кислот по отношению к DPPH $^{\bullet}$.

Установленная линейная зависимость в координатах уравнения Лейдлера-Эйринга показывает, что скорость исследуемой реакции в бинарной смеси сильно зависит от ϵ растворителя. С увеличением скорости реакции при переходе от менее полярной к более полярной смеси растворителей наблюдается прямо пропорциональная зависимость. Это указывает на то, что переходное состояние реакции является более полярным и легче сольватируется, чем исходные реагенты, что ускоряет протекание реакции. В связи с этим можно полагать, что в полярных средах с низкой ионизирующей способностью доминирующее влияние на антирадикальную активность тригидроксibenзойных кислот оказывает неспецифическая сольватация.

Рост диэлектрической проницаемости среды способен изменять механизм реакции с переноса атома Н (в бензоле) на механизм переноса электрона (в dmsо) с последующей потерей протона ET–(PT) (Electron Transfer – Proton Transfer):



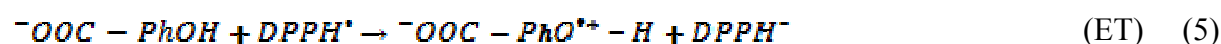
Механизм (3) был подтвержден отсутствием DIE и влиянием рН среды на скорость реакции исследуемых кислот с гидразильным радикалом. Параметром, связанным с реализацией механизма ET–(PT), является энтальпия переноса электрона от АО, то есть его потенциал ионизации ($PI_{HOOC-PhOH}$). Видно, что данная величина связана с реакционной способностью кислот в dmsо:

$$\ln k_{dmsо} = (41,4 \pm 3,1) - (58,9 \pm 5,1) \cdot 10^{-2} \cdot PI_{HOOC-PhOH}, \quad (4)$$

$$n = 6; r = 0,9861; r^2 = 0,9723; F = 141; p < 0,00029.$$

Сравнивая АРА гидроксibenзойных кислот, можно констатировать тот факт, что при переходе от бензола к диметилсульфоксиду механизм ЕТ-(РТ) начинает доминировать над НАТ, приводя к ускорению процесса ($k_{\text{dmsO}}/k_{\text{benz}}$) приблизительно в 10–20 раз.

При переходе от dmsO к воде усиливается диссоциация кислот, что приводит к появлению конкурирующего механизма с участием активных ионных форм – (РТ)-ЕТ-(РТ):



Это подтверждается резким снижением скорости реакции HOOC-PhOH с DPPH^* в смешанном растворителе dmsO-water при добавке солянокислого буфера с $\text{pH}=1,5$. Квантово-химическим методом показано, что протекание исследуемой реакции в воде по механизму (РТ)-ЕТ-(РТ) с участием карбоксилат-ионов ${}^-\text{OOC-PhOH}$ более термодинамически выгодно, чем по пути ЕТ-(РТ) в присутствии молекул HOOC-PhOH . Дескриптором, ответственным за реализацию механизма (РТ)-ЕТ-(РТ), является энтальпия переноса электрона от карбоксилат-иона кислоты, то есть его потенциал ионизации ($\text{PI}_{\text{OOC-PhOH}}$).

$$\ln k_{\text{water}} = (71,3 \pm 5,3) - (0,14 \pm 0,01) \cdot \text{PI}_{\text{HOOC-PhO-}} \quad (6)$$

$n = 6; r = 0,9855; r^2 = 0,9712; F = 135; p < 0,00031.$

Общий анализ полученных данных показал, что АРА фенолкарбоновых кислот в воде больше, чем в спирте ($k_{\text{water}}/k_{\text{ethanol}}$) для некоторых соединений в 30–50 раз, что связано с усилением диссоциации веществ в водной среде и росту концентрации ионных форм АО. При переходе к неионизирующим растворителям эти отличия еще больше усиливаются: константы k_{water} в воде выше, чем в dmsO на 1–2 порядка, а по сравнению с k_{benz} в бензоле отличия вообще достигают 3 порядков. В последнем случае выраженный «ускоряющий фактор» связан с изменением механизма переноса атома Н в бензоле на быстрый механизм переноса электрона от ионной формы кислоты к радикалу DPPH^* .

Таким образом, на основе логической цепочки природа реакционной среды → механизм окислительных превращений → строение антиоксиданта → эффективность АО была предложена стратегия скрининга эффективных АО в реакции со стабильным радикалом DPPH^* в виде полуэмпирических однофакторных регрессионных уравнений (2, 4, 6) зависимости реакционной способности вещества от параметров его строения.

Такая предсказательная модель оценки АРА природных фенольных кислот и их производных позволит рассчитывать их эффективность без дополнительных экспериментов, исходя только из природы реакционной среды и структуры антиоксиданта. Решение такой задачи даст возможность вести целенаправленный подбор и синтез более эффективных АО для пищевой, фармацевтической, парфюмерной продукции; создавать синергические смеси на основе таких веществ в качестве полифункциональных пищевых добавок.

СНИЖЕНИЕ ОТРИЦАТЕЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОРОДНЫХ ОТВАЛОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

С.Ю. Рипунова, С.П. Высоцкий

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

В Донбассе терриконы являются источниками загрязнения атмосферы, поверхностных и подземных вод. Для уменьшения неудовлетворительного влияния пыления отвалов на окружающую среду применяется сооружение плоских отвалов и их уплотнение. Рассмотрено влияние уплотнения на степень воздухопроницаемости различных типов породы.

Ключевые слова: ПЫЛЕНИЕ ПОРОДЫ, ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ, ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМОСТЬ, УПЛОТНЕНИЕ.

Slagheaps are considerable source of air and water pollution. To diminish the harmful influence of dust formation from slagheaps apply the formation of flat layers. The compression influence on breath ability of different materials is considered.

Keywords: DUST FORMATION, SLAGHEAP, AIR POLLUTION, COMPRESSION, BREATH ABILITY.

Отличительной особенностью Донбасса является наличие огромного количества породных отвалов - терриконов. Отрицательное действие терриконов на окружающую среду проявляется в загрязнении атмосферы пылью и соединениями серы и гидросферы – соединениями тяжелых металлов.

Самовозгорание происходит на 60–75 % конических и 20–35 % плоских отвалов. С поверхности отвалов в атмосферу ежегодно поступает более 500 тыс. т газообразных загрязнителей. Суточная эмиссия загрязнений с отвалов шахт и обогатительных фабрик Донбасса составляет около 10 т оксида углерода, 155 т диоксида углерода, 1,5 т диоксида серы, 340 кг сероводорода и 75 т оксидов азота.

Для предотвращения пыления породных отвалов наиболее эффективным методом является их озеленение [1]. Такой метод применим к «старым отвалам». Для отвалов, находящихся в эксплуатации и относительно «молодых», возможно использование химического связывания пылящей породы. Например, с использованием полимерных растворов ММ-1 (гидролизированный акрилонитрил), технических лигносульфатов, спиртовой барды, нефтяных шламов, а также латекса. Как известно, такое решение было использовано в 30-ти километровой зоне после аварии на Чернобыльской АЭС. Возможно также использование измельченного известняка, который при реакции с образующейся в терриконах серной кислотой создает защитную пленку гипса [2]. Учитывая относительно высокую стоимость такого решения с точки зрения затрат на его выполнение, очевидно, что такой метод целесообразно осуществлять для терриконов, находящихся в городской черте мегаполисов.

Химическими источниками загрязнений атмосферы и гидросферы являются сульфиды различных металлов (пирит, марказит, пиротин, халькопирит и др.), которые в значительных количествах содержатся в породных отвалах. Сульфиды металлов в присутствии влаги и кислорода окисляются с образованием сернистой и серной кислот. При взаимодействии этих кислот с неокисленными сульфидами образуется токсичное соединение – сероводород, загрязняющий атмосферный воздух и происходит выщелачивание соединений тяжелых металлов, загрязняющих подземные и поверхностные воды.

Кроме указанных загрязнителей отвальная порода угольных шахт Донбасса

содержит уран. Концентрация урана изменяется в пределах от 2 до $2,6 \cdot 10^{-4}$ %. Несмотря на относительно малое содержание урана продукт его распада – радий воздействует по интенсивности излучения в 2 млн. раз больше по сравнению с ураном. «Потомком» распада радия является радон ^{222}Rn , который имеет малый период полураспада (3,825 суток). В цепи распада радона образуется торий-232, который распадается с образованием радона-220 с периодом полураспада всего 54,5 с. Продукты полураспада радона имеют электрический заряд и способны присоединяться к аэрозольным частицам, абсорбироваться на пористых частицах пыли и, таким образом, относительно инертные частицы пыли являются «снарядами», бомбардирующими легкие населения Донбасса. Отрицательное действие излучения от продуктов распада может быть снижено именно за счет уменьшения их переноса с частицами пыли.

Основной причиной вредного воздействия на окружающую среду терриконов угольных шахт, находящихся в эксплуатации, является поступление в атмосферу продуктов горения: диоксида серы и оксида углерода [3]. Для горящих отвалов предусматривается их тушение и формирование плоских отвалов.

Формирование плоских отвалов осуществляется послойно. Толщина каждого слоя не должна превышать пожароопасных величин. Отсыпка каждого последующего слоя осуществляется только после снижения воздухопроницаемости заложенного слоя до приемлемых значений. В некоторых случаях допускается возможность формирования пожароопасных отвалов с повышенной толщиной слоя, однако высота слоя не должна превышать 10 метров.

Для снижения воздухопроницаемости и, соответственно, предотвращения загрязнения атмосферы диоксидом серы и пылью, а гидросферы – соединениями тяжелых металлов используется уплотнение породы и укладка слоев с учетом углов откоса и состава породы. Институт УкрНИИпроект выполнил комплекс исследований по влиянию степени уплотнения различных материалов на коэффициент воздухопроницаемости [4].

Выполненная нами обработка указанных экспериментальных данных показала, что коэффициент воздухопроницаемости является экспоненциальной функцией степени уплотнения (рис. 1).

Для обеспечения одинакового коэффициента воздухопроницаемости для отвальной породы, требуется значительно меньшая степень уплотнения по сравнению с песком и глиной. Кроме этого увеличение влажности породы, например, в 4 раза при одинаковом значении степени уплотнения 0,725 уменьшает коэффициент воздухопроницаемости в 3 раза.

Аналитическая зависимость коэффициентов воздухопроницаемости от степени уплотнения для влажности породы 2,8 % и 11 % описываются следующими уравнениями:

$$k = 1,35 \cdot 10^{-5} \exp(-17,9 P); \quad h = 2,8 \%$$

$$k = 1,70 \cdot 10^{-5} \exp(-25,87 P); \quad h = 11 \%,$$

где P – давление, МН/м^2 ;

h – относительная влажность, %.

Приведенные данные показывают, что при сооружении плоских отвалов необходимым условием снижения воздухопроницаемости кроме уплотнения является увлажнение породы.

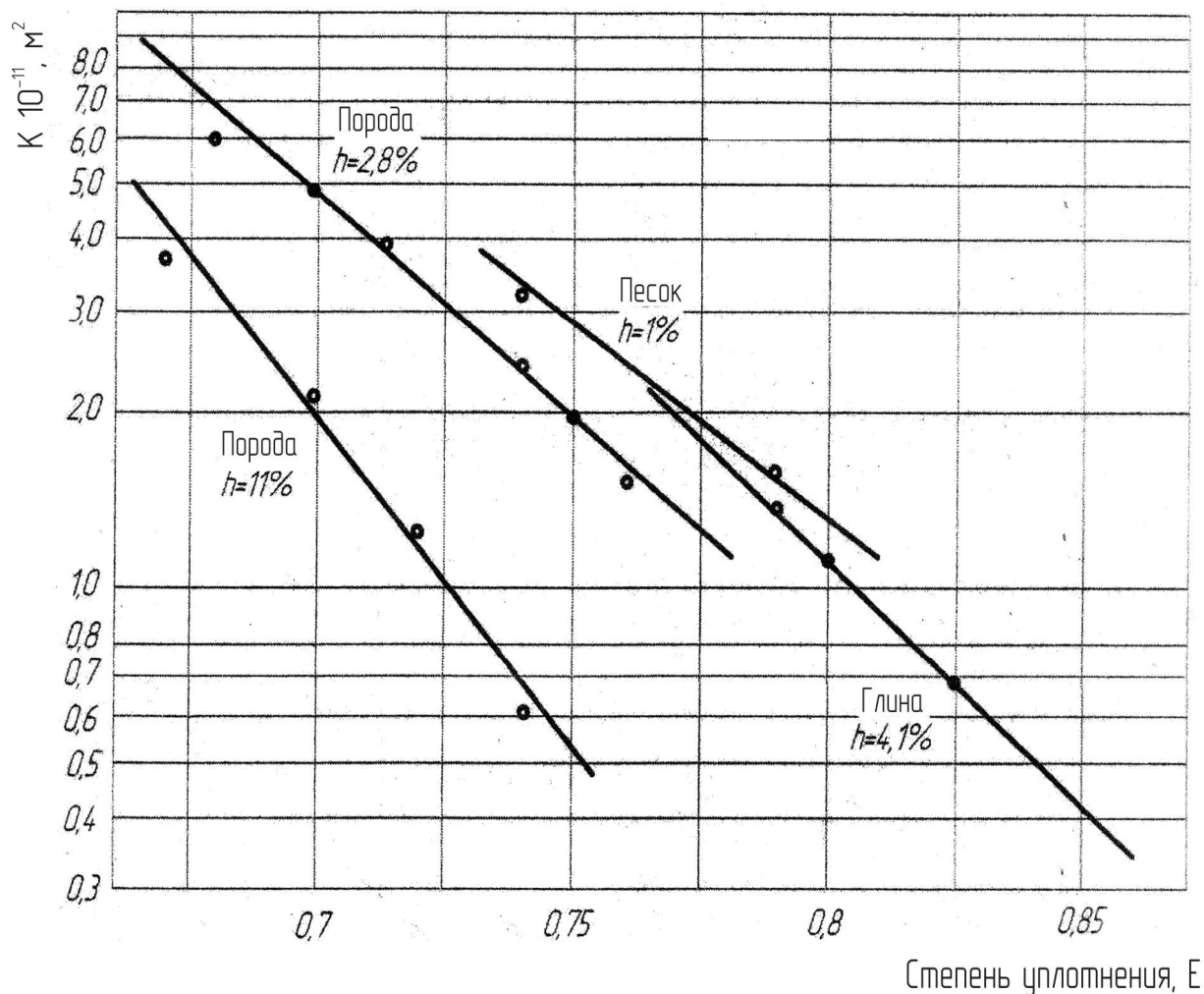


Рис. 1 - Зависимость коэффициента воздухопроницаемости от степени уплотнения

Самую низкую воздухопроницаемость имеет глина, она же поддается самой высокой степени уплотнения даже при относительно небольшой влажности. Слои глины целесообразно использовать для создания как водо- так и воздухоплотных экранов под и над слоями породы.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Агурова, И.В. К вопросу изучения условий произрастания растений на отвалах угольных шахт Донбасса / И.В. Агурова, О.Н. Горохова // Мировые инновационные технологии восстановления нарушенных и загрязненных земель техногенных регионов: Сборник материалов международной научно-практической конференции/ Кемеровский ЧСХИ,- Кемерово: ПГ КО «Кемеровский полиграфкомбинат», 2008. – С. 16-18.
2. Лычагин, Е.В. Совершенствование методов закрепления пылящих поверхностей / Е.В. Лычагин, И.В. Сеница // www.giab-online.ru. С. 136-140.
3. Саранчук, В.И. Борьба с горением породных отвалов.- К.: Наукова думка, 1978. – С. 167.
4. Збірник інструкцій до правил безпеки у вугільних шахтах / Міністерство палива та енергетики України. – К.: Мінпаливенерго, 2003, - том 2. – 383 с.

ВЛИЯНИЕ АВТОТРАНСПОРТА НА СТЕПЕНЬ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

С.А. Кошель, С.А. Игнатенко

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

На сегодняшний день проблема загрязнения атмосферного воздуха автотранспортом по-прежнему остается актуальной. Еще в 1998 году Всемирная организация здравоохранения выступила с заявлением о связи между канцерогенными веществами, обнаруженными в выхлопах автомобилей, работающих на дизельном топливе, и заболеваниями раком легких. По мнению ученых, новый тип веществ, обнаруженный в выхлопах автомобилей, работающих на дизельном топливе, вызывает мутации в организме человека, и является одним из факторов, вызывающих рак легких.

Ключевые слова: АВТОТРАНСПОРТ, ЗАГРЯЗНЕНИЯ, АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ, ОТРАБОТАННЫЕ ГАЗЫ

Today is still the problem of air pollution by road remains relevant. In 1998 the World Health Organization issued a statement on the relationship between the carcinogenic substances found in the exhaust of vehicles fueled with diesel fuel, and lung cancer. According to scientists, a new type of substance found in the exhaust of vehicles that run on diesel fuel, causes mutations in the human body, and is one of the factors that cause lung cancer.

Keywords: MOTOR TRANSPORT, POLLUTION, AIR, WASTE GASES

Двигатели внутреннего сгорания ежедневно оказывают отрицательное воздействие на здоровье человека. Люди страдают от кашля, приступов астмы, острых и хронических бронхитов, а также от заболеваний сердца и системы кровообращения. Самому высокому риску подвергаются профессиональные водители, работники автосервиса, дорожные работники и др.

Химический состав выхлопных газов настолько опасен, что наносит вред не только здоровью человека, животных, но и разрушает деревья и даже дома. Совместное присутствие диоксида азота, углеводородов и кислорода приводит к появлению очень агрессивных и вредных органических соединений – пероксиацетилнитратов, образующих фотохимический смог.

Под его воздействием у людей воспаляются глаза, слизистые оболочки, отмечаются симптомы удушья, обостряются легочные и нервные заболевания, бронхиальная астма. Фотохимический смог вызывает коррозию металлов, разрушает краски, резиновые и синтетические изделия, портит одежду. Люди, долгое время подверженные влиянию вредных веществ в воздухе их городов, гораздо чаще умирают от инфарктов. Эта связь была особенно ярко выражена в местах с большой транспортной загруженностью.

Транспорт является одним из важнейших элементов материально-технической базы производства и необходимым условием функционирования современного индустриального общества. Автомобильный транспорт сыграл огромную роль в формировании современного характера расселения людей, в распространении дальнего туризма, в территориальной децентрализации промышленности и сферы обслуживания. Большая протяженность автомобильных дорог обеспечивает возможность их повсеместной эксплуатации при значительной провозной способности.

Наряду с преимуществом, которое обеспечивает обществу развитая транспортная сеть, ее прогресс так же сопровождается негативными последствиями – отрицательным воздействием транспорта на окружающую среду, – загрязнением. Загрязняющие и ядовитые вещества переносятся на большие расстояния, попадают с осадками в почву, поверхностные и подземные воды, в океаны, отравляют окружающую среду, отрицательно сказывается на получении растительной биомассы, и включаются в круговороты многих элементов биосферы. Циркуляция атмосферных потоков влияет на местные климатические условия, а через них – на режим рек, почвенно-растительный покров и на процесс рельефообразования.

Численность мирового парка автомобилей превышает 700 млн. Экологический ущерб от эксплуатации автотранспортных средств обусловлен токсичными выбросами. Подавляющая часть автомобилей имеет двигатели внутреннего сгорания, работающие на бензине. При работе таких моторов ежегодно в атмосферу Земли поступает 142 млн. т окиси углерода, 110 млн. т сернистого ангидрида, 37 млн. т окислов азота, 18,5 млн. т углеводов и 27 млн. т взвешенных частиц.

Выбросы автотранспорта, составляющие около половины всех выбросов антропогенного происхождения, образуются из выбросов двигателя автомобиля, продуктов износа механических частей, покрышек и дорожного покрытия. Одной только резины каждый автомобиль рассеивает в атмосферу около 10 кг. При работе автомобильных двигателей потребляется много кислорода. Все автомобили планеты сжигают в 4 раза больше кислорода, чем требуется всему человечеству для дыхания.

В мире насчитывается несколько сот миллионов автомобилей, которые сжигают огромное количество нефтепродуктов, существенно загрязняя атмосферный воздух, прежде всего в крупных городах. Выхлопные газы двигателей внутреннего сгорания (особенно карбюраторных) содержат огромное количество токсичных соединений: смесь углеводов с C_5 по C_{10} , угарный газ, оксиды азота, оксиды серы, в основном диоксид, т.е. сернистый газ, бензопирен, свинец, сажа.

В приведенной ниже таблице 1 представлена информация о возможном влиянии данных соединений на окружающую среду. В таблице 2 приведены величины для автомобильных выбросов.

Таблица 1 – Влияние загрязнителей на окружающую среду

Виды загрязнителей	Возможное влияние на состояние атмосферы
Угарный газ CO	Изменение климата, нарушение теплового баланса верхней атмосферы.
Оксиды азота NO ₂ .	Изменение климата, состояния озонового слоя, образование «кислотных осадков», создание смога, усиление коррозии и др.
Оксид серы (IV) Сернистый газ SO ₂	Изменение климата, образование «кислотных осадков», обострение респираторных заболеваний у человека, вред растениям, разъедание строительных материалов и некоторых тканей, усиление коррозии металлических конструкций.
Полициклические углеводороды (бензопирен)	Изменение климата, состояния озонового слоя, негативное влияние на здоровье человека.
Свинец Pb	Накопление в организмах по пищевым цепям, негативное влияние на здоровье человека

Вредные вещества при эксплуатации подвижных транспортных средств поступают в воздух с отработавшими газами, испарениями из топливных систем и при заправке, а так же с картерными газами.

На живые организмы загрязнение воздуха выхлопными газами оказывает вредное воздействие несколькими путями. Во-первых, благодаря своей летучести аэрозольные частицы и ядовитые газы попадают в дыхательную систему человека и животных, в листья растений. Во-вторых, влияют на изменение химического состава почв и воды; попадая в слои атмосферы, выхлопные газы способны повысить кислотность атмосферных осадков. В-третьих, выхлопные газы причастны к стимуляции таких химических реакций в атмосфере, которые приводят к увеличению продолжительности облучения живых организмов вредоносными солнечными лучами. И, в-четвертых, выхлопные газы способствуют изменению в глобальных масштабах состава и температуры атмосферы, создавая условия, неблагоприятные для выживания организмов. Выхлопные газы сыграли немалую роль в увеличении концентраций тяжелых металлов в почве. Если не принять меры, выхлопы станут прямой причиной смерти городского жителя, ибо они в первую очередь убивают людей с пониженной сопротивляемостью дыхательных путей, сердечно-сосудистой системы.

Таблица 2 – Выбросы автотранспорта

Вид загрязняющего вещества	Средний удельный выброс (при средней скорости транспорта 31,7 км/ч)	
	В час	На километр
Оксид углерода	752 г/ч	23,7 г/км
Несгоревшие углеводороды	29,4 г/ч	0,93 г/км
Оксиды азота	33,2 г/ч	1,05 г/км
Свинец	1,11 г/ч	0,035 г/км
Суммарное количество выхлопных газов (при 0° С)	28,95 м³/ч	0,914 м³/км
Средний расход топлива	2,75 кг/ч	0,087 кг/км

Особенно загрязняют воздух подержанный автотранспорт. На многих из них установлены дизельные двигатели, которые экономически выгодны (топливо дешевле и расходуется меньше), но загрязняют атмосферу на порядок выше, чем бензиновый двигатель. Наибольший вред приносит автотранспорт, работающий на этилированном бензине. Такой бензин содержит примеси свинца в качестве антидетонатора и становится причиной загрязнения городской среды свинцом.

Длительное воздействие побочных продуктов загрязненного воздуха приводит к перегрузке защитных систем человека. И в результате развиваются болезни дыхательной системы: аллергическая астма, рак и эмфизема легких, хронические бронхиты, также в головном мозге начинаются процессы, которые легко могут привести к параличу. Кроме этого, под действием свинца нарушается синтез гемоглобина, возникают заболевания мочеполовых органов, нервной системы. Особенно опасны соединения свинца для детей дошкольного возраста.

На снижение уровня выбросов от автотранспорта оказывают влияние следующие мероприятия: запрет на движения транзитного транспорта в центре города, путём его обхода, ограничение интенсивности движения, замена карбюраторных грузовых автомобилей, использование альтернативного топлива, установка фильтров.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Вронский, В.А. Прикладная экология / В.А. Вронский. - Ростов н/Д.: Феникс, 1996.- 512 с.
2. Луканин, В.Н. «Промышленно-транспортная экология» / В.Н. Луканин. - М.: «Транспорт», 2001.
3. Пономарева, И.Н. Экология / И.Н. Пономарева. - М.: Вентана-Графф, 2001.

ВТОРИЧНЫЕ ПРОДУКТЫ ПРЕВРАЩЕНИЯ ПРИРОДНЫХ АНТИОКСИДАНТОВ

М.А. Демко, Н.И. Белая, А.В. Белый
Донецкий национальный университет

Методами ИК-Фурье- и ЯМР-спектроскопии установлено, что при взаимодействии природных гидроксибензолов с радикалом DPPH• вторичные продукты превращения фенолов образуются по двум конкурирующим реакциям – диспропорционирования и рекомбинации. Доминирующим является процесс рекомбинации феноксильных радикалов PhO• с образованием стабильных фенольных димеров.

Ключевые слова: АНТИОКСИДАНТ, РАДИКАЛ, ДИМЕРНЫЙ ФЕНОЛ

Using the methods of IR Fourier and NMR spectroscopy it was established that the secondary products of phenol conversion during interaction of natural hydroxybenzenes with the DPPH• radical are formed by two competing reactions - disproportionation and recombination. The process of recombination of phenoxyl radicals PhO• with formation of stable phenolic dimers is dominant.

Key words: ANTIOXIDANT, RADICAL, DYMER PHENOL

В настоящее время, наряду с загрязнением окружающей среды (атмосферный воздух, вода, почва и др.) следует выделить один из самых значимых факторов, влияющих на состояние здоровья человека – питание. Этот вопрос был всегда одним из важнейших для человеческого общества, поскольку все, кроме кислорода, человек для своей жизнедеятельности получает из пищи и воды.

Современное питание связано с широким использованием пищевых добавок. Пищевые добавки – вещества, преднамеренно вносимые в пищевые продукты в небольших количествах с целью улучшения их внешнего вида, вкуса, аромата или для придания им большей стойкости при хранении. Это прежде всего антиоксиданты жиров и жиросодержащих продуктов, а также консерванты, красители, антибиотики и т. д.

Проблема антиоксидантов как пищевых добавок чрезвычайно сложна и связана с потреблением малого количества веществ в течение длительного времени, более чем продолжительность жизни одного поколения. При этом могут отмечаться задержка веществ в организме, их накопление, аддитивное действие. В этой связи особо актуальными становятся исследования вторичных продуктов превращения потенциально эффективных природных антиоксидантов, что позволит объективно подойти к их подбору и применению в пищевой промышленности.

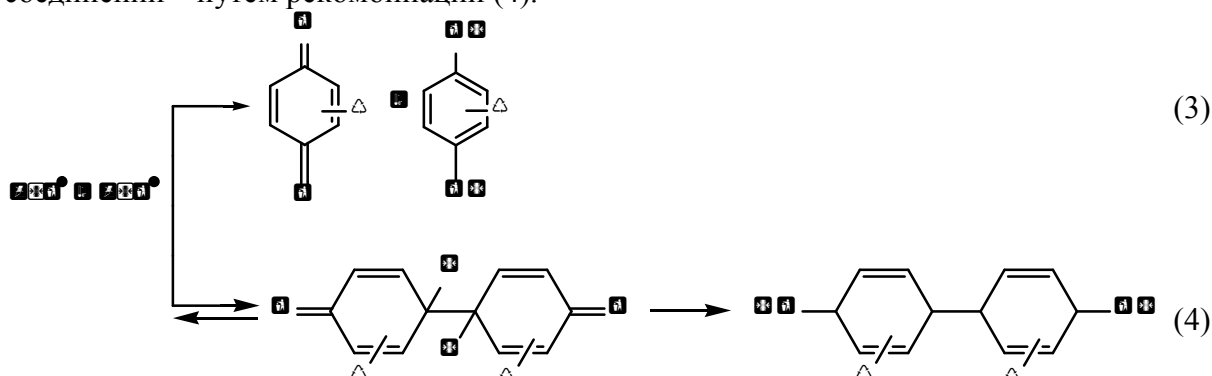
Целью данной работы является изучение вторичных продуктов превращения природных ди- и тригидроксибензолов в реакции со стабильным свободным гидразильным радикалом в апротонном растворителе при $T=293\pm 2$ К.

В качестве модельных антиоксидантов использовались природные ди- и тригидроксибензолы (PhOH), которые участвуют в биосинтезе и являются структурными фрагментами более сложных растительных фенолов – фенолкарбоновых кислот, флавоноидов, дубильных веществ. В качестве модели свободных радикалов, образующихся при окислении жиров и жиросодержащих продуктов, применяли 2,2'-дифенил-1-пикрилгидразил (DPPH•). Реакция PhOH с DPPH• исследовалась в диметилсульфоксиде (dmsO) при $T=293\pm 2$ К методом фотоколориметрии (КФК-3) при $\lambda_{\max}=520$ нм ($\epsilon_{\text{dmsO}}=1\cdot 10^3$ л·моль⁻¹·мм⁻¹).

На основе установленных частных и общих порядков реакции показано, что взаимодействие PhOH с DPPH[•] в dmsO при T=293±2 К представляет собой двухстадийную реакцию, где на первой стадии (1) радикал реагирует с гидроксibenзолом, а на второй с продуктами его превращения.



В исследуемой системе реакция с участием PhO[•] (2) является наиболее вероятным путем образования хинонов по реакции диспропорционирования (3) и димерных соединений – путем рекомбинации (4).



Идентификация указанных димерных соединений и хинонов проводилась методами ИК-Фурье и ЯМР-спектроскопии. Анализ ИК-Фурье-спектров гидроксibenзолов и их смесей с DPPH[•] вначале проводили в области валентных колебаний функциональных фенольных О–Н и кетонных С=О групп. Установлено, что для всех исследуемых реакционных смесей полосы на спектрах, характерные группе С=О хинонов, в области от 1600 до 1900 см⁻¹ не появляются. В то время как широкая полоса от 3650 до 3590 см⁻¹ принадлежит валентным колебаниям фенольных групп на спектрах индивидуальных ди- и тригидроксibenзолов, а на ИК-спектрах их смесей с радикалом она смещается в область меньших частот 3550-3450 см⁻¹, что характерно для димерных фенольных соединений. Определив группу О–Н в области функциональных частот, подтверждали её существование соответствующими деформационными колебаниями при 1410-1310 см⁻¹. Причем, деформационные колебания фенольных групп, в отличие от валентных, не чувствительны к наличию димерных и полимерных фенолов.

Далее проводили исследование методом ¹H ЯМР-спектроскопии для подтверждения уже зафиксированных димерных соединений, и ¹³C ЯМР-спектроскопии, чтобы повторно попытаться установить наличие хинонов как продуктов превращения PhOH в реакции с DPPH[•]. Для этого вначале получали расчетные ¹³C ЯМР-спектры о- и п-хинонов, образующихся из изученных гидроксibenзолов, в программе Marvin 16.1.11. Установлено, что пики, характерные для группы С=О, должны лежать в интервале химических сдвигов от 191 до 220 м.д. Однако при сравнении полученных результатов с экспериментальными ¹³C ЯМР-спектрами индивидуальных фенолов и их смесей с радикалом оказалось, что новые пики после реакции в этой области не возникают.

Иная картина наблюдается в случае ¹H ЯМР-спектров. Для всех без исключения ди- и тригидроксibenзолов после реакции с DPPH[•] характерно появление синглета при 11 м.д., характерного для N–H DPPH-H и дополнительного сигнала в области химического сдвига протона от 8 до 10 м.д. (рис.), что соответствует фенольным соединениям с внутримолекулярной водородной связью. Это подтверждено

расчетными спектрами гидроксибензолов и соответствующих им димеров. Установлено, что на прогнозируемых ^1H ЯМР-спектрах фенольных димеров, как и в эксперименте, появляется дополнительный синглет в области 9 м.д, смещенный относительно полосы, характерной для О-Н группы в исходном феноле.

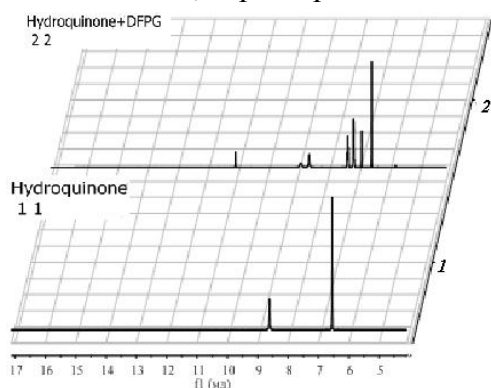


Рисунок — ^1H ЯМР-спектр индивидуального раствора гидрохинона (1) и его смеси с $\text{DPPH}^\bullet$ (2) после реакции. $T=288\pm 2$ К. Растворитель — дейтерированный dms $^{\text{D}}$.

Таким образом, реакция между $\text{PhO}^\bullet$ происходит по двум конкурирующим реакциям — диспропорционированию и рекомбинации. Однако, для природных неэкранированных фенолов с незамещенным 2, 4 или 6 положением в бензольном кольце доминирующим является процесс рекомбинации с образованием димерных фенольных соединений, способных проявлять низкую активность в реакции с радикалами, обеспечивая тем самым пролонгированное действие исходного антиоксиданта.

Как образуются указанные димеры и какова их возможная структура? Реакция рекомбинации феноксильных радикалов может происходить в две стадии: первая обратимая стадия идет с образованием кетодимера, а затем, если атом С в ароматическом кольце, по которому прошла димеризация, не замещен, то возможна быстрая енолизация (диенон-фенольная перегруппировка) кетодимера с образованием димерного фенольного соединения (реакция 8). Возможность протекания такого процесса была показана путем расчета термодинамических параметров реакции квантово-химическим неэмпирическим методом DFT B3LYP в базисном наборе 6-311++g(d,p) в программе Gaussian 09. Проведена оптимизация геометрии и рассчитаны термодинамические характеристики молекул дигидроксибензолов, их радикалов, кетодимеров и димеров в газовой фазе при $T=298$ К. Установлено, что в соответствии с распределением спиновой плотности в феноксильных радикалах возможна их димеризация по положениям 2, 4 и 6 ароматического кольца, а также с участием атома О. Первичная рекомбинация $\text{PhO}^\bullet$ может приводить к образованию разных изомерных кетодимеров. Расчет термодинамических параметров реакции показал, что наибольшая стандартная энтальпия реакции $\Delta_r H^\circ$ и наименьшая энергия Гиббса $\Delta_r G^\circ$ исследуемой реакции наблюдается в случае образования о,о-СС- и о,п-СС-димеров. Димеры такой структуры следует ожидать в качестве наиболее вероятных стабильных вторичных продуктов превращения природных гидроксибензолов в реакции с $\text{DPPH}^\bullet$. Что касается димеров со связью О-О, то их образование термодинамически неблагоприятно и сопровождается положительными значениями $\Delta_r G^\circ$ и $\Delta_r H^\circ$.

Таким образом, изучение путей гибели феноксилов $\text{PhO}^\bullet$ природных гидроксибензолов позволило установить набор продуктов превращения фенольных соединений, принимающих участие в дальнейших окислительных реакциях. Подобных вторичных продуктов превращения растительных антиоксидантов следует ожидать и для более сложных групп — фенолокислот и флавоноидов, что требует дальнейшего экспериментального подтверждения. Это во многом будет определять эффективность и токсичность природных фенолов как пищевых антиоксидантов.

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ СВЕДЕНИЙ О РАСПРЕДЕЛЕНИИ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ПРЕДПРИЯТИЯ ГП «ГОСНИИПЛАСТМАСС»

А.В. Маслова, Е.Э. Самойлова

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

В докладе проведена систематизация сведений о выявлении и учете источников загрязнения атмосферы, определении количественных и качественных характеристик выбросов загрязняющих веществ ГП «ГосНИИпластмасс».

Ключевые слова: ЗАГРЯЗНЯЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА, СТАЦИОНАРНЫЕ ИСТОЧНИКИ ВЫБРОСОВ, ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННАЯ УСТАНОВКА, ПЫЛЕГАЗОУЛАВЛИВАЮЩИЕ УСТАНОВКИ.

In a lecture systematization of information was analysed about an exposure and account of sources of contamination of atmosphere, determination of quantitative and high-quality descriptions of extrass of contaminants of GP «GosNIPlastmass».

Keywords: CONTAMINENTS, STATIONARY SOURCES of EXTRASS, EXPERIMENTAL-INDUSTRIAL SETTING, PYLEGAZOULAVLIVASCHIE of SETTING.

Атмосфера - воздушная среда - является наиболее уязвимой составляющей окружающей среды. Без нее невозможна жизнедеятельность человека, существование и развитие животного и растительного мира, так как в ней содержится основная часть кислорода воздуха, имеющегося на планете. Атмосфере человеческой деятельностью причиняется огромный и невосполнимый ущерб. Вследствие тесной и неразрывной взаимосвязи всех природных составляющих окружающей среды, загрязнение атмосферы неизбежно отражается на других средах: гидросфере, литосфере, биосфере. Выбросы вредных веществ в атмосферу постоянно растут с ростом урбанизации, строительством новых заводов и фабрик. Наибольшее загрязнение атмосферного воздуха происходит вследствие выбросов в атмосферу вредных веществ.

Целью данной работы является систематизация сведений о выявлении и учете источников загрязнения атмосферы (ИЗА), определении количественных и качественных характеристик выбросов загрязняющих веществ (ЗВ), для разработки разрешения на выброс ЗВ стационарными источниками для ГП «ГосНИИпластмасс». ГП «ГосНИИпластмасс» - головное предприятие по разработке и производству эпоксидных смол, отвердителей и материалов на их основе, а также других олигомеров и полимеров полимеризационного и поликонденсационного типов (фенолальдегидных, карбамидных, алкидных, акрилового и аллилового рядов, пластификаторов и др.). В институте разработано более 1000 материалов для различных отраслей народного хозяйства, с конкурентно-способным качеством аналогичным материалам ведущих фирм мира.

ГП «ГосНИИпластмасс» находится в центре Калининского района г. Донецка, имеет административно-лабораторный корпус, экспериментально-инженерный корпус, в котором расположен опытный цех производства синтетических смол и материалов на их основе, склады. Административно-лабораторный корпус размещен на пяти этажах, из них – пятый этаж – технический, на котором размещены установки приточно-вытяжной вентиляции. Длина корпуса 180 метров, административная часть занимает 60 метров, в остальной части (120 метров) размещены научно-исследовательские лаборатории.

Все лабораторные комнаты обеспечены вытяжными шкафами для локализации загрязняющих веществ, которые образуются. В связи с сокращением научно-исследовательских работ из 116 вытяжных установок действуют только 2 установки с вытяжными шкафами.

В инженерном корпусе размещены: исследовательская установка № 6 – для отработки технологии, выпуска опытных партий и наработанных композиционных материалов стекловолоконитов; опытно-промышленная установка № 8 – для отработки технологии, выпуска опытных партий наработки порошковых композиций и прессматериалов.

Установки № 6 и № 8 производят следующую продукцию: эпоксидные компаунды; эпоксидные прессматериалы; эпоксидные клеи; эпоксидные композиции; модифицированные смолы.

Источниками выделения загрязняющих веществ являются оборудования: вальца, смесители, вибросита, дробилки, реакторы, экструдеры.

Источники, образующие большие концентрации пыли, оснащены пылеочистными установками: рукавные фильтры ФРУ-V-20 на источниках № 0033 и 0043; рукавный фильтр ФРКН-B-30 на источнике № 0044; циклон ЦН-11 Ø 500 на источнике № 0038; циклон ЦН-15 Ø 400 на источнике № 0045.

Размещение промышленной площадки

ГП «ГосНИИпластмасс» граничит:

- с восточной стороны жилые 9-ти этажные здания, одно из них находится в санитарно-защитной зоне:

- 30 м от инженерного корпуса ГП «ГосНИИпластмасс»;
- 75 м от источников выбросов № 0043, № 0044, № 0045 (которые расположены на инженерном корпусе);

- с южной стороны находится жилой массив, здания которого размещены за санитарно-защитной зоной;

- с западной стороны находится дворец спорта «Дружба», разделительной линией является автодорога;

- с северной стороны проходит озелененная автострада (проспект Ильича).

Как отмечалось выше, к основному производству ГП «ГосНИИпластмасс» относится опытное производство, в которое входят две исследовательские установки №6 и №8. Рассмотрим установку №6, которая оснащена технологическим оборудованием и позволяет изготавливать следующие виды продукции: прессматериал эпоксидный марки УП-284С; композицию эпоксидную порошковую марки УП-2191А. Технологический процесс производства этих материалов состоит в приготовлении сухой смеси компонентов, с последующей гомогенизацией на вальцах, дроблении и просеве прессматериалов. Сырьем для получения прессматериала УП-284С являются: смола эпоксидиановая ЭД-8П, которая представляет собой линейный олигомер, получаемый сплавлением дифенилопропана с эпоксидно-диановой смолой марки ЭД-20 в присутствии катализатора. ЭД-8П – твердый, прозрачный материал с массовой долей эпоксидных групп 8,8-10% , повышенной чистоты; тонокс; стеарат кальция; отвердитель УП-0632; стеклоровинг. Для получения УП-2191А: смола ЭД-8П; отвердитель УП-0632; гидроксид алюминия; сурьма (3) окисел, тетрабромдифенилопропан (ТДФП); кварц пылевидный. В состав ЗВ входят следующие ингредиенты: эпихлоргидрин; пыль стекловолокна; фенол; пыль неорганическая с содержанием кремния в % меньше 20. Источник выбросов № 0033, после дробления ЗВ, а именно – пыль стекловолокна, проходят очистку в рукавном фильтре ФРУ-V-20 и остаточная запыленность выбрасывается вентилятором в

атмосферу. После вальцевания, смесителя, вибросита (источник выбросов № 0038) ЗВ, а именно эпихлоргидрин, пыль с содержанием диоксида кремния < 20%, проходят очистку в циклоне ЦН-11Ø500 и остаточная запыленность выбрасывается вентилятором в атмосферу. Источник выбросов № 0054 (вальцы, вибросито, станок, стандартизатор) – ЗВ (эпихлоргидрин, пыль стекловолокна, фенол) отдалаются вентилятором и выбрасываются в атмосферу.

Источники выбросов (ИБ), которые образуют большие концентрации запыленности, при работе технологического оборудования, оснащены пылегазоулавливающими установками. Состав технологического оборудования и пылегазоулавливающие установки приведены в таблице 1. При работе перечисленного оборудования образуются ЗВ (таблица 2).

Таблица 1

№ ИВ	Технологическое оборудование	Пылеулавливающие установки
0033	Исследовательская установка № 6 Дробилки – 4 шт.	Рукавный фильтр ФРУ I – V-20
0038	Исследовательская установка № 6 Вибросито – 2 шт. Вальцы – 3 шт. Смеситель	Циклон ЦН-11 Ø500
0043	Исследовательская установка № 8 Аэробильная дробилка	Рукавный фильтр ФРУ I – V-20
0044	Исследовательская установка № 8 Смеситель	Рукавный фильтр ФРНК-В-30
0045	Исследовательская установка № 8 Вибросито	Циклон ЦН-15 Ø400

Таблица 2

Наименование ЗВ, которые выбрасываются	Мощность выброса, т/год
Эпихлоргидрин	0,0082
Ацетон	0,008
Фенол	0,0002
Изопропиловый спирт	0,008
Толуол	0,005
Пыль титана диоксид	0,031
Пыль с SiO ₂ <20%	0,001
Пыль стекловолокна	0,0091
Всего:	0,0705

Остальные источники выбросов ЗВ образуются в научно-исследовательских лабораториях. Лабораторные комнаты оснащены вытяжными шкафами для локализации ЗВ при выполнении научно-исследовательских работ. ЗВ лабораторного корпуса представлены в таблице 3. Всего по ГП «ГосНИИпластмасс» выбросов ЗВ – 0,0813 т/год.

Таблица 3

Наименование ЗВ, которые выбрасываются	Мощность выброса, т/год
Эпихлоргидрин	0,006
Толуол	0,0048
Всего:	0,0108

Проведенная работа позволяет систематизировать сведения о распределении источников загрязнения, т.е. быть частью инвентаризации выбросов.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫБРОСОВ ФТОРИДОВ И СВИНЦА С ПОВЕРХНОСТИ КРЕМНЕФТОРИСТОВОДОРОДНЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ ДЛЯ СВИНЦЕВАНИЯ

С.А. Солдатов, М.М. Ялалова

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

Определены удельные выбросы фторидов и свинца с зеркала электролитов различного состава. Выявлен наиболее безопасный с экологической точки зрения электролит для нанесения свинцовых покрытий.

Ключевые слова: ВЫБРОСЫ, ФТОРИДЫ, СВИНЕЦ, ЭЛЕКТРОЛИТ, КРЕМНЕФТОРИСТОВОДОРОДНАЯ КИСЛОТА.

Specific emissions of fluorides and lead were determined from a mirror of electrolytes of various composition. Electrolyte is the safest from the ecological point of view for the application of lead

Keywords: EMISSIONS, FLUORIDES, PLUMBUM, ELECTROLYTE, FLUOROSILICIC ACID.

Защита изделий от коррозии с помощью металлических покрытий широко применяется в машиностроении и других отраслях промышленности.

Технологические процессы получения покрытий свинцом за последние годы значительно совершенствовались в направлении интенсификации, улучшения качества покрытий, экономии материалов и замены токсичных компонентов [1].

Для нанесения свинца на металлические изделия используют электрохимическую реакцию. Этот процесс может протекать как в кислых, так и в щелочных средах.

На аккумуляторных заводах для свинцевания применяют кремнефтористоводородные электролиты. Основной компонент электролита — кремнефтористоводородная кислота, являющаяся отходом при производстве суперфосфата. Готовая кислота имеет низкую концентрацию (до 37%) и более концентрированные по содержанию свинца электролиты приготовить трудно. При эксплуатации электролита следует учесть, что основным фактором, определяющим нормальную работу ванны, является правильное соотношение между свинцовой солью и свободной кислотой [1].

Фтористые газы, выделяющиеся в процессе разложения кремнефтористоводородной кислоты, в основном, в виде высокотоксичных газообразных соединений HF и SiF₄, создают угрозу окружающей среде и причиняют существенный вред человеку.

Большинство кремнефтористоводородных электролитов достаточно ядовиты и могут отравить воздух рабочей зоны, потому, необходимо осуществлять вентиляцию атмосферы соответствующих помещений.

Составы кремнефтористоводородных электролитов и режимы их работы приведены в таблице 1.

Целью данной работы является определение зависимости между количественным составом и концентрацией выбросов электролита, а также определение оптимального состава электролита.

Концентрация фторидов в выбросах определялась фотоколориметрическим методом на приборе КФК – 2 с лантаном и ализарин-комплексом. Определяли выбросы фторидов следующим образом: в мерную колбу емкостью 50 мл вводилось 10 мл пробы, приливалось 5 мл 0,0005 М раствора ализарин-комплексона, 1 мл ацетатного буферного раствора, 5 мл 0,0005 М раствора нитрата лантана, доводилось до отметки

дистиллированной водой, тщательно перемешивалось и оставлялось на 1 ч в темном месте. Затем окрашенный раствор переносили в кювету с толщиной слоя 5 см, измеряли оптическую плотность при $\lambda=610-620$ нм. По калибровочной прямой определяли содержание фторидов в анализируемой пробе. Чувствительность метода составляет 0,1 мг/л, погрешность не превышает $\pm 5 \%$ [3].

Таблица 1 - Состав кремнефтористоводородных электролитов для свинцевания и режимы их работы

№	Компоненты электролитов и режимы их работы	Состав электролитов, г/л	
		№1	№2
1	Свинец кремнефтористоводородный (по свинцу)	80-150	86
2	Кислота кремнефтористоводородная (по фтору)	20-35	90-95
3	Кислота борная	6	6
4	Желатина	0,8	0,8
5	Температура, °С	25	25
6	Плотность тока, А/дм ²	1,5	1
7	Скорость осаждения, мкм/мин	0,5-2,5	0,5-2,5
8	Ссылка на источник описания	[2]	

Определение выбросов свинца с поверхности электролита основано на взаимодействии иона свинца с сульфарсазеном. Отбор проб производили с концентрированием на фильтре. Ход определения свинца в выбросах следующий: фильтр с пробой переносили в химический стакан, заливали 10 мл раствора азотной кислоты, нагревали при перемешивании стеклянной палочкой на кипящей водяной бане в течение 7–10 мин. Фильтр отжимали стеклянной палочкой на стенке стакана, промывали дистиллированной водой дважды по 5 мл. Раствор упаривали досуха на водяной бане. В стакан приливали 5 мл 3 % раствора ацетата аммония, тщательно растирая осадок палочкой, при необходимости раствор центрифугировали. 1-2,5 мл прозрачного раствора помещали в колориметрические пробирки. Добавляли 0,2 мл 10 % раствора тиомочевина (для связывания ионов меди), 0,1 мл 1% раствора желтой кровяной соли (для связывания ионов цинка), 4,5 мл 0,05 М раствора буры (в качестве буферного раствора) и 0,5 мл 0,025 % раствора сульфарсазена. После добавления содержимое пробирок перемешивали. Выдерживали 30 минут, затем фотометрировали. Содержание свинца в анализируемом растворе пробы (мкг) находили по градуировочному графику. Суммарная погрешность измерения не превышает $\pm 5 \%$ [3].

Определены удельные выбросы фторидов и свинца с зеркала электролита №1, состав которого представлен в таблице 2, при минимальной и максимальной концентрациях кислоты кремнефтористоводородной (по фтору) и свинца кремнефтористоводородного (по свинцу).

Из результатов, представленных в таблице 2 видно, что в выбросах присутствует большое количество фторидов (89,6-89,2) %. Такую концентрацию можно объяснить двумя факторами. Первый – испарение с поверхности электролита летучей кремнефтористоводородной кислоты. Второй - выделение газовых пузырьков,

состоящих из водорода и кислорода, как продуктов гидролиза воды, и унос ими всех составляющих электролита, то есть кремнефтористоводородной кислоты и ее свинцовой соли.

Таблица 2 - Удельные выбросы фторидов и свинца с зеркала электролита для свинцевания №1

№	Состав выбросов	Удельный выброс, $V_{уд}$, мг/(с·м ²)
1	Фториды	7,3 - 12,8
2	Свинец	0,85 – 1,55
Сумма токсичных выбросов		8,2 - 14,4
Доля фторидов в выбросах, %		89,6 – 89,2

Определяли удельное количество выбросов фторидов и свинца с поверхности электролита №2 при концентрации кремнефтористоводородной кислоты (по фтору) равной 90-95 г/л и концентрации соли свинца (по свинцу) - 86 г/л. Результаты расчетов приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Удельные выбросы фторидов и свинца с зеркала электролита для свинцевания №2

№	Состав выбросов	Удельный выброс, $V_{уд}$, мг/(с·м ²)
1	Фториды	30,9 – 32,6
2	Свинец	0,9
Сумма токсичных выбросов		31,8 – 33,5
Доля фторидов в выбросах, %		97,2 – 97,3

Из данных, представленных в таблице 3 видно, что сумма токсичных выбросов составляет (31,8 – 33,5) мг/(с·м²), а доля фторидов в выбросах – (97,2 – 97,3) %. Фториды в электролите №2 составляют около 97 % от всей суммы токсичных выбросов, т.е. также как и для электролита №1 являются основными.

Анализ данных, приведенных в таблицах 2 и 3, показывает, что по суммарному количеству выбросов электролит №2, в среднем, в 3 раза более токсичен по сравнению с электролитом №1.

Исходя из результатов, можно сделать вывод, что при меньшем содержании кремнефтористоводородной кислоты меньше и токсичность выбросов электролита. Следовательно, первый электролит безопаснее и его дальнейшее использование принесет меньшую угрозу для окружающей среды и здоровья человека.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Байсунов, И.А. Электрохимическая обработка металлов. Учеб. для СПТУ – 2-е изд., перераб. и доп. / И.А. Байсунов. – М.: Высшая школа, 1988. – 184 с.
2. Ильин, В.А. Лужение и свинцевание. Под ред. Вячеслава П.М. / В.А. Ильин. — Л.: Машиностроение, 1971. — 64 с.
3. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. - М., 2003. - 268 с.

ПРОЦЕССЫ ТЕПЛО- И МАССОПЕРЕНОСА ПРИ ОБРАБОТКЕ ЖИДКОЙ СТАЛИ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКОЙ

И.В. Зябрев, Е.В. Сапронова, Н.И. Захаров

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

Предложена полуэмпирическая формула для скорости ввода порошковой проволоки (ПП) в расплав стали, обеспечивающая максимальное усвоение наполнителя ПП металлом. Даны рекомендации по экономному расходованию проволоки в процессе внепечной обработки стали.

Ключевые слова: ПОРОШКОВАЯ ПРОВОЛОКА; РАСПЛАВ СТАЛИ; ОКСИДНЫЕ ВКЛЮЧЕНИЯ; ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ; ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОС.

It's proposed semiempirical formula for the velocity putting powder wire into the molten steel, providing maximum recovery of the filler of powder wire by metal. It's represented recommendations for economical use of wire in the secondary refining which makes contribution to the solution of the problem of energy saving.

Keywords: POWDER WIRE, MOLTEN STEEL, OXIDE INCLUSIONS, ENERGY SAVING, HEAT AND MASS TRANSFER.

Проблема энергосбережения и экологической безопасности в ДНР вследствие высокого удельного расхода материальных и энергоресурсов при интенсификации различных технологий, одна из самых актуальных.

Разработка энергосберегающих режимов интенсификации металлургических технологий на основе методологии подобия связана с необходимостью обеспечения равенства одноименных критериев подобия лабораторной модели и реального металлургического агрегата. Для многопараметрической технологии количество критериев подобия возрастает и возможность использования этой методологии, как известно, затруднительна.

Известно, что процесс обработки жидкой стали кальцийсодержащей порошковой проволокой (ПП) для ее раскисления состоит из следующих стадий: плавление оболочки, взаимодействие наполнителя ПП с компонентами расплава, образование и рост комплексных оксидных включений, удаление их из расплава при раскислении стали продувкой аргоном различной интенсивности.

Важнейшим технологическим параметром интенсификации рассматриваемой технологии является скорость ввода ПП в жидкую ванну, рациональный выбор которой обеспечивает расплавление оболочки ПП ближе к днищу ковша. В этом случае, жидкие капли легкоплавкого наполнителя ПП, всплывая в расплаве стали, максимально усваиваются им [1]. На существование рациональной скорости V_p ввода порошковой проволоки в жидкий металл указывают экспериментальные исследования [2,3].

Если реальное значение скорости ввода ПП в расплав стали выше рационально выбранного, то, снижая скорость до этого уровня, мы обеспечиваем энергосберегающий режим интенсификации технологии, который обеспечивает экономное расходование дорогостоящей порошковой проволоки.

Одним из методов разработки энергосберегающих режимов рассматриваемой технологии является компьютерное моделирование на основе детерминированных математических моделей.

С учетом специфики тепловой задачи, ее математическую постановку можно описать следующим уравнением:

$$\frac{\partial T_i}{\partial \tau} = \frac{1}{\rho_i C_i r} \cdot \frac{\partial}{\partial r} \left(r F_i \frac{\partial T_i}{\partial r} \right), \quad (1)$$

Краевые условия к уравнению (1) имеют вид:

- начальные условия:

$$\begin{aligned} T_1 = T_3 = T_0; \quad R_1(0) = R_2(0) = R; \\ R_3(0) = R + \delta. \end{aligned} \quad (2)$$

где T_0 – температура окружающей среды; R – радиус области, занимаемой наполнителем ПП в начальный момент времени; δ – толщина стальной оболочки в этот момент.

Диапазон изменения радиальной координаты r в каждой из областей:

$$\begin{aligned} i = 1 : 0 \leq r \leq R_1(\tau) = R + \Delta R_1(\tau), \\ \Delta R_1 < 0; \\ i = 2 : R_1(\tau) \leq r \leq R_2 = R; \\ i = 3 : R \leq r \leq R_3(\tau) = R + \Delta R_3(\tau), \\ \Delta R_3(0) = \delta. \end{aligned}$$

где $R_1(\tau)$ – граница твердой фазы этого наполнителя; R_2 – граница жидкой его фазы; $R_3(\tau)$ – внешняя граница стальной оболочки проволоки.

Последняя включает как первоначальную оболочку, так и намороженную на нее твердую корочку стали.

Очевидно, что $R_3 > R_2 \geq R_1$. При этом: $\Delta R_3 > 0$ для налипания корочки и $\Delta R_3 < 0$ – при плавлении оболочки ПП с корочкой.

- граничные условия:

а) ось симметрии ($r = 0$):

$$\frac{\partial T_1}{\partial r} = 0; \quad (3)$$

б) стык наполнителя и стальной оболочки ($r = R$):

$$T_2 = T_3; \quad (4)$$

$$-\lambda_2 \frac{\partial T_2}{\partial r} = -\lambda_3 \frac{\partial T_3}{\partial r}; \quad (5)$$

в) граница $r = R_1$:

$$T_1 = T_2, \text{ если } T_2 < T_n^H; \quad (6)$$

$$-\lambda_2 \frac{\partial T_2}{\partial r} = -\lambda_1 \frac{\partial T_1}{\partial r} + \rho_1 \cdot L_1 \cdot \dot{R}_1, \\ \text{если } T_2 = T_n^H, \quad (7)$$

г) граница $r = R_3$:

$$T_3 = T_c, \text{ если } T_3 < T_n^c; \quad (8)$$

$$-\lambda_3 \frac{\partial T_3}{\partial r} + \rho_3 \cdot L_3 \cdot \dot{R}_3 = \alpha(T_c^o - T_n^c), \\ \text{если } T_3 = T_n^c, \quad (9)$$

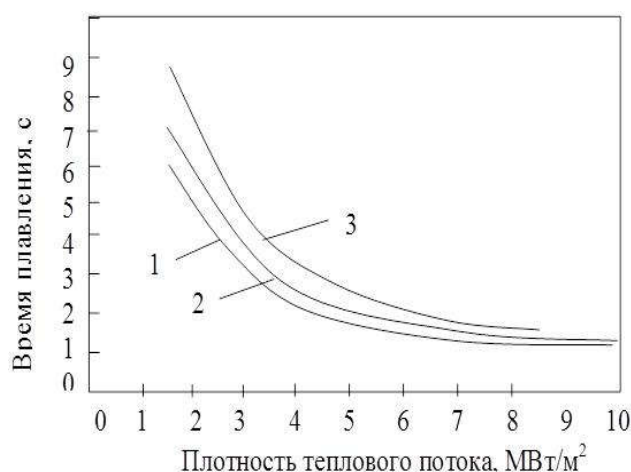
где T_n^H, T_n^c – температуры ликвидуса наполнителя ПП и стали; T_c^o, T_c – температура стали в объеме ковша и при $r = R_3$; ρ_1, ρ_3 – плотности наполнителя и стали; L_1, L_3 – удельные теплоты фазовых переходов; $\dot{R}_1, \dot{R}_3$, – скорости перемещения границ $r = R_1$ и $r = R_3$.

Уравнение (1) с краевыми условиями решалось методом конечных разностей с явным выделением подвижных границ фазового перехода.

Численное параметрическое исследование на ПЭВМ проводилось для силикокальциевой проволоки на базе СК30 температуры расплава в сталеразливочном ковше 1590°C, глубины жидкой ванны 6 м.

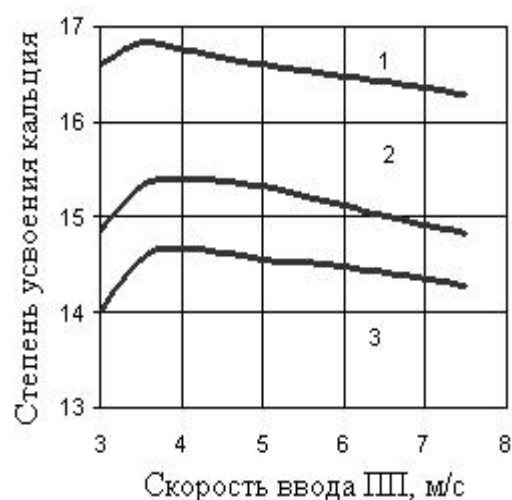
Как следует из рис.1 зависимость времени плавления оболочки ПП с коркой стали от плотности теплового потока носит убывающий характер. Отсюда следует необходимость увеличивать скорость ввода ПП меньшего диаметра в расплав стали.

Количественная зависимость от параметров процесса степени усвоения кальция жидкой ванной, рассчитанная по методике [1], показана на рис.2. Один из этих параметров – скорость ввода ПП в ковш. Как следует из рис.2 при скорости ввода ПП, как фактора интенсификации технологии, превышающей оптимум, происходит снижение степени усвоения кальция расплавом стали и раскисляющего воздействия кальция на металл, что согласуется с результатами экспериментальных исследований [2,3].



1 – диаметр 8 мм; 2 – диаметр 10мм;
3 – диаметр 13мм;

Рис. 1 - Время плавления оболочки ПП с коркой стали от плотности теплового потока



1- $\Theta = 0$;
2 - $\Theta = -0,1$;
3 - $\Theta = -0,15$

Рис. 2 - Зависимость степени усвоения кальция от скорости ввода ПП и параметра Θ

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Пеликани, Ф. Основы обработки стали кальцием и состояние усвоенного ею кальция / Ф. Пеликани, Б. Дюран, А. Гессье // Обработка стали кальцием / Институт электросварки НАН Украины. – Киев, 1985. - С.45-58.

2. Д. Лю. Исследование кинетики ввода кальцийсодержащей проволоки в сталь/ Д. Лю, Д.Айронс, В.Лю // Обработка стали кальцием/ Институт электросварки НАН Украины. – Киев, 1985. - С.59-74.

3. Дюдкин, Д.А. Прецизионная обработка металлургических расплавов / Д.А. Дюдкин, В.В. Кисиленко, И.А. Павлюченков - М.: Теплотехник, 2007. – 424с.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В СФЕРЕ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ НА ПРИМЕРЕ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ

Д.Е. Балыкина, В.А. Бычков, Д.И. Пархоменко
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

В докладе рассматривается проблема использования источников альтернативной энергии в качестве экологически чистых систем и уровень готовности государства к внедрению солнечных систем энергоснабжения в промышленную и бытовую сферы деятельности потребителей энергоресурсов.

Ключевые слова: СОЛНЕЧНЫЙ КОЛЛЕКТОР, «ЧИСТАЯ» ЭНЕРГИЯ, ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ

The report examines the problem of using alternative energy sources as environmentally friendly systems and the state's level of readiness to introduce solar energy supply systems into the industrial and domestic spheres of energy consumers' activities.

Key words: SOLAR COLLECTOR, "NET" ENERGY, ENERGY SUPPLY

Экологическая безопасность является важным показателем уровня развития государства и общества. Это возможность сохранения и защиты как природы от негативного воздействия человека, так и его самого при сохранении его деятельности. Высокие темпы развития промышленности способствуют внедрению мероприятий системы экологической безопасности, которые минимизируют антропогенное и техногенное влияние.

К одному из видов природоохранной деятельности относятся ресурсосберегающие технологии и в частности использование альтернативных источников энергии. Они позволяют снизить потребление невозобновляемых источников энергии и сократить вредные выбросы.

Системы солнечного энергоснабжения были выбраны в качестве объектов исследования в связи их большой распространенностью (в отличие от ветрогенераторов и др.), достаточным уровнем солнечной радиации в заданной климатической зоне, возможностью покрытия тепловой и электрической нагрузок и работы в автономном режиме.

Количество энергии, произведенной с помощью Солнца, увеличивается с каждым годом. В таблице представлены данные ежегодного прироста энергии, выработанной на солнечных электростанциях (СЭС) [1].

Таблица - Годовая выработка энергии в мире на СЭС

Год	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Выработанная энергия, ТВт·ч	5,4	7,4	12,2	20,5	33,3	63,8	101,9	142,6	190,8	253,0

Использование солнечных систем связано с решением о снижении вредных выбросов в атмосферу и получением автономной системы энергоснабжения. Такие системы имеют довольно долгий срок окупаемости и требуют больших единовременных затрат на установку и запуск в работу.

Солнечные системы с фотоэлементами для преобразования солнечной энергии в электрическую и системы с жидким теплоносителем для преобразования энергии

Солнца в тепловую имеют более низкие параметры, чем электроэнергия и тепло, полученные от централизованных традиционных источников. Это связано с рядом факторов, таких как низкий КПД установок, неравномерная интенсивность солнечного излучения в течение рассматриваемого периода и других.

На данном этапе развития науки и технологий конструкции и материалы, используемые в солнечных коллекторах и батареях, не позволяют покрыть пиковых нагрузок, получить высокие параметры и непрерывное энергоснабжение, поэтому чаще всего подобные системы используются как дополнительные источники энергии.

В нашей климатической зоне (г. Донецк) солнечные системы энергоснабжения не очень популярны в связи с наличием традиционных источников энергии, хотя потенциал их использования довольно высокий.

В то же время, отдельные потребители (владельцы частных домов и малых предприятий), желающие получить независимое электроснабжение и индивидуальное отопление отдают предпочтение таким системам. Модульность солнечных систем позволяет подобрать оборудование в зависимости от требований потребителя и в дальнейшем регулировать количество выработанной энергии путем изменения количества модулей. На крупных промышленных предприятиях целесообразно проводить энергоснабжение объектов за счёт утилизации отходов предприятия. В этом случае солнечные системы могут использоваться в качестве экспериментальных установок.

Общемировое стремление к экологическим способам получения энергии рождает спрос на оборудование для них. Существует множество заводов-изготовителей, производящих продукцию разного качества, в соответствии с запросами потребителей.

В России более 50 предприятий [2] работают в сфере разработки и использования новых технологий преобразования солнечной энергии и производства оборудования. Такие компании осуществляют свою деятельность в рамках принятых законов, и их продукция соответствует стандартам качества. Большое количество элементов таких систем можно приобрести в других странах по низкой стоимости, что, несомненно, привлекательно для потребителя, однако, их качество, а также безопасность для человека и окружающей среды неизвестно. Заявленные параметры таких элементов могут резко отличаться от реально полученных, и общая эффективность установки, собранной из подобных комплектующих, снижается.

Коммерческие предприятия, которые чаще всего занимаются перепродажей оборудования, а не его инженерным проектированием и производством, умалчивают о реальных цифрах эффективности солнечных коллекторов с целью увеличения продаж. Преобразование солнечной энергии подается как наиболее экологически чистый способ получения энергии. Однако, мощность солнечных электростанций составляет менее 1 % от общемировой мощности электростанций, и нет возможности получать энергию от Солнца в промышленных масштабах.

Таким образом, для производства оборудования (устройств, воспринимающих солнечную радиацию, каркасов, приборов учета и автоматики и т.д.) используются традиционные источники энергии, которые нельзя назвать экологически чистыми. Следовательно, в этом условно экологически чистом способе получения энергии заложены технологии и агрегаты, полученные негативно влияющим на окружающую среду путём. На сегодняшний момент нет данных о количестве затраченной энергии на создание систем преобразования солнечной энергии и отходов таких производств, отнесенных к 1 кВт·ч выработанной ими энергии, поэтому их сложно сравнивать с обычными системами.

Отдельно стоит отметить проблему утилизации солнечных модулей, коллекторов, вышедших из строя. Химические вещества, входящие в состав теплопоглощающего покрытия могут негативно влиять на состав почвы и проникать в грунтовые воды. Также, не полностью изучен вопрос изменения химического состава покрытия после долгого срока эксплуатации под влиянием перепадов температур, механических повреждений и других факторов. Следует отметить, что на данный момент не разработано технологий, гарантирующих безопасную утилизацию производственных отходов и отслуживших свой срок фотоэлементов. Решением данной проблемы может стать более глубокое изучение вопроса и разработка программ по переработке или утилизации и создание пунктов сбора отработанных элементов (по примеру с литий-ионными аккумуляторами и люминесцентными лампами).

В любом случае использование различных солнечных коллекторов является перспективным направлением в области улучшения экологической обстановки.

Высокая стоимость таких систем и другие перечисленные негативные аспекты требуют вмешательства государственных органов наблюдения и управления для решения следующих задач:

1. Контроль качества материалов элементов и оборудования солнечных систем.
2. Ограничение ввоза на территорию государства комплектующих элементов и оборудования низкого качества.
3. Субсидирование установки систем солнечного энергоснабжения на предприятиях (поддержка при прямом сотрудничестве с официальными заводами-изготовителями).
4. Внедрение «зеленого» тарифа на электроэнергию в системе оплаты коммунальных услуг (возврат вложенных инвестиций и осуществление долгосрочных проектов).
5. Создание пунктов утилизации и переработки отходов оборудования солнечных систем.
6. Просветительская работа государственных и негосударственных организаций, направленная на экономное использование энергоресурсов и разъяснение внедрения экологически выгодных проектов.

Научно-исследовательская деятельность ученых и инженеров в области альтернативной энергии направлена на реализацию замкнутого цикла трансформации солнечной энергии без использования энергии полезных ископаемых. Такие проекты могут быть осуществлены только при всеобъемлющей поддержке государства и должном развитии науки и экономики.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. BP Statistical Review of World Energy June 2016 / [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>
2. Каталог производителей и поставщиков оборудования для альтернативной энергетики / [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://altenergiya.ru/company>
3. Балыкина, Д.Е. Использование солнечной энергии в системах теплоснабжения / Комплексное использование природных ресурсов, региональная конференция, сборник научных работ (10 декабря 2015 г., Донецк) / ред. В.Н. Артамонов, Д.А. Козырь / Д.Е. Балыкина, Д.И. Пархоменко. - Донецк, ДонНТУ, 2015 - с. 18-20.

АГЛОМЕРАЦИОННОЕ ПРОИЗВОДСТВО КАК ОДИН ИЗ ИСТОЧНИКОВ ДИОКСИНОВОЙ ОПАСНОСТИ

Е.А. Поворознюк, Я.Ю. Асламова

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

В докладе исследованы процессы образования диоксинов в агломерационном производстве и обобщены мероприятия по повышению экологической безопасности металлургических предприятий за счет снижения выбросов веществ диоксиновой группы.

Ключевые слова: ДИОКСИНЫ, ФУРАНЫ, АГЛОМЕРАЦИЯ, РЕЦИРКУЛЯЦИЯ АГЛОГАЗОВ, ГАЗООЧИСТКА.

In the report the processes of dioxin formation in agglomeration production were investigated and measures to improve the environmental safety of metallurgical enterprises by reducing emissions of dioxin group substances were summarized.

Key words: DIOXINES, FOURANS, AGGLOMERATION, AGGLAZASE RECYCLING, GAS CLEANING.

Наиболее печально известными загрязнителями окружающей среды являются диоксины и фураны. Эти суперэкоотоксиканты образуются в ходе любого химического процесса, в котором хлор вступает в контакт с каким-либо органическим соединением при небольшом нагреве. Диоксины и фураны могут вызывать мутагенный, канцерогенный и порфириногенный эффекты; поражают внутренние органы и истощают организм; снижают иммунитет, поэтому называются химическим СПИДом. Эти вещества действуют практически на все биомишени и системы организма человека, реализуя свое токсическое влияние одновременно по нескольким механизмам, включая суммирование поражающих эффектов, а также усиление совместного действия нескольких веществ. К тому же, для их полного разложения требуются столетия.

Не известен ни один многоклеточный организм, способный перерабатывать или оперативно выводить эти чужеродные вещества. Живые организмы накапливают диоксины, причем поглощение или накопление даже очень малого их количества приводит к заболеваниям или смерти. По официальному мнению ученых Агенства по охране окружающей среды США (USA EPA), безопасной концентрации диоксинов не существует. Только их полное отсутствие может обеспечить безопасность для жизни. Диоксины и диоксиноподобные вещества - это чужеродные живым организмам соединения, выбрасываемые с продукцией или отходами целого ряда технологий.

Диоксины (полихлордибензодиоксины - PCDD/F) имеют структурную химическую формулу в виде двух бензольных колец, соединенных двумя кислородными мостиками (рис.1). Часть атомов водорода в бензольных кольцах замещена атомами хлора, количество которых может меняться от 1 до 8. Часто именно эти соединения называются диоксинами, несмотря на то, что этим названием объединена целая группа хлорорганических веществ. Фураны (полихлордифенофураны), в отличие от диоксинов, имеют в структурной формуле только один кислородный мостик между бензольными кольцами.

Всего в диоксиновой группе более 400 веществ, отличающихся различным размещением атомов в структуре молекул. По показателям онкотоксичности самым опасным диоксином является тетрахлордибензодиоксин (TCDD), структурная формула которого включает четыре атома хлора, две молекулы бензола, соединенных двумя

кислородными мостиками (рис.2). Его онкотоксичность максимальная и принята равной 1.

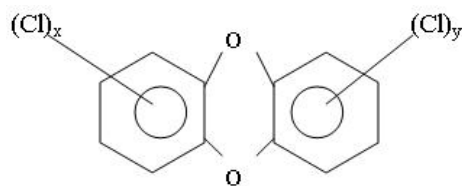


Рис. 1 - Структурная химическая формула диоксинов

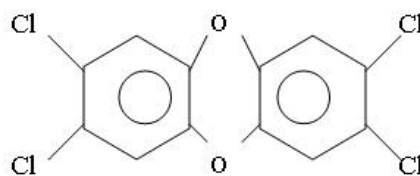


Рис. 2 - Структурная химическая формула тетрахлордибензодиоксина

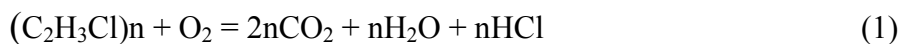
Диоксины присутствуют в окружающей среде в ничтожно малых количествах, поэтому для определения их следовых, но очень опасных, концентраций необходимо применение самых чувствительных методов современной аналитической химии. Требуемые пределы обнаружения концентраций такого рода веществ в воздухе находятся в диапазоне от $1 \cdot 10^{-4}$ мг/м³ до $1 \cdot 10^{-15}$ мг/м³ и ниже. Таким образом, метрологические аспекты обнаружения ультрамикрконцентраций диоксинов и установления для них предельно допустимых концентраций (ПДК) представляют собой большие трудности, так как требуют колоссального количества времени, высококвалифицированного труда специалистов разного профиля и, естественно, очень больших экономических затрат.

Вещества диоксиновой группы не являются продуктами производства. Они нигде не используются, а появляются попутно в ряде термических процессов, частью которых являются металлургические процессы, где получают или используют углеводороды в присутствии свободного хлора (коксовое, агломерационное, доменное производство и др). В США, стране, где высокзатратный контроль диоксинов возможен, суммарный их выброс составляет 10 кг в год. Половина выбросов диоксинов появляется в результате сжигания бытовых и медицинских отходов, остальное принадлежит промышленности.

Отсутствие отечественных данных о выбросах диоксинов в различных отраслях промышленности и транспорта не позволяет определить место и роль черной металлургии в создании диоксиновой опасности в нашей стране. Однако данные зарубежных исследований дают основания считать, что металлургические предприятия и прилегающие к ним территории является зоной повышенной опасности по выбросам диоксинов. По данным французских специалистов, самым мощным источником выброса диоксинов/фуранов в черной металлургии являются агломашины, на их долю приходится более 80 % годового выброса. Агломашины в Европе имеют сходные показатели выброса в пределах $1\text{--}10$ нг/м³, при этом средний уровень составляет 3 нг/м³. Выброс PCDD/F на агломашинах характеризуется преобладающим содержанием фуранов, и основным компонентом является соединение 2,3,5,7,8-тетрахлородибензофуран (TCDF). Удельные выбросы рассматриваемых веществ приблизительно составляют 140 нг/т агломерата.

Образование диоксинов в агломерационном производстве обусловлено наличием в аглошихте хлора и органических, «бензольных» соединений. Носителями бензола (C₆H₆) – основы диоксинов и фуранов – являются твердое топливо, а также отходы, которые содержат органические вещества. Небольшие концентрации хлора всегда присутствуют в аглошихте (в составе угольного топлива, руд, флюсов) в виде легко разлагаемых хлоридов – NaCl, KCl и др. Нередко концентрация хлора в аглошихте достигает 0,01 %.

Не исключено присутствие в аглошихте полихлорвинила (C₂H₃Cl)_n покрытий и упаковок, состоящего на 57% из хлора. При его окислении происходят реакции:



Далее окисляется хлористый водород:



Образовавшийся свободный хлор участвует в образовании диоксинов и фуранов.

Диоксины образуются при нагревании шихты до 200-550°C. Установлено, что концентрация диоксинов и фуранов в отходящем газе начинает возрастать и достигает максимальных значений во второй половине процесса спекания.

Увеличивает образование диоксинов более чем вдвое добавка в шихту смеси NaCl и замасленной прокатной окалины. Содержание NaCl в шихте повышается в зимнее периоды, когда с целью предупреждения смерзания влажных концентратов в них иногда добавляют каменную соль.

Органический хлор, попадающий в аглошихту в виде пластмассы – поливинилхлорида $(-CH_2CHCl-)_n$ увеличивает втрое образование диоксинов в сравнении с предыдущим вариантом спекания шихты, имеющей в своем составе неорганический хлор (NaCl) и нефтепродукты прокатной окалины. Микропримеси меди оказывают каталитическое воздействие на процессы образования диоксинов.

В качестве мероприятий по снижению выбросов диоксинов в агломерационном производстве можно предложить следующее:

1. Рециркуляция агломерационных газов является технологическим способом влияния на процесс образования диоксинов и фуранов. Супертоксичные углеводороды попадая в зону горения в составе рециркулируемого газа, почти полностью разлагаются. Повторный синтез этих соединений можно предупредить только быстрым, в течение нескольких секунд, охлаждением отходящего газа до температуры менее 250°C, что должно быть предусмотрено в специальных газоочистных аппаратах. Благодаря рециркуляции аглогазов концентрацию диоксинов/фуранов можно снизить на 60-70%.

2. Исключение из состава аглошихты нефтепродуктов, бензолов, других углеводородов и носителей хлора в виде полимерных покрытий, пленок и хлоридов металлов позволит сократить выбросы диоксинов/фуранов на 50-70%.

3. Обязательным является применение эффективных электрофильтров и окислительных каталитических конвертеров (опыт Германии, Австрии, Голландии), включающих в систему очистки отходящих газов агломашин улавливание (нейтрализацию) мельчайших частиц диоксинов/фуранов и некоторых газов за счет применения активированного угля и других сорбентов. Примером может служить установка очистки отходящих газов Meros (Maximized Emission Reduction Of Sintering), разработанная фирмой «Сименс» и действующая на аглофабрике завода Voestalpine Stahl (Линц/Австрия).

4. Снизить более чем вдвое выбросы диоксинов/фуранов возможно используя метод, предложенный голландской фирмой Corus. Суть способа состоит в добавке к шихте раствора мочевины (известного удобрения $(NH_2)_2CO$). При вводе в шихту примерно 0,15 кг/т агломерата мочевины одновременно удастся значительно сократить выбросы SO_2 и NO_x по механизму хемосорбционного улавливания.

Таким образом, агломерационное производство – загрязнитель окружающей среды не только пылью, монооксидом углерода, сернистым ангидридом, но суперэкоотоксикантами – диоксинами и фуранами. С целью повышения экологической безопасности агломерационного производства, оно должно быть преобразовано в технико-экономическом и экологическом отношениях. Достичь этого можно как в результате обновления технологии и оборудования, так и применения современных эффективных газоочистных аппаратов.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ДЛЯ РАЗЛИВКИ ВЫСОКОЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ НА МНЛЗ

В.В. Худотеплый, А.Б. Бирюков

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

Важность энерго- и ресурсосбережения показана на примере перехода разливки стали от изложниц к МНЛЗ. На постсоветском пространстве на ряде предприятий предпочитают производить разливку высоколегированных марок сталей в изложницу, опасаясь получения трещин и других дефектов на МНЛЗ. В работе показана важность выбора параметров температурного режима высоколегированных марок стали, поэтому подобрана методология решения задач.

Ключевые слова: ИЗЛОЖНИЦЫ; ЗОНА ВТОРИЧНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ; МНЛЗ; ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ; ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ.

Importance of energy and resource saving is shown on the example of the transition of casting steel from molds to CCM. In the post-Soviet space, a number of enterprises prefer to cast highly alloyed steel grades in a mold, fearing cracking and other defects on the continuous casting machine. The paper shows the importance of choosing temperature parameters for high-alloy steel grades, so the methodology for solving problems is chosen.

Keywords: POSITION; SECONDARY COOLING AREA; CCM; TEMPERATURE MODE; ENERGY SAVING.

Проблема энерго- и ресурсосбережения с каждым годом становится все острее и острее. Это связано с истощением топливных ресурсов, постепенным ухудшением качества рудного сырья. Поэтому в металлургических отраслях происходит постепенный переход к технологии ресурсо- и энергосбережению. Так в XX в. перешел переход разливки стали изложниц к МНЛЗ.

Согласно классической технологии первой половины XX в. сталь разливают по изложницам — высоким чугунным емкостям. После того как она застынет, слитки «раздевают», т. е. снимают изложницы. Вес слитков 5-9 т, иногда до 25 т. Но разливка стали в изложницы имеет недостатки.

При остывании сталь кристаллизуется неоднородно: у самой стенки изложницы образуются небольшие кристаллы, в глубине — крупные, а между ними появляются пузыри и раковины. В верхней части слитка возникает усадочная раковина. Поэтому получаемые слитки нуждаются в дополнительной обработке — обжиге. Верхнюю часть слитка приходится срезать и возвращать на переплав [1].

Это давно натолкнуло на мысль найти лучший способ разливки стали. Много лет ушло на решение этой задачи. В 1955 г. создана первая промышленная установка для непрерывной разливки стали. Это способ более совершенный, чем разливка по изложницам. Получаемые таким образом слитки не требуют обжига, меньше металла возвращается в мартеновскую печь.

Преимущества машин непрерывного литья стали по сравнению с разливкой стали в изложницы обусловлены следующими основными факторами:

1. Повышение выхода годного металла по заготовке за счет уменьшения головной и донной обрези на 15-25%;

2. Повышение производительности сталеплавильного цеха за счет повышения выхода годного и увеличения ритмичности производства;

3. Высокое качество продукции (повышение физической однородности слитка, снижение уровня ликвации и т.п.);

4. Высокий уровень автоматизации технологического процесса непрерывной разливки стали, позволяющий контролировать качество заготовки в процессе литья;

5. Улучшение экологической обстановки за счет снижения запыленности производственного пространства, уменьшения загрязненности воды (вода, используемая для кристаллизатора и механизмов МНЛЗ, циркулирует по замкнутым оборотным системам водоснабжения) и пр.;

Согласно литературным данным в мировой практике освоена непрерывная разливка более 95% марок сталей. Однако на постсоветском пространстве на ряде предприятий предпочитают производить разливку высоколегированных марок сталей в изложницу, опасаясь получения трещин и других дефектов на МНЛЗ. [2].

С научной точки зрения требуется определение рациональных интенсивности и охлаждения по секторам ЗВО в зависимости от марки стали, сечения заготовки. Для этой цели будет использована методика, разработанная в [2,3].

При разливке, легированной стали так же возникает ряд проблем. Основным является дефекты поверхности заготовки, то есть продольные угловые трещины, поперечные трещины, поры. Причиной этих дефектов является высокая температура заготовки. Решением этой проблемы может стать комплекс подходов для повышения точности и эффективности управления тепловой работой зоны вторичного охлаждения (ЗВО).

Отвод тепла от поверхности заготовки в ЗВО достигается путем интенсивного опрыскивания ее поверхности водой или водовоздушной смесью, отвода тепла к поддерживающим роликам с внутренним охлаждением, вследствие конвекции и лучеиспускания в окружающую среду.

Общепризнанным является факт, согласно которому формирование заготовки в ЗВО определяется протеканием процесса охлаждения. В то же время разработке теплотехнических параметров МНЛЗ в том числе и для ЗВО (особенно в отечественной практике) зачастую не уделяется достаточно внимания: не всегда есть возможность проверить насколько используемые режимы охлаждения являются оптимальными, для значительного количества агрегатов отсутствует непрерывный замер температуры поверхности заготовки.

Основной технологической функцией зоны вторичного охлаждения является создание оптимальных условий для полного затвердевания непрерывно отливаемого слитка, обеспечивающих требуемое качество заготовки. ЗВО должна отвечать следующим функциональным требованиям:

1. Обеспечивать тщательную поддержку слитка на выходе из кристаллизатора, где толщина оболочки минимальна, а ее механическая прочность весьма низка;

2. Уменьшать воздействие растягивающих напряжений в оболочке заготовки, возникающих под действием тянущих усилий;

3. Обеспечивать оптимальный теплоотвод и его регулирование в зависимости от скорости вытягивания и сортамента отливаемой стали;

Конструкция ЗВО состоит из системы опорных элементов (роликов), поддерживающих и направляющих заготовку, и устройств, обеспечивающих охлаждение слитка за счет впрыскивания охлаждающей воды, расположенных между роликами. Интенсивность охлаждения во вторичной зоне должна выбираться таким образом, чтобы температура поверхности заготовки в процессе ее перемещения по ней оставалась примерно постоянной или медленно уменьшалась. Достаточно часто предпочтение отдается варианту, при котором температура поверхности медленно

снижается по всей длине ЗВО. Точность расположения опорных роликов является весьма важным элементом в системе обеспечения качества непрерывнолитой заготовки, поскольку любые отклонения положения роликов от номинальной позиции приводят к дополнительной деформации заготовки в процессе ее движения по ЗВО. Для обеспечения равномерного охлаждения заготовки по длине ЗВО обычно разбивается на несколько секций.

Для обеспечения равномерного охлаждения заготовки по длине ЗВО предусматривается несколько секций с различной интенсивностью отвода тепла. Для достижения требуемой интенсивности теплоотвода применяются следующие основные методы подачи охлаждающего вещества: охлаждение струями воды (струйное охлаждение) или водовоздушной смесью (водовоздушное охлаждение), подаваемой между опорными роликами через специально устанавливаемые форсунки. Наиболее эффективным охлаждением является водовоздушной смесью. Высокая эффективность метода объясняется тем, что благодаря большой кинетической энергии с металлом одновременно контактирует множество капель распыленной воды. При одном и том же расходе воды площадь теплообмена между охладителем и заготовкой увеличивается, поскольку вода мелко распылена и число мелких капель очень велико. При этом капли достаточно равномерно распределяются по поверхности заготовки, так как факел имеет устойчивую геометрическую форму. Вода, которая не испарилась при контакте с поверхностью заготовки, падает вниз в виде мелкого дождя, создавая зону охлаждения ближайших участков.

Современные системы АСУ ТП для МНЛЗ снабжены алгоритмами, предназначенными для расчета рекомендуемых значений расходов охладителя в зависимости от сечения заготовки, марки стали и скорости разливки. Каждой марке стали, сечению заготовки и скорости разливки должны быть сопоставлены не расходы воды, а, каким-либо образом определенные оптимальные значения коэффициентов теплоотдачи, от которых затем, на основании расчетных зависимостей, осуществляется бы переход к расходам воды по секторам.

Предложен вариант аналитического способа для определения оптимального распределения интенсивности вторичного охлаждения. Его суть заключается в том, что плотность теплового потока, отводимого от поверхности расчетного сечения заготовки в каждый момент времени, должна равняться сумме теплового потока, выделяющегося на фронте затвердевания и теплового потока, соответствующего охлаждению уже затвердевшего массива металла с заданной скоростью.

Для целенаправленного управления вторичным охлаждением целесообразно при помощи специальных методик определять в первую очередь не значения расходов воды по секторам для конкретных параметров разливки, а значения коэффициентов теплоотдачи, от которых затем при помощи известных эмпирических зависимостей осуществлять переход к расходам воды или водо-воздушной смеси.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Смирнов, А.Н.* Непрерывная разливка стали: учебник/ А.Н. Смирнов, С.В. Куберский, Е.В. Штепан. – Донецк: ДонНТУ, 2011. – 482с.
2. *Бирюков, А.Б.* Эффективное управление зоной вторичного охлаждения высокоскоростных сортовых МНЛЗ/ А.Б. Бирюков, В.В. Кравцов, И.П. Олексюк, Н.А. Остапенко// Металл и литье Украины. – 2010. – №7. – С. 21.
3. *Бирюков, А.Б.* Метод определения рациональной интенсивности вторичного охлаждения непрерывной слябовой заготовки/ А.Б. Бирюков, А.А. Иванов// Металлург. – 2014. – №11. – С. 47-51.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛА В ПЕЧАХ, С ЦЕЛЬЮ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ И СНИЖЕНИЯ НЕБЛАГОПРИЯТНОГО ВЛИЯНИЯ ПРОИЗВОДСТВА НА ПРИРОДУ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

И.К. Кольба, А.Б. Бирюков

ГУО ВПО «Донецкий национальный технический университет»

На технологии тепловой обработки металла в печах приходится значительная доля потребляемых в мировой экономике энергетических ресурсов. При этом основным энергоносителем для реализации этих технологий, является природный газ. Выбор рациональных технологических и конструктивных параметров технологии тепловой обработки металла в печах, позволяет достичь с одной стороны экономии расхода газа и таким образом снизить себестоимость продукции, а с другой стороны уменьшить выбросы продуктов сгорания (в том числе CO₂), это позволяет частично решить проблему уменьшения отрицательного воздействия на окружающую среду.

Ключевые слова: ТЕПЛОВАЯ ОБРАБОТКА, НАГРЕВАТЕЛЬНЫЕ И ТЕРМИЧЕСКИЕ ПЕЧИ, МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ, ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

The technology of metal heat treatment in furnaces accounts for a significant share of the energy resources consumed in the world economy. At the same time, the main energy source for the implementation of these technologies is natural gas. The choice of rational technological and design parameters of the technology of metal heat treatment in furnaces allows to achieve, on the one hand, the saving of gas consumption and thus to lower the cost of production, and on the other hand to reduce emissions of combustion products (including CO₂), this allows to partially solve environmental safety.

Keywords: HEAT PROCESSING, HEATING AND THERMAL FURNACES, MATHEMATICAL MODELING, TECHNOLOGICAL PARAMETERS, TEMPERATURE FIELD, ENVIRONMENTAL SAFETY

Развитие промышленности не стоит на месте. В свете возрастающего числа экологических катастроф все более актуальными становятся вопросы безопасности функционирования целых производств и отдельных технологических процессов. Важным вопросом является уменьшение выбросов в окружающую среду.

Современные печи периодического действия, применяемые в качестве нагревательных и термических печей в кузнечном производстве, характеризуются высокой равномерностью температурного поля в газовом пространстве печи и наличием достаточно эффективных систем АСУ ТП, позволяющих с большой точностью выдерживать заданный закон изменения температуры печи во времени. С другой стороны, в значительной части случаев, назначая продолжительность тепловой обработки металла, технологи ориентируются на данные справочников, в которых для разных сечений изделий и температурных интервалов указаны рекомендуемые диапазоны продолжительности тепловой обработки [1]. При этом выбор конкретной величины внутри рекомендуемого диапазона производится технологом на основании его опыта и здесь возможны варианты, когда некоторые части заготовок или изделий не достигают заданной температуры, либо, наоборот, металл, достигший заданных параметров температурного поля, непроизводительно пересиживается в печи. Не

правильный выбор теплового режима, может привести к избыточному расходу топлива и соответственно дополнительным выбросам продуктов сгорания, а также к образованию окалины и браку слитков. Наиболее остро этот вопрос стоит при работе с высококачественными высоколегированными марками стали, имеющими низкие значения коэффициента теплопроводности, а также при высокой степени загрузки печей и необходимости повышения их производительности.

В данной работе создается упрощенная математическая модель, базирующаяся на решении только дифференциального уравнения нестационарной теплопроводности, в которой задание граничных условий теплообмена производится с использованием основных закономерностей лучистого теплообмена, а адаптация производится при помощи алгоритма, основанного на анализе моментальных тепловых балансов печного агрегата. В основе математической модели лежит решение дифференциального уравнения нестационарной теплопроводности для металла и футеровки. В общем виде это уравнение записывается как:

$$\rho \cdot c \cdot \frac{\partial t}{\partial \tau} = \operatorname{div}(\lambda \cdot \operatorname{grad} t) . \quad (1)$$

где ρ – плотность металла, кг/м³; c – теплоемкость металла, Дж/(кг·К); λ – теплопроводность металла, Вт/(м·К).

Поскольку для большинства машиностроительных предприятий в номенклатуре изделий, подвергающихся комплексной термообработке, значительное место занимают изделия цилиндрической формы, например, прокатные валки или заготовки под роторы турбин, в данной работе внимание сосредоточено на тепловой обработке тел цилиндрической формы.

Для решения названных задач используется методология, предложенная в работе [2], в которой обоснована возможность и целесообразность перехода от трехмерной постановки задачи к одномерной для моделирования теплообмена в современных печах, характеризующихся высокой степенью равномерности распределения температур в газовом пространстве. Таким образом, имеем следующие записи этого уравнения:

$$\text{для заготовок} \quad \frac{\partial t}{\partial \tau} = \frac{\lambda_m}{\rho_m c_m} \cdot \left(\frac{\partial^2 t}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial t}{\partial r} \right); \quad (2)$$

$$\text{для футеровки} \quad \frac{\partial t}{\partial \tau} = \frac{\lambda_f}{\rho_f c_f} \cdot \left(\frac{\partial^2 t}{\partial y^2} \right), \quad (3)$$

где индексы «м» и «ф» обозначаются, что теплофизические характеристики взяты для металла и футеровки соответственно.

Для соответствия результатов решения дифференциального уравнения нестационарной теплопроводности реальным условиям технологического процесса задаются условия однозначности: геометрические условия, учитывающие форму и размеры области пространства, для которой реализуется решение внутренней задачи; начальные условия, описывающие распределение температур в «нулевой» момент времени; граничные условия теплообмена, сформированные на основании особенностей внешней задачи теплообмена; зависимость теплофизических характеристик материала от температуры.

Геометрические условия. В создаваемой модели отработано два варианта задания начальных условий для металла:

– усредненное температурное поле перед началом тепловой обработки $0 \leq r \leq r_3, \tau = 0 : t = t_n$, полученное, например, после длительной выдержки или характерное для посада холодной заготовки;

–температурное поле, полученное в результате предыдущей тепловой операции над материалом, которое в общем случае является неравномерным $0 \leq r \leq r_3, \tau = 0 : t = t(r)$.

Граничные условия определяют теплообмен на поверхности области (представленной геометрическими условиями), для которой решается внутренняя задача. Их задание основывается на учете качественных и количественных характеристик теплообменных процессов в изучаемой технологии. В данной работе предложено использование граничных условий третьего рода на поверхности расчетных сечений. В общем случае в каждый новый момент времени необходимо проводить пересмотр граничных условий.

Для круглого поперечного сечения и решения задачи в одномерной постановке задаем следующие граничные условия:

$$\begin{cases} r = r_3 : -\lambda \frac{\partial t}{\partial r} = \alpha_K^M (t_{\text{печь}} - t_{\text{п}}) + C_{\text{печь-м}} \cdot \left[\left(\frac{t_{\text{печь}} + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{t_{\text{п}} + 273}{100} \right)^4 \right]; \\ r = 0 : \frac{\partial t}{\partial r} = 0. \end{cases}$$

$$\text{Для футеровки: } \begin{cases} y = 0 : t_{\text{пф}} = t_{\text{кл}}; \\ y = S : -\lambda \frac{\partial t}{\partial y} = \alpha_{\text{ос}} (t_{\text{пф}} - t_{\text{ос}}), \end{cases}$$

где α_K^M , $\alpha_{\text{ос}}$ – коэффициенты конвективной теплоотдачи от продуктов сгорания к поверхности металла и от наружной поверхности футеровки в окружающую среду соответственно, Вт/(м²·К); $t_{\text{п}}$, $t_{\text{пф}}$, $t_{\text{нф}}$, $t_{\text{ос}}$ – температуры поверхности металла, внутренней и наружной поверхностей волокнистой футеровки и окружающей среды соответственно, °С; $C_{\text{печь-м}}$ – приведенный коэффициент излучения в системе тел печь-металл, Вт/(м²·К⁴), $t_{\text{кл}}$ – средняя температура внутренней поверхности футеровки, полученная на основании рекомендаций аналитических методик, °С.

Также в рамках постановки задачи задаются зависимости теплофизических характеристик сред и материалов от температуры. Для численной реализации математической модели используются метод конечных разностей, который является самым эффективным для тел простой формы, и неявная схема аппроксимации.

В данной работе создана упрощенная математическая модель, базирующаяся на решении только дифференциального уравнения нестационарной теплопроводности, в которой задание граничных условий теплообмена производится с использованием основных закономерностей лучистого теплообмена, а адаптация производится при помощи алгоритма, основанного на анализе моментальных тепловых балансов печного агрегата. Скорость вычислений при помощи созданной модели значительно превышает темп реального времени, что делает возможным ее использование в качестве компонента систем прогнозного управления, позволяющего выбирать рациональные технологические значения, а значит, способствует уменьшению выбросов продуктов сгорания в окружающую среду

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Термическая обработка в машиностроении: Справочник / под ред. Ю.М. Лахтина, А.Г. Рахштадта. – М.: Машиностроение, 1980. – 783с.
2. Бирюков, А.Б. Математическая модель для изучения процессов воздушного охлаждения металла в печах / А.Б. Бирюков, А.И. Волошин, П.А. Гнитиев // Сталь. – 2015. – №7 – с. 77-81.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ КАРБОНИТРАЦИИ ОТВЕТСТВЕННОГО ИНСТРУМЕНТА

В.О. Генкузина, В.И. Алимов

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

В статье рассмотрены материалы сравнительного анализа различных методов химико-термической обработки с точки зрения экологической безопасности. Представлены данные карбонитрации многократно перетачиваемого инструмента из быстрорежущих сталей.

Ключевые слова: СТАЛЬ, КАРБОНИТРАЦИЯ, ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА, ИНСТРУМЕНТ, НАСЫЩЕНИЕ

In article materials of the comparative analysis of various methods of a chemical heat treatment from the point of view of ecological safety are considered. Results on carbonitrating of the repeatedly regrinding tool from high-speed steels are given.

Keywords: STEEL, CARBONITRATING, CHEMICAL HEAT TREATMENT, TOOL, SATURATION

В настоящее время в связи с истощением природных ресурсов и повышением стоимости сырья и готовой металлургической продукции стоит проблема увеличения срока службы металлических деталей и инструмента. Возникает необходимость повышения износостойкости изделий и придания им дополнительных прочностных характеристик с целью увеличения срока службы. Решить данную задачу можно с помощью химико-термической обработки.

Существует ряд методов диффузионного насыщения поверхности изделий различными компонентами. Наиболее распространенными для стальных деталей и инструмента являются цементация, азотирование, а также методы комплексного насыщения углеродом и азотом (нитроцементация, цианирование, карбонитрация и др.).

Каждый из вышеперечисленных методов имеет свои преимущества и недостатки, однако методы комплексного насыщения поверхности представляют больший интерес благодаря широкому спектру применения и потенциальным возможностям.

При выборе определенного метода упрочнения наряду с эффективностью и экономичностью также важно учитывать экологическую безопасность и влияние используемых сред на здоровье человека.

Нитроцементация производится насыщением поверхностного слоя изделий в газовой среде. Данную обработку наиболее часто проводят в атмосфере, полученной от разложения жидких углеводородов с добавкой аммиака или в необработанном природном газе с добавкой аммиака. Применяемые компоненты являются токсичными, пожаро- и взрывоопасными. В связи с этим к оборудованию и самому ведению процесса, предъявляются дополнительные требования. Насыщение поверхности изделий данным методом является достаточно длительным по сравнению с насыщением в жидких средах при цианировании и карбонитрации.

Технология цианирования заключается в насыщении поверхности стали углеродом и азотом в расплавах цианистых солей (преимущественно натрия и калия). Наиболее широкое применение получили ванны, в которых используют одну цианистую соль NaCN, реже применяют смеси солей NaCN и KCN [1].

Основными недостатками цианирования с точки зрения экологической безопасности является высокая токсичность и дороговизна применяемых солей. Работа с ядовитыми веществами, их транспортировка, хранение, загрузка, нейтрализация и т.д.

требуют особых мер предосторожности, что стало основной причиной сравнительно небольшого распространения этого процесса в промышленности. Также, учитывая ядовитость используемых солей, оборудование для цианирования (ванны и промывочные баки) должно снабжаться вентиляционными устройствами.

В отличие от цианирования, карбонитрация является экологичным и безопасным методом, который основан на использовании неядовитых соединений (цианаты и карбонаты щелочных металлов). Технология абсолютно безопасна и может использоваться в промышленных целях, без каких-либо ограничений. За счет использования испарителя, карбонитрация не дает жидких отходов. Вода, используемая для промывки, выпаривается, получаемый сухой остаток классифицируется по 3-му классу безопасности, и может быть утилизирован как обычный производственный мусор [1].

В работе карбонитрацию выполняли для повышения работоспособности многократно восстанавливаемого (перетачиваемого) инструмента типа фасонных фрез УР4-130 и УР4-138, а также протяжек УР5-260 из сталей Р6М6 и Р6АМ5, используемых при изготовлении деталей измерительных и других точных инструментов типа штангенциркулей ШЦ-1-125-0,1 по ГОСТ 166-89. Данная технология может также применяться и для других типов менее точных инструментов из быстрорежущих сталей, подвергаемых после цикла эксплуатации многократному восстановлению, и является элементом совмещенной химико-термической обработки инструмента по разработанному В.И. Алимовым и др. процессу восстановления многократно перетачиваемого инструмента [2]. Конструкция фасонной фрезы (а) и ее общий вид (б) показаны на рисунке 1.

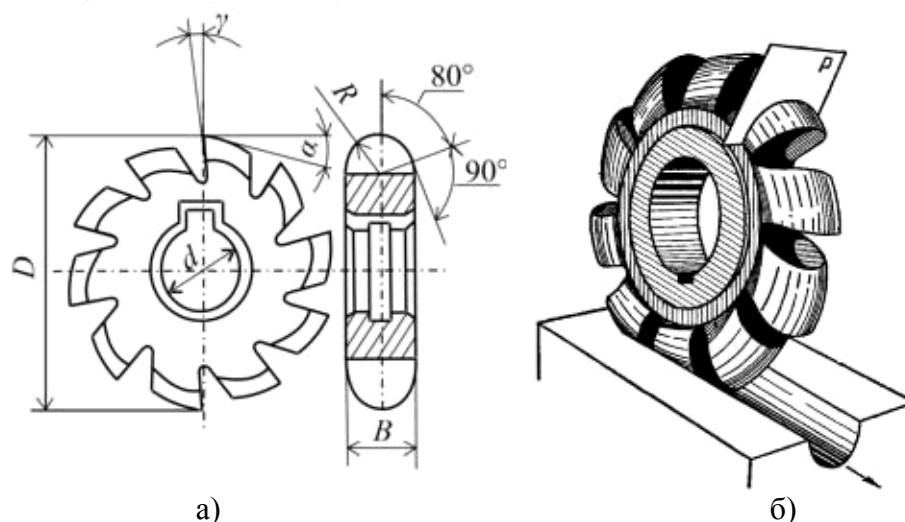


Рис. 1 – Конструкция и общий вид фасонной фрезы

Технология карбонитрации при восстановлении основана на активизации диффузии атомов углерода и азота при деформации тонкого приповерхностного слоя в процессе эксплуатации. Это позволяет совместить насыщение поверхности при погружении изделия в расплав цианатов с дополнительным отпуском инструмента после цикла эксплуатации и переточки (эксплуатационное деформирование) [2].

Выдержка быстрорежущего инструмента в расплаве состава 80% KSCNO+20% K₂CO₃ приводит к диффузии углерода и азота в поверхностные слои на глубину до 100-150 мкм с образованием карбонитридного слоя состава Fe₃(C,N) и гетерогенной

подложки, состоящей из феррита, карбидной и карбонитридной фазы. Расплав этого состава является безопасным и экологически чистым.

Карбонитрацию перетачиваемого инструмента осуществляли следующим образом. На плоско-шлифовальных станках 2В462 производили заточку передней и задней поверхности фрез и протяжек кругами ПП175-25-32ЭБ с частотой вращения 950-1000 мин⁻¹ при подаче 0,02-0,05 мм/об. При таком режиме шлифования обеспечивается чистота поверхности класса 4. Образовавшийся в приповерхностных слоях при шлифовании остаточный аустенит (до 25-35%) после обработки при принятых температурах карбонитрации не обнаруживается, что свидетельствует о его небольшом количестве.

После заточки поверхности очищали и обезжиривали для снятия жировых и масляных пятен.

Карбонитрацию инструмента или деталей рекомендуется производить следующим образом:

- установить детали в загрузочные приспособления с возможностью свободного омывания рабочих поверхностей расплавом солей;
- подогреть кратковременно в камерной электрической печи типа СНЗ-6.12.4/10М1 при 250±10 °С ;
- собственно произвести карбонитрацию в ванне с расплавом 80% KCNO+20% K₂CO₃ с барботажем воздухом; рекомендуемая температура карбонитрации 500-550 °С, длительность до 0,5 ч;
- промыть в щелочном растворе для нейтрализации остатков цианитов.

В результате карбонитрации при этих температурах происходит превращение остаточного аустенита [3] и образование карбонитридного слоя толщиной 3-5 мкм. Прочность слоя повышается, если при охлаждении после карбонитрации произвести изотермическую выдержку при 450 °С в течении 0,5 ч.

Микротвердость приповерхностных слоев составляет 15-16·10³ Н/мм², слой характеризуется высокой износо- и адгезионной стойкостью. Работоспособность фрез и протяжек при обработке, например, деталей штангенциркуля из сталей 50, 55 после карбонитрации повышается в 1,3-1,5 раза.

Технология карбонитрации перетачиваемых фрез и протяжек рекомендуется инструментальным и машиностроительным заводам, использующим перетачиваемый инструмент из быстрорежущих сталей, в частности Харцызскому трубному заводу.

Вывод. Деформирование поверхностного слоя режущего инструмента из быстрорежущих сталей как преднамеренное, так и в процессе эксплуатации, а также принудительная циркуляция расплава активизируют процесс карбонитрации и повышают суммарную наработку на отказ инструмента высокой точности, восстанавливаемого многократно по мере его изнашивания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Прокошкин, Д.А. Химико-термическая обработка металлов – карбонитрация / Д.А. Прокошкин. М.: Машиностроение, Металлургия, 1984, 240 с.
2. А. с. № 1534074 СССР, МПК: C21D9/22. Способ восстановительной термообработки инструмента [Текст] / Алимов В.И., Оноприенко В.Г., Дорохин В.М., Котов И.И. (СССР). – заявл. 20.06.1988; опубл. 07.01.1993. Бюл. №1. – 3 с.
3. Алимов, В. И. Концептуальная оценка факторов размерного термического восстановления радиальных размеров стержневых осесимметричных изделий / В. И. Алимов, М. В.Гергиаду, А. Б. Белевцов // Вісник Донбаської державної машинобудівної академії. Актуальні проблеми фізико-хімічного матеріалознавства. – 2014 - № 4 (102). – С. 135 – 143.

АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВЫ ГАЗИФИКАЦИИ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА ДОНБАССА

Д.В. Авдоница

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

В работе представлены общие сведения технологии газификации твердых топлив, проведен их обзор и целесообразность применения технологии газификации в условиях Донбасса, предложена методика упрощенной оценки экономической эффективности использования генераторного газа

Ключевые слова: УГОЛЬ, ГАЗИФИКАЦИЯ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА, ПОДЗЕМНАЯ ГАЗИФИКАЦИЯ, ГАЗОГЕНЕРАТОР.

In The report presents general information on gasification technology for solid fuels, carried out their review and the advisability of using gasification technology in the Donbas, the technique of the simplified estimation of economic efficiency of use of a generating gas.

Keywords: COAL, GASIFICATION OF SOLID FUEL, UNDERGROUND GASIFICATION, GASOGENERATOR.

Переработка твердых видов топлива в газообразные на новом этапе развития могут быть востребованы для создания принципиально новой основы использования ресурсов и минимизации техногенного воздействия на окружающую среду. Экологически чистые процессы трансформации твердого топлива в тепловую и электрическую энергию решают задачу комплексного освоения сырья, значительного сокращения отходов и вредных выбросов в атмосферу. В связи с этим необходимы исследования технологий газификации твердого топлива, основных характеристик газогенераторных установок и генераторных газов, выбор наиболее эффективных технологий, разработка принципов конструкций оборудования для газификации.

В настоящее время газообразное топливо - предпочтительный энергоноситель, поскольку оно имеет достаточную энергоемкость, легко транспортируется, позволяет применять более эффективные энергопреобразующие устройства, и, в конечном счете, его применение всегда эффективно и экономически выгодно. Однако, согласно общепринятым данным запасов нефти и природного газа на Земле достаточно для удовлетворения потребностей на существующем уровне лишь на несколько десятилетий. В связи с этим в настоящее время технологии, которые связаны с использованием твердых топлив, получили новый импульс к развитию. Основным источником для восполнения энергобаланса может стать уголь.

Существует множество вариантов классификации технологий газификации.

В зависимости от места проведения:

- подземная газификация;
- газификация в специальных устройствах газогенераторах.

В зависимости от вида окислителя, используемого для неполного окисления твердого топлива различают следующие процессы газификации:

- воздушный (в качестве окислителя используется атмосферный воздух);
- смешанный (окислитель - смесь атмосферного воздуха и водяного пара);
- водяной (в качестве окислителя используется водяной пар);
- парокислородный (окислитель - смесь технического кислорода и водяного пара).

При газификации в газогенераторных установках в зависимости от аэродинамической схемы взаимодействия топлива и окислителя различают:

- процессы в плотном слое;
- процессы в кипящем слое;
- процессы в циркулирующем кипящем слое;
- процессы в расплаве шлака

Наш регион располагает большими запасами угля, однако в то же время не имеет своих запасов природного газа. Это вынуждает промышленные предприятия закупать экспортируемый природный газ, что тяжелым бременем ложится на экономику предприятий и вызывает определенные трудности. В связи с этим задача замены экспортируемого природного газа на газообразный энергоноситель - продукт переработки угля- является важной задачей для большинства промышленных предприятий нашего региона.

На текущий момент концентрация усилий на разработке технологий подземной газификации угля является нецелесообразной, поскольку для отопления котлов ТЭЦ газом, который получен в результате подземной газификации, необходима непосредственная близость участка газификации и ТЭЦ. Это условие крайне сложно выполнить для существующих ТЭЦ на территории ДНР и ЛНР.

Наиболее целесообразным с технико-экономической точки зрения является проведение газификации в газогенераторах, установленных в непосредственной близости от топливopotребляющих объектов. Существуют различные варианты организации этого процесса, однако наиболее простые технические решения соответствуют слоевой газификации угля при использовании парокислородного (смешанного) дутья. Для этого потребуются сравнительно более простые конструктивные и технологические решения, также можно ожидать более быстрое получение положительных результатов.

В результате эксплуатации такого газогенератора по заданной схеме будет получен низкалорийный газ. Потребителями газа от такого газогенератора могут выступать теплотехнологические объекты малой и средней мощности. Если эти объекты были спроектированы для работы на природном газе или жидком топливе, реконструкция для перехода на генераторный газ будет заключаться в замене газогорелочных устройств. Если объекты были спроектированы для работы на твердом топливе, помимо замены горелок понадобится некоторая реконструкция подины агрегатов.

Если производится замена природного газа на генераторный, то, как правило, фактором, определяющим экономическую эффективность, является цена на природный газ и уголь. Так как уголь является собственным ресурсом, то динамика изменения его цены является достаточно предсказуемой. Данная технология газификации будет целесообразна независимо от цены на природный газ, если объект находится в районе, негазифицированном в довоенный период или отрезанном от поставок природного газа в результате военных действий

Предложена методика оценки экономической эффективности использования генераторного газа. Она применима, если объект может снабжаться природным или генераторным газом

Исходными данными для расчета являются:

- теплота сгорания природного газа Q_{np}^{ng} , МДж/м³ (находится в диапазоне 33-37 МДж/м³);
- теплота сгорания генераторного газа Q_{np}^{gg} , МДж/м³ (определяется технологией получения, для низкалорийного газа составляет 4-6,5 МДж/м³);

– выход генераторного газа с единицы массы угля V_z , м³/кг (определяется технологией получения, эта величина больше для низкокалорийного газа и меньше для высококалорийного);

- количество природного газа, которое подлежит замене V_{nz} , тыс. м³/год;

- цена на природный газ C_{nz} , \$/тыс м³;

- цена на уголь C_{yz} , \$/т;

- доля прочих затрат по отношению к затратам на уголь $k_{прз}$ (в первом приближении может быть принята равной 1).

1. Определение коэффициента замены природного газа. Эта величина показывает, какое количество генераторного газа необходимо сжечь для выделения того же количества тепла, что и при сжигании 1 м³ природного газа.

$$k_z = \frac{Q_{np}^{nz}}{Q_{np}^{zz}}$$

2. Определение массы угля (т), необходимой для получения генераторного газа в количестве достаточном для замещения 1000 м³ природного газа

$$G = \frac{k_z}{V_z}$$

3. Определение экономического эффекта от замены природного газа (\$/год)

$$\mathcal{E}\phi = V_{nz} \cdot (C_{nz} - C_{yz} \cdot G \cdot (1 + k_{прз})).$$

4. Определение срока окупаемости средств, вложенных в сооружение газогенератора

$$O_k = \frac{Инв}{\mathcal{E}\phi}$$

Четвертый этап расчета выполняется только в случае наличия положительного экономического эффекта. Величина срока окупаемости позволяет принимать решение о целесообразности проекта по замене природного газа.

Выводы

Представлены общие сведения о технологиях газификации твердых топлив. Выявлена технология газификации, применение которой целесообразно в условиях Донбасса. Предложена методика, позволяющая выполнить оценку экономической эффективности по замене природного газа на генераторный газ.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

Шиллинг, Г.-Д. Газификация угля / Г.-Д. Шиллинг, Б. Бонн, У. Краус. –М.: Недра, 1968. – 175 с

Бирюков, А.Б. Сжигание и термическая переработка органических топлив / А.Б. Бирюков, И.П. Дробышевская, Ю.В. Рубан. – Донецк: Изд-во «Ноулидж» (донецкое отделение), 2014. – 232 с.

ОБРАЗОВАНИЕ NO_x И МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ИХ РАСПРОСТРАНЕНИЕМ

Е.А. Пилипеев, Е.В. Новикова

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

В докладе рассмотрено образование оксидов азота при сжигании топлива. Проанализированы классические методы их удаления, а также современные способы.

Ключевые слова: ОКСИДЫ АЗОТА, РЕГЕНЕРАТИВНЫЕ ГОРЕЛКИ, ОБЪЕМНОЕ СЖИГАНИЕ

In the report, view the formation of nitrogen oxides during fuel burning. Classical methods and modern methods removal of nitrogen oxides was analyzed.

Keywords: NITROGEN OXIDES, REGENERATIVE BURNERS, VOLUMETRIC COMBUSTION

Работа теплотехнических агрегатов связана с горением различных видов топлива и, как следствие, выбросом в окружающую среду дымовых газов с высокой температурой и высоким содержанием вредных компонентов. В частности, оксиды азота, попавшие в атмосферу, соединяются с ней сложным химическим путем и остаются в атмосфере достаточно долгое время. Вместе с углекислым газом CO_2 и другими вредными выбросами оксиды азота способствуют появлению парникового эффекта. Взаимодействуя с озоном O_3 , оксид азота NO очень быстро преобразуется в диоксид азота NO_2 и кислород O_2 . При окислении NO_2 преобразовывается в азотистую кислоту HNO_2 , а после в азотную кислоту HNO_3 , что в свою очередь может поспособствовать возникновению кислотных дождей.

Механизмы образования оксидов азота давно известны и были исследованы еще в прошлом веке Я.Б. Зельдовичем и другими. Существует три группы NO_x : «быстрые», «термические» и «топливные» [1]. Когда соединяется находящийся в воздухе молекулярный азот с частями углеводорода, которые получаются при разложении топлива в начале горения, образуются «быстрые», NO_x . Данный процесс не зависит от температуры, а количество вредных веществ зависит от концентрации кислорода. «Термические» оксиды азота образуются при сжигании топлива, когда происходит их синтез в факеле из азота и кислорода при температуре более 1300K. С «термическими» NO_x следует «бороться», так как на содержание оксидов азота в продуктах сгорания больше всего влияют именно они. При сжигании природного газа, сжиженного нефтяного газа и топлива, в составе которого нет азота, появляются «топливные» оксиды. В основном это происходит на участке выгорания летучих, за счет термического разложения компонентов топлива перед зоной горения. Главным источником «топливных» NO_x является твердое топливо, хотя не исключено их образование при сжигании коксового газа (содержащего NH_3 и HCN), доменного газа (HCN) и мазута. Можно сказать, что величина выбросов NO_x с отходящими газами зависит от вида топлива, температуры процесса, концентрации кислорода в факеле (α), времени пребывания и темпов охлаждения продуктов сгорания в топочном объеме (зависящих от объема топочных камер).

Все известные способы удаления оксидов азота, образующихся при горении, можно разделить на две группы: снижение концентрации вредных выбросов технологическим путем и методы, связанные с применением химической очистки. В настоящее время мероприятия для снижения образования оксидов азота могут применяться на стадии подготовки топлива, сжигания топлива или при охлаждении продуктов сгорания. К химическим методам относят абсорбционный, адсорбционный,

каталитический и термический методы, а также обработка топлива перед его сжиганием. Химические методы очистки требуют значительных капиталовложений, связанных со строительством дополнительных очистных систем и агрегатов. Поэтому основным способом защиты окружающей среды являются технологические методы снижения вредных выбросов при сжигании топлива. Технологические методы связаны с устранением высокотемпературных зон в факеле или с растягиванием факела в рабочем пространстве агрегата: впрыск пара или воды в очаг горения, применение различных горелок, внешняя и внутренняя рециркуляция, реверс печных газов, ступенчатое (или стадийное) сжигание топлива и другие способы.

Методы снижения оксидов азота на стадии сжигания топлива получили наибольшее применение, так как проще всего оказывать влияние разными технологическими мероприятиями, например, снижением избытка воздуха в топке. Снижение содержания кислорода в факеле позволяет уменьшить образование как термических, так и топливных NO_x . Распространённым так же является рециркуляция продуктов сгорания, в результате чего уменьшаются реальные концентрации кислорода и топлива в зоне горения, что снижает образование термических оксидов азота. Одним из наиболее эффективных методов является двухступенчатое сжигание топлива, когда через основную горелку подается топливо с недостатком воздуха, а часть воздуха подается далее по факелу через специальные сопла. Из-за недостатка свободного кислорода в начале горелки, а также низкого уровня максимальных температур в факеле на стадии дожигания выход термических и топливных NO_x снижается.

Уровень концентраций NO_x в отходящих газах в значительной мере зависит не только от вида топлива, характера и конструкции топочного устройства (печи), но и от конструктивных особенностей горелочных устройств. В последнее время распространение получают рекуперативные и регенеративные горелки, возможно сочетание с объёмным сжиганием и рециркуляцией дымовых газов. Например, технология беспламенного сжигания топлива HiTAC (высокотемпературное сжигание в воздушной атмосфере) использует высокие скорости истечения реагентов горения с целью организации подмешивания в топливо и воздух печных газов и их развитой рециркуляции. В камеру сгорания горелки поступает воздух, подогретый до высоких температур за счет тепла продуктов сгорания ($>1000^\circ\text{C}$), что приводит к снижению локальных концентраций O_2 и пиковых температур пламени. На одной из нагревательных печей в цехе горячей прокатки полосы завода Llanwern в Великобритании в верхней части зоны подогрева одной из печей толкательного типа были установлены две пары регенеративных горелок НЕС. Измеренная концентрация NO_x в отходящих газах при использовании горелок НЕС составила 106 ppm (0,0106 %) при 3 % O_2 , в то время как при использовании традиционных горелок этот показатель равнялся 121 ppm (0,0121 %) при 3 % O_2 . [2] Технология беспламенного горения Flammlose Oxidation фирмы WS, исходя из лабораторных исследований, также способствует снижению NO_x . Ее суть заключается в том, что топливо и воздух подаются непосредственно в камеру печи таким образом, что дым, образующийся при горении, смешивается с топливом и воздухом в такой пропорции, что горение переходит из факельного сжигания в объёмное. При использовании регенеративных горелок с этой технологией образование NO_x находится в пределах 25 – 100 ppm.

По проекту кафедры ТЭМП Национальной металлургической академии Украины в 2003 – 2004г. на комбинате «Криворожсталь» был реализован принцип объёмно-регенеративного сжигания топлива: была проведена реконструкция системы отопления рекуперативного нагревательного колодца с центральной горелкой путём замены трубчатых керамических рекуператоров на малогабаритные регенераторы с насадкой,

состоящей из корундовых окатышей. Использована одна горелка, расположенная в центре пода (рисунок), работающая без отключения. В горловине горелки расположены два канала, которые разделяются герметичной стенкой. Каждый из каналов соединяется с отдельным регенератором и служит поочерёдно для подачи воздуха в горелку либо для отвода дыма, что позволяет утилизировать теплоту уходящих дымовых газов. Выбор количества, геометрических параметров, взаимного расположения газовых сопел и каналов для подвода подогретого в регенераторах воздуха для горения, а также выбор динамических характеристик потоков топлива и воздуха в газовых соплах и каналах для подвода воздуха, создает условия перемешивания реагентов горения, при которых сжигание происходит во всём объёме рабочего пространства. Отсутствие высокотемпературных зон горения при объёмно-регенеративном способе сжигания топлива приводит к снижению количества образовавшихся в процессе горения оксидов азота на 20 – 50 % [3].



Рисунок - Изображение горелки в центре подины

Таким образом, применение объёмного сжигания топлива для снижения количества выбросов в атмосферу является очень перспективным направлением. Кроме того, объёмное сжигание топлива является эффективным способом улучшения равномерности нагрева и уменьшения угара металла, что несомненно является большим преимуществом. Однако, все существующие методы очистки уходящих продуктов сгорания имеют свои преимущества и недостатки. Их совершенствование продолжается, а также ведется поиск новых решений.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Михайлов, А.Г. Вопросы образования оксидов азота при сжигании газообразных и жидких топлив / А.Г.Михайлов // Омский научный вестник. - 2009. – № 3 (83). - С. 103 – 106.
2. Пронк, П. Применение высокоэффективного сжигания топлива в нагревательных печах / П. Пронк, П. Хопштейн, Б.Льюис // Журнал «Черные металлы» № 3, 2010. – С. 51 – 56.
3. Ерёмин, А.О. Промышленная эксплуатация регенеративного нагревательного колодца 11-1 комбината «Криворожсталь» / А.О. Еремин // Металлургическая теплотехника. Сб. научн. тр. НМетАУ. В двух книгах. – Книга первая. – Днепропетровск: Пороги, 2005. – С. 214 – 221.

РАЗРАБОТКА НАПРАВЛЕНИЙ УЛУЧШЕНИЯ РАБОТЫ ГОРОДСКИХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

А.Е. Мизюнский, А.И. Панасенко

Донецкий национальный технический университет

В докладе представлены пути усовершенствования эффективности и повышения экологической безопасности систем централизованного теплоснабжения города Донецк. Приведены расчеты и выводы в случае внедрения предложенных мероприятий.

Ключевые слова: КОТЕЛЬНАЯ, ТЕПЛОТРАССА, ЭНЕРГОПОТЕРИ, ВОЗДУХОПОДОГРЕВАТЕЛЬ, ЭКОНОМАЙЗЕР, ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ

The report provides ways to improve the efficiency and improve the environmental safety of district heating systems in the city of Donetsk. The calculations and conclusions are presented in case of introduction of these paths into the implementation.

Keywords: BOILER-ROOM, HEATING-MAIN, THE LOST OF ENERGY, THE HEATING OF AIR, WATER ECONOMIZER, THERMAL INSULATION

Одним из направлений энергосбережения в системах городского централизованного теплоснабжения является совершенствование схем и параметров тепловых сетей, которые представляют собой связующее звено между источниками образования и потребителями теплоты, на базе всесторонних исследований режимов их работы для обеспечения принятия научно обоснованных проектных и технологических решений, способствующих экономии тепловой и электрической энергии, минимизации энергетических потерь. Это позволит уменьшить негативное воздействие на окружающую среду и снизить экономические затраты.

Все котельные в городе Донецк на начало XXI века в качестве энергоресурса используют природный газ, продукты сгорания которого воздействует на окружающую среду значительно меньше, чем котельные с твердым и жидким топливом. Поэтому прежде всего при разработке мероприятий по уменьшению антропогенной нагрузки следует сфокусировать внимание на оптимизации характеристик и параметров, а также повышении эффективности работы системы теплоснабжения.

В Ворошиловском районе города Донецк эксплуатируются 33 котельных с установленными 65 котельными установками 11 разных классов, мощностей и видов, большинство из них современных образцов с высокой эффективностью работы, однако имеются и установки старого образца, оборудованными котлами ТВГ-8М, КВГ-6,5, которые были введены в эксплуатацию уже довольно давно. Они имеют невысокую величину коэффициента полезного действия (КПД), за многие годы службы снизили свои первоначальные характеристики, что требует их детального рассмотрения и разработки мероприятий по их модернизации, реконструкции либо замене на усовершенствованные образцы.

Реконструкция и модернизация котельных – наиболее привлекательные мероприятия, так как на их реализацию требуются невысокие финансовых затраты, а положительная отдача от внедрения моментальная. Полная замена котельных выгодна при долгосрочном прогнозировании.

К основным мероприятиям, которые позволяют повысить величину коэффициента полезного действия котельных, относятся [1]:

- автоматизация систем контроля и управления (исключает человеческий фактор; дает возможность все время повышать КПД разработкой программ, контролирующих режимы сжигания газа и работы насосов);

- монтаж экономайзеров, использующих тепловой потенциал отходящих дымовых газов для нагрева воды с повышением КПД до 5 %);

- монтаж воздухоподогревателей для нагрева воздуха за счет тепла отходящих газов после экономайзера.

На сегодняшний день котельные установки и транспортировочные теплосети города Донецк далеки от совершенства, имеют множество недостатков, характеризуются значительными энергетическими потерями, для компенсации которых требуется повышенное использование энергоресурсов, в результате чего повышается антропогенная нагрузка на окружающую среду и окрестности города Донецк.

Основным источником потерь в системе централизованного теплоснабжения принято считать процесс транспортировки теплоносителя по теплотрассе. Именно большие тепловые потери при транспортировке тепловой энергии потребителям – аргумент сторонников децентрализованного теплоснабжения [2].

Для уменьшения потерь тепла в процессе его подачи по теплопроводам и максимальной доставки тепла потребителям, а в последствии и уменьшения энергетических затрат в котельной, их покрывают теплоизоляционными материалами, которые препятствуют передаче тепла окружающей среде.

Изготавливают теплоизоляцию из материала имеющего очень низкий коэффициент теплопроводности. Основной характеристикой теплоизоляторов является теплопроводность материала, чем меньше ее величина, тем меньше количества теплоты переходит через единицу площади теплоизолятора за единицу времени.

Эффективным методом изоляции водопроводных труб является применение так называемых цилиндров. Технология укладки полуцилиндра и цилиндра невероятно проста и быстра, для чего достаточно выполнить простейшие монтажные операции. По ней реально производить строительство новых коммуникаций, осуществлять ремонт существующих магистралей. Поэтому замена существующей теплоизоляции легко будет произведена за один тепловой сезон, когда тепловые сети находятся в отключенном состоянии.

Применяются различные виды теплоизоляторов, среди которых наиболее часто применяются [2]:

- скорлупа, преимуществом его является легкость монтажа, оптимальные характеристики и высокое качество исполнения;

- минеральная вата поставляется в рулонах и применяется для обработки труб, теплоноситель которых имеет высокую температуру.

- пенополистирол, легкий в задачах монтажа, счет минимального влагопоглощения и низкой теплопроводности и высокой пожароустойчивости, минимальной толщины, пенополистирол отлично подходит для защиты сетей отопления и подачи воды;

- пеноизол, нанесение выполняется посредством соответствующего распылителя, поскольку материал находится в жидком состоянии. Высохшая обработанная поверхность трубы приобретает плотную и прочную герметичную структуру, которая надежно сохраняет температуру теплоносителя;

- пенофол с фольгированной основой, инновационный продукт, который состоит из вспененного полиэтилена и алюминиевой фольги;

- полиэтилен вспененного исполнения, теплоизоляция этого вида очень распространена, при этом она часто встречается на водопроводных магистралях.

Чтобы определить на сколько эффективно работают теплопроводы необходимо рассчитать потери энергии при транспортировке теплоносителя потребителю, чем они меньше тем тепловая изоляция выполняет свои функции лучше.

Для расчета потерь тепла на теплотрассе необходимы исходные данные о температуре окружающей среды, толщине теплоизоляционного слоя, величинах коэффициента теплопроводности материала трубы, коэффициента теплопроводности изоляционного материала, коэффициента теплоотдачи на наружной поверхности тепловой изоляции [3].

По методике СНиП 2.04.14-88 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов» были рассчитаны тепловые потери на теплотрассе теплоносителя, расчет зависит от основных расчетных параметров, при этом из предложенной методики следует, что снизить потери тепла представляется возможным различными способами: увеличить теплоизоляционный слой, заменить изоляционный материал на менее теплопроводный, укрыть трубы теплоотражающим материалом или провести трубы под землей - для снижения коэффициента теплоотдачи на наружной поверхности к окружающей среде. По окончании расчетов определяется величина коэффициента, показывающего тепловые потери на 1 м теплотрассы, а полные тепловые потери зависят от всей протяженности теплотрассы.

В настоящее время в качестве теплоизоляции теплотрасс используются полуцилиндры и цилиндры из минеральной ваты, материал которых имеет коэффициент теплопроводности равный $0,053 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \times \text{град})$. Нами предложено заменить данный теплоизоляционный материал на более эффективный теплоизоляционный материал – цилиндры полистирольные, обладающие более высокой эффективностью теплоизоляции за счет более низкой теплопроводности $0,028 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \times \text{град})$.

Расчеты показали следующие потери тепла:

- для теплотрасс с исходной теплоизоляцией (минеральная вата), потери составили $87570 \text{ Вт}/\text{ч}$;
- для теплотрасс с современной теплоизоляцией (полистирол), потери составили $52030 \text{ Вт}/\text{ч}$.

Таким образом, замена теплоизоляции на более высокого теплоизоляционного материала, эффективно позволит уменьшить потери тепла при его транспортировке, на $40,5 \%$ от существующих и, как итоговый результат, уменьшить количество сжигаемого топлива.

Использование данного мероприятия даст возможность повысить эффективность работы систем теплоснабжения города Донецк, уменьшить объем сжигаемого топлива, более эффективно использовать вырабатываемое тепло, снизить антропогенную нагрузку на окружающую среду.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Сидельковский, Л.Н. Котельные установки промышленных предприятий/ Л.Н. Сидельковский. -М.: Энергоатомиздат, 1988. – 528 с.
2. Копко, В.М. Теплоизоляция трубопроводов теплосетей/ В.М. Копко. – Минск: УП "Технопринт", 2002. – 161 с.
3. СНиП 2.04.14-88. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов/Госстрой России. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1998. – 28 с.

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ГЕРМЕТИЧНОСТИ В РАЗВЕТВЛЕННО-ЗАМКНУТОЙ ГИДРОСИСТЕМЕ НА ЭТАПЕ ВВОДА ЕЕ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

М.А. Магомедова, М.А. Бочков, В.Н. Прошкин

Пензенский государственный технологический университет, г. Пенза, Россия

В статье предложено и описано техническое решение системы контроля герметичности в замкнутых гидросистемах на этапе заполнения ее рабочей жидкостью. Это позволит обеспечить высокий уровень безопасности на стадии ввода систем в эксплуатацию.

Ключевые слова: СИСТЕМА КОНТРОЛЯ, ГЕРМЕТИЧНОСТЬ, БЕЗОПАСНОСТЬ, НАДЕЖНОСТЬ

The article proposes and describes the technical solution of the leak tightness control system in closed hydraulic systems at the stage of filling with its working fluid. This will ensure a high level of safety at the stage of putting systems into operation.

Keywords: CONTROL SYSTEM, SEALANCE, SAFETY, RELIABILITY

В современных разветвлено-замкнутых гидросистемах [1-3] контроль герметичности ведется главным образом только во время ее эксплуатации, а на этапе заполнения систем рабочей жидкостью перед вводом в эксплуатацию осуществляется обслуживающим персоналом визуально. Такой способ контроля не приемлем для систем с агрессивными, горючими и взрывоопасными средами.

На рисунке приведена предлагаемая структурная схема системы контроля герметичности, как на этапе заполнения гидросистемы рабочей жидкостью, так и в процессе ее эксплуатации.

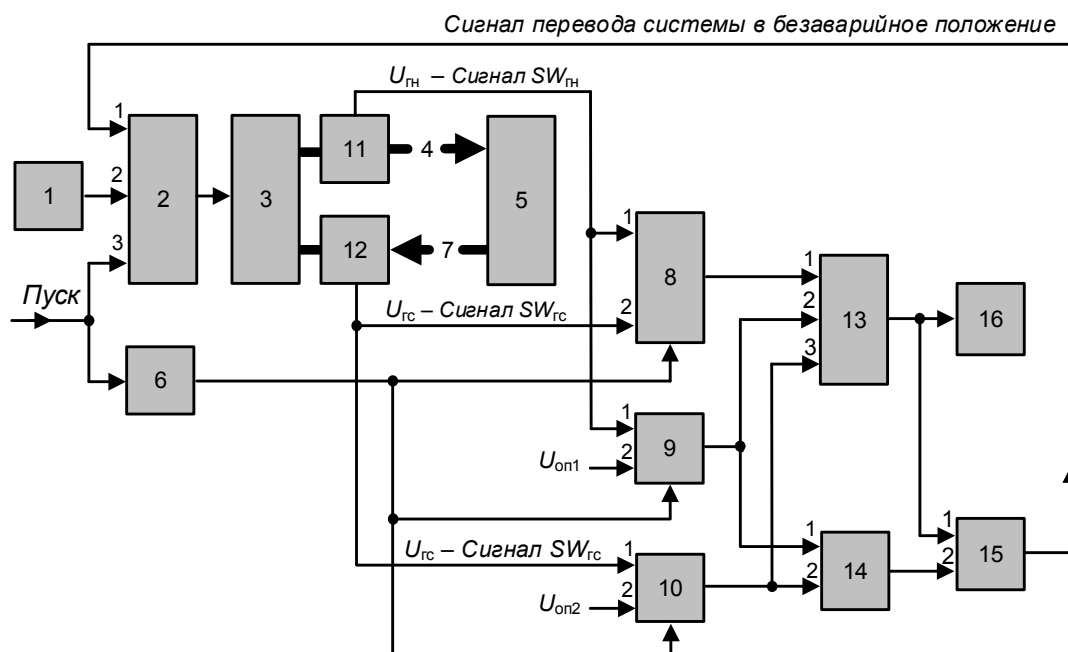


Рисунок – Автоматизированная система контроля герметичности

В состав системы входят:

- генератор электропитания 1;
- коммутатор 2;

- источник 3 гидравлической энергии (ИГЭ);
- напорная гидролиния (ГН) 4;
- потребитель 5 гидравлической энергии ПГЭ;
- одновибратор 6;
- сливная гидролиния (ГС) 7;
- аналоговый сумматор 8;
- амплитудные дискриминаторы 9 и 10;
- расходомер 11 в напорной гидролинии;
- расходомер 12 в сливной гидролинии;
- блок 13 анализа и управления;
- логические элементы 14, 15 ИЛИ;
- сигнализирующее устройство 16.

Система контроля замкнутой гидравлической системы работает следующим образом. По команде «Пуск» генератор 1 электропитания через коммутатор 2 включает ИГЭ 3. Источник 3 заполняет потребитель 5 через напорную гидролинию 4 рабочей жидкостью. Одновременно запускается одновибратор 6, длительностью импульса равной времени заполнения системы РЖ. При заполнении системы рабочей жидкостью происходит процесс постепенного вытеснения воздуха жидкостью через сливную гидролинию 7 в источник 3. Если учесть, что жидкость из источника 3 движется по гидролинии 4 с постоянной скоростью и в этот момент времени отсутствуют разрушения агрегатов системы, то общее время заполнения будет равно:

$$t_{\text{общ.зап.}} = t_{\text{ГН}} + t_{\text{П}} + t_{\text{ГС}} = V_{\text{ГН}}/v + V_{\text{П}}/v + V_{\text{ГС}}/v = V_{\text{общ}}/v,$$

где: $t_{\text{ГН}}$ – время заполнения рабочей жидкостью ГН 4; $t_{\text{ПГЭ}}$ – время заполнения рабочей жидкостью ПГЭ 5; $t_{\text{ГС}}$ – время заполнения рабочей жидкостью ГС 7; $V_{\text{ГН}}$ – объем ГН 4; $V_{\text{П}}$ – объем ПГЭ 5; $V_{\text{ГС}}$ – объем ГС 7; $V_{\text{общ}}$ – общий объем гидравлической системы; v – скорость заполнения гидравлической системы рабочей жидкостью.

На выходе одновибратора 6, во время заполнения системы жидкостью формируется сигнал, запрещающий работу аналогового сумматора 8, но разрешающий работу амплитудных дискриминаторов 9 и 10. Выходные электрические сигналы $U_{\text{ГН}}$, $U_{\text{ГС}}$, вырабатываемые расходомерами 11 и 12, будут отличными от нуля, но не равными между собой. Сигналы $U_{\text{ГН}}$, $U_{\text{ГС}}$ пропорциональны объемным расходам сред в гидролиниях 4 $W_{\text{ГН}}$ и 7 $W_{\text{ГС}}$. Дискриминаторы 9 и 10 осуществляют сравнение этих сигналов по амплитуде с опорными напряжениями $U_{\text{оп1}}$, $U_{\text{оп2}}$. В случае их неравенства, на их выходах, формируются сигналы логической единицы, несущие в себе информацию признака нарушения герметичности в контролируемой системе. Если такой сигнал присутствует на выходе дискриминатора 9, то это свидетельствует о наличии повреждения на участке между ИГЭ 3 и расходомером 11. Если сигнал логической единицы сформировался на выходе дискриминатора 10, то повреждение находится внутри потребителя 5 или в сливной гидролинии 7 между ИГЭ 3 и ПГЭ 5. Сигналы с выходов 9 и 10 подаются соответственно на второй и третий входы блока 13 анализа и управления, а также через первый логический элемент 14 ИЛИ на второй вход логического элемента 15 ИЛИ. Блок 13, по сигналам присутствующих на его входах производит оценку текущей ситуации и в случае аварии включает сигнализатор 16 для обслуживающего персонала, с указанием координат утечек, а по величине этих утечек определяет дальнейший ход работы гидравлической системы, вплоть до перевода ее в безаварийное положение. При больших утечках формируется команда перевода системы в безаварийное положение и с помощью электрогидравлических

кранов (на рисунке не показаны) перекрываются гидролинии 4 и 7 от ИГЭ 3 и, тем самым, предотвращают выход под давлением рабочей жидкости наружу.

После заполнения системы рабочей жидкостью происходит прекращение действия импульса одновибратора 6. Формируется сигнал, запрещающий работу амплитудных дискриминаторов 9, 10 и разрешающий работу сумматора 8. Далее система переводится в штатный режим работы и включается устройство защиты гидросистемы от утечек рабочей жидкости.

Электрические сигналы, вырабатываемые расходомерами 11, 12 поступают на сумматор 8, в котором решается уравнение расхода жидкости в замкнутой исправной системе следующим образом:

$$SW_{\text{мн}} + SW_{\text{мс}} = 0,$$

где: $SW_{\text{мн}}$ – сигнал объемной скорости потока жидкости в магистрали 4 нагнетания; $SW_{\text{мс}}$ – сигнал объемной скорости потока жидкости в магистрали 7 слива.

Рассматриваемая система контроля по сравнению с известными аналогами позволит обеспечить:

- непрерывный контроль герметичности гидравлических систем на этапе заполнения системы рабочей жидкостью перед вводом ее в эксплуатацию, а также в процессе ее работы;
- высокую точность и чувствительность выявления аварийной ситуации;
- исключить выход агрессивной жидкости под давлением в месте разрушения;
- исключить травматизм обслуживающего персонала, повреждение оборудования и обеспечить экологическую защиту окружающей среды;
- по сигналу аварии выдать зрительную или слуховую информацию о координатах и объеме утечек;
- по количественной величине утечек определить дальнейший ход работы гидравлической системы вплоть до перевода ее в безаварийное положение.

Предлагаемая система может быть использована в атомных и тепловых электрических станциях, в системах регулирования и смазки подшипников паровых турбин, в системах охлаждения активной зоны ядерного реактора, конденсационных, пароохладительных и других установках, а также в конструкциях гидравлических приводов транспортных машин и испытательных стендов.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Аксенова, Е.А. Повышение эффективности обнаружения утечек рабочей жидкости в разветвлено-замкнутых гидросистемах. Автоматизация технологических объектов и процессов. Поиск молодых. Сборник научных трудов XV научно-технической конференции аспирантов и студентов в г. Донецке 20-22 мая 2015 г. / Е.А. Аксенова, М.А. Магомедова, В.Н. Прошкин. - Донецк, ДонНТУ, 2015. – С. 54-56.

2. Прошкин, В.Н. Автоматизированная система активного контроля утечек потенциально опасных сред в разветвлено - замкнутых гидросистемах. Мониторинг. Наука и технологии / В.Н. Прошкин, Л.А. Прошкина, Э.А.Магомедова, М.А. Магомедова. -Махачкала: – 2015. – №4. - С. 35-39.

3. Прошкин, В.Н. Автоматизированная система контроля герметичности замкнутой гидросистемы на этапе заполнения рабочей жидкостью / В.Н. Прошкин, Э.А.Магомедова, М.А.Магомедова, Л.А.Прошкина // XXI век: Итоги прошлого и проблемы настоящего. - 2016. -№ 4 (32). - С. 60-64.

МИНИМИЗАЦИЯ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ СТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СИСТЕМОЙ ПРЕВЕНТИВНЫХ МЕТОДОВ

П.А. Чечетенко, С.Ю. Приходько

Донецкая Республиканская Малая Академия Наук учащейся молодежи

В докладе разработана система превентивных методов, в соответствии с которой проанализированы этапы промышленно-гражданской строительной деятельности, негативно воздействующие на окружающую среду.

Ключевые слова: СТРОИТЕЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ, СИСТЕМА ПРЕВЕНТИВНЫХ МЕТОДОВ.

The report developed a system of preventive methods, according to which examines the level of industrial and civil construction activities that adversely affect the environment.

Keywords: BUILDING ACTIVITY, THE SYSTEM PREVENTIVE METHODS.

Одним из главных факторов загрязнения окружающей среды является строительство. Ведь оно оказывает колоссальное воздействие на атмосферу, гидросферу и литосферу.

Вода широко используется в строительных процессах: в качестве компонента для растворов, бетонов, красок; как теплоноситель в тепловых сетях; при разработке грунтов гидромониторами и земснарядом - ми и т.д. Во многих случаях после использования вода сбрасывается и загрязняет грунтовые воды и почвы. Водный режим территорий, занятых под строительство, нарушается при выработке карьеров, отрывке котлованов и траншей, буровых работах. Обычно при этом происходит понижение уровня грунтовых вод, что влечет за собой нарушение вегетации растений и животных. Нарушение естественных ландшафтов, как правило, сказывается на животном мире. Изменения в водном режиме, растительном мире - «фактор беспокойства», привносимый условиями стройки, непродуманные строительные решения - отрицательно сказываются на условиях обитания животных, птиц, рыб.

Строительство как отрасль народного хозяйства нуждается в большом количестве различного рода сырья, строительных материалов, энергетических, водных и других ресурсов, получение которых оказывает сильное воздействие на окружающую природную среду. С воздействием на нее связана и работа принадлежащих отрасли предприятий по переработке сырья и изготовлению деталей, изделий и конструкций, а также деятельность строительно-монтажных организаций, непосредственно ведущих работы на строительных площадках и оснащенных большим количеством разнообразной строительной техники и транспортными машинами. Строительная индустрия - это цементно- и асфальтобетонные, известковые, деревообрабатывающие заводы, заводы по выпуску керамзита, кирпича, товарной бетонной смеси, сборных железобетонных изделий, домостроительные комбинаты и т.д. Производство строительных материалов, деталей и изделий связано с выделением пыли, газов, сажи, образованием различного вида отходов.

Обычно строительству сопутствует большой объем строительных отходов, часть которых вывозят на расположенные вокруг населенных пунктов свалки и сжигают, часть сжигают непосредственно на стройке или закапывают в грунт. При сжигании отходов загрязняется воздух, а отходы, вывезенные на свалки или закопанные на стройплощадке, загрязняют почву и воду. Процесс обезвреживания таких отходов в естественных условиях длится 80...100 лет. Атмосферные осадки растворяют часть

отходов и загрязняют почву (не только в местах свалок, но и на прилегающих территориях) продуктами выщелачивания. При этом происходит распространение и болезнетворных бактерий, попавших с отходами на свалку.

Оценивая техногенное воздействие строительной деятельности на окружающую среду, необходимо найти такие подходы, которые позволили бы оценивать ее воздействие в едином комплексе. В настоящее время существует целая система показателей оценки состояния окружающей среды. Эти показатели можно подразделить на санитарно-гигиенические (концентрации вредных веществ в воздухе, водных объектах, почве, продуктах питания); количественные и объемные (сброс и размещение отходов или поступающие на утилизируемые, выбрасываемые вредные вещества); по степени опасности веществ; стоимостные (экономический ущерб, текущие и капитальные затраты на охрану природы, основные природоохранные фонды, экономический эффект от внедрения природоохранных мероприятий); относительные удельные показатели (эффективность и степень очистки, показатели, характеризующие структуру и динамику выбросов вредных веществ в окружающую среду, интенсивность использования природных ресурсов, степень воздействия на окружающую среду).

Реальным направлением решения экологических проблем является реализация достижений научно-технического прогресса, предусматривающие изменения технико-технологической основы производства путем перехода на малоотходные, ресурсо- и энергосберегающие технологии. Практически это означает изменение курса, ориентированного на ликвидацию неблагоприятных последствий, обусловленных изменением качества природной среды, на курс борьбы с загрязнением и предупреждением последствий. Это не только наиболее логичным, но и экономически наиболее эффективным решением, поскольку затраты на устранение экологических последствий зачастую значительно превышают превентивные меры. Под ресурсосберегающей технологии понимают такой технологический процесс, который предусматривает минимизацию используемых природных ресурсов и минимальные нарушения природных условий, то есть отличается от традиционных технологий значительно меньшим удельным расходом сырья и энергии. Для малоотходных (безотходных) технологий главным является переход на замкнутые технологические циклы, которые в какой-то степени воспроизводят естественные, что позволяет получить минимум твердых, жидких, газообразных и тепловых отходов и выбросов.

Важную роль в утилизации (использовании) вторичных сырьевых ресурсов играет строительство и промышленность строительных материалов. Как известно, эти отрасли промышленности используют два вида сырья: природное и техногенное (вторичное).

Природное сырье - это строительные камни, песчано-гравийная смесь, гравий, песок, щебень и другие горные породы. Сюда же относят отвалы вскрышных пород, образующиеся при разработке карьеров и строительных котлованов.

С развитием техники и ухудшением в стране экологической ситуации все большее значение в строительной отрасли начинает приобретать техногенное сырье. К нему относят самые разнообразные промышленные отходы и побочные продукты: металлургические шлаки, бокситовые и другие шламы, отходы горно-обогатительных комбинатов (ГОК), золу и золошлаковые отходы ТЭС, отходы углеобогащения, вторичные полимеры, продукты переработки древесины и др. Техногенное сырье рассматривается многими специалистами как национальное достояние, как исключительно ценный продукт, аккумулирующий в себе ранее затраченные инвестиционные и энергетические ресурсы. Его использование в производстве строительных материалов во многих случаях оказалось значительно дешевле, чем

разработка и освоение природных ресурсов.

Использование техногенного сырья - мощный экологический ресурс. В условиях нарастающей экологической напряженности в мире проблема рационального использования и эффективного сбережения природных ресурсов становится важнейшей задачей жизнедеятельности любого государства. Исключительно важное значение имеет не только сбережение сырьевых ресурсов, но и их повторное использование. Значение вторичных сырьевых ресурсов для поддержания экологически безопасного уровня воздействия на окружающую среду весьма значительно, в частности, их использование является одним из необходимых условий внедрения малоотходных и безотходных технологий.

Использование техногенного сырья для производства строительных материалов с экологической точки зрения весьма перспективно:

1) резко сокращаются объемы добычи дефицитных природных строительных материалов;

2) утилизируется и химически прочно связывается огромное количество загрязняющих окружающую среду промышленных отходов;

3) освобождаются ценные земельные участки, отчуждаемые под хвосто- и шлаохранилища и др. Только под хранение золошлаковых отходов ТЭС отчуждаются огромные территории.

В строительной индустрии находят широкое применение многие виды промышленных отходов и побочных продуктов, ценнейшее экологически чистое сырье, вырабатываемое из отходов целлюлозно-бумажного производства - лигносульфонаты, обладающие обеспыливающими, пластифицирующими, пенообразующими и другими ценными свойствами.

Одним из важнейших критериев пригодности техногенного сырья для производства строительных материалов и для других целей является токсичность и радиоактивность, т. е. степень его экологической чистоты. Использовать промышленные отходы в качестве вторичного сырья возможно лишь после разработки специальных нормативных документов на их применение. В случае соответствия отходов требованиям санитарных правил и норм радиационной безопасности они могут быть рекомендованы для практического применения.

Даже при осуществлении всех мер минимизации негативного влияния строительной деятельности на окружающую среду, все равно строительство негативно влияет на окружающую среду, но значительно меньше.

С помощью системы превентивных методов была оценена реальная возможность снижения негативного воздействия на окружающую среду строительной деятельности на примере используемого природного сырья и техногенного сырья, для производства строительных металлов.

Актуальность работы связана с необходимостью создания научно обоснованных технических и технологических решений для минимизации негативного воздействия на окружающую среду промышленно-гражданской строительной деятельности. В условиях, когда уменьшение темпов гражданского и промышленного строительства не прогнозируется, очевидна необходимость поиска научно обоснованных технических и технологических решений, в том числе и превентивных, способных прогнозировать снижение нагрузки на окружающую среду. Разработке научных основ системы превентивных методов оценки состояния, защиты природно-техногенных систем и управления ими при осуществлении промышленно-гражданской строительной деятельности, минимизирующей негативное воздействие на окружающую среду, посвящена данная работа.

ВЛИЯНИЕ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ НА ЗЕМНЫЕ ПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ

Д.П. Синельников

Донецкая Республиканская Малая Академия Наук учащейся молодежи

В докладе дана количественная оценка взаимосвязи между солнечной активностью и изменением динамики природных процессов.

Ключевые слова: СОЛНЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ, ЧИСЛА ВОЛЬФА, ПЕРЕЛОМЫ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ

The report provides a quantitative assessment of the relationship between solar activity and change of natural processes in the dynamics.

Key words: SOLAR ACTIVITY, WOLF NUMBER, FRACTURES ARE NATURAL PROCESSES.

Землетрясение в Японии в 2011 году показало, что динамика процессов в горном массиве определяет устойчивость всей природно-промышленной системы находящейся в рамках этого горного массива. Задача данного исследования – показать взаимосвязь между солнечной активностью и изменением динамики природных процессов.

На рис.1. показаны характеристики изменений одного из рассматриваемых в работе факторов – солнечной активности (среднегодовые наблюдаемые относительные числа солнечных пятен, их приращения в смежные годы, условная линейка солнечных реперов, показывающая годы больших по абсолютной величине и максимальных приращений солнечной активности). Наиболее надежными, как для сопоставлений с различными индексами, так и для прогностических целей, являются годовые и месячные значения чисел Вольфа (определяют солнечную активность), полученные простым усреднением наблюдаемых величин. На рис.1. числа Вольфа представлены в виде кривой 1, на которой очень четко видно известные 11-летние циклы, которые отличаются друг от друга максимумами, минимумами и продолжительностью. Основное значение имеет неодинаковость изменений чисел Вольфа как по отдельным годам (месяцам) каждого цикла, так и в разных циклах.

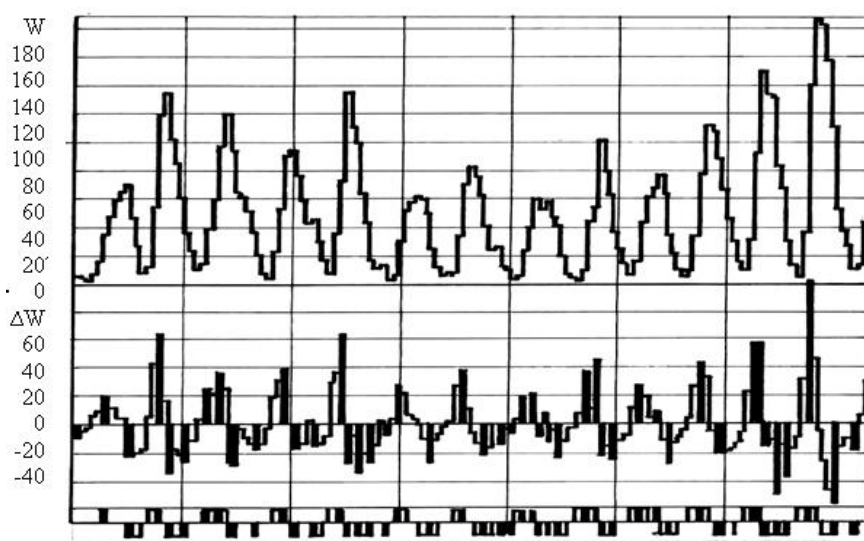


Рис. - Числа Вольфа

В качестве основного критерия для выявления неодинаковости изменений солнечной активности в середине любого цикла может быть взята скорость изменений чисел Вольфа $\Delta W / \Delta t$, где ΔW – приращения солнечной активности в смежные годы (месяцы), Δt – 1 год (1 месяц). Кривая приращений чисел Вольфа показана на рис.1. (кривая 2). На основе ее рассмотрения можно сделать вывод, что скорость изменения солнечной активности в разные годы (месяцы) каждого цикла далеко не одинакова. Вблизи периодов минимума, а во многих случаях вблизи периодов максимума, эти скорости малы в сравнении с годами подъема (повышения) солнечной активности или ее понижения. Если учесть это и принять во внимание результаты анализа влияния внешней силы на земные процессы, какой следует признать солнечную активность, то можно предположить, что ее влияние связанное с различными скоростными изменениями может быть существенным.

Наибольший интерес на первом этапе исследований вызывают максимальные по абсолютной величине приращения в каждом временном интервале повышения или понижения солнечной активности. Такие максимумы на соответствующих временных интервалах в дальнейшем принимаем в качестве “солнечных реперов”, под которыми будем понимать эффективные относительно проявления внезапных выбросов резкие изменения солнечной активности (и других космогонических факторов, рассматриваемых в работе), а также изменения знака приращений этих факторов.

Реперы используются при сопоставлениях с целью подтверждения влияния изменений солнечной активности на ход физических процессов в горном массиве. После того, как установлены предполагаемые эффективные относительно проявления внезапных выбросов изменения солнечной активности, решается вопрос определения вероятной реакции горного массива на действие этих изменений. Наиболее удобным способом для выявления резкого изменения (перелома) любого физического процесса является анализ смены знака приращения его показателей в смежные интервалы времени в общем виде без определения количественных характеристик приращений. В монографиях дается мотивированное заключение о том, что все глобальные катастрофические изменения на Земле происходили во время сверхмощных вспышек на Солнце. Обоснованность и правильность такого вывода подтверждается совпадением датировки вспышек Солнца и датировки крупнейших диастрофизмов на нашей планете. И если в случае указанных диастрофизмов главное значение имеет прямое воздействие взрывной волны Солнца на Землю, то для других циклов космические факторы другой природы вероятно тоже существовали и могли быть “спусковым механизмом” разрядке механических, магматических, сейсмических и других напряжений в Земной коре. Земля, как космическое тело, постоянно испытывает воздействие двух переменных от времени и различных по характеру сил: внешних космических и внутренних (эндогенных), влияющих на ее состояние. В таблице показаны вероятности переломов хода природных процессов на Земле в годы солнечных реперов и их информационные характеристики по сравнению с равномерным ($p_1 = p_2 = 0,5$) и безусловным распределениями

К.Ф. Тяпкин сформулировал основной критерий, которым должна удовлетворять любая геотектоническая гипотеза .

Должны быть четко определены силы, участвующие в перемещениях или преобразованиях масс, слагающих Землю, и источник энергии, поддерживающий эти силы в течение определенного периода времени.

Таблица - Вероятности переломов хода природных процессов на Земле в годы солнечных реперов и их информационные характеристики по сравнению с равномерным ($p_1 = p_2 = 0,5$) и безусловным распределениями

Наименование процессов	Годы солнечных реперов						
	Вероятность, %		энтропия, дв. ед.	Информационные характеристики по сравнению с			
	переломов	непереломов		Равномерным распределением		Безусловным распределением	
				информация, дв.ед.	информационное отношение, %	информация, дв. ед.	информационное отношение, %
Планетарные	78	22	0,7602	0,2398	23,98	0,1825	19,4
Прямая и рассеянная солнечная радиация и продолжительность солнечного сияния	86	14	0,5842	0,4158	41,58	0,2845	32,7
Атмосферная циркуляция	86	14	0,5842	0,4158	41,58	0,2712	31,7
Атмосферное давление	80	20	0,7218	0,2782	27,82	0,1196	14,2
Температура воздуха	81	19	0,7014	0,2986	29,86	0,154	18,0
Атмосферные осадки	81	19	0,7014	0,2986	29,86	0,1673	19,3
Уровни океана и морей	75	25	0,8113	0,1887	18,87	0,07	7,9
Ледовитость морей	76	24	0,7950	0,2050	20,50	0,1477	15,7
Температура и соленость морской воды	71	29	0,8687	0,1313	13,13	0,0654	7,0
Сток рек	79	21	0,7415	0,2585	25,85	0,1724	18,8
Уровни озер	66	34	0,9249	0,0771	7,71	0,0704	7,1
Колебания ледников, снеговой линии, заморозков и др.	81	19	0,7014	0,2986	29,86	0,203	22,5
Прирост деревьев	74	26	0,8268	0,1732	17,32	0,0776	8,6
Урожайность с/х. куль-тур	83	17	0,6577	0,3423	34,23	0,2355	26,4
Уловы рыбы	65	35	0,9341	0,0659	6,59	0,0587	5,9
Заболеваемость людей	74	26	0,8268	0,1732	17,32	0,0978	10,6
Все процессы	79	21	0,7415	0,2585	25,85	0,1517	17,0

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Витинский, В.И.* Прогнозы солнечной активности / В.И. Витинский. - М.: Изд-во АН СССР. - 1963. - 248с.

2. *Дружинин, И.П.* Солнечная активность и переломы хода природных процессов на Земле. Статистических анализ / И.П. Дружинин, Н.В. Хамьянова - М.: Наука, 1969.- 224 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА ПРИ ТЕРМОВРЕМЕННОЙ ОБРАБОТКЕ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ ДЛЯ СЛОЖНЫХ ОТЛИВОК ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Т.М. Пчеленко, В.И. Алимов
Донецкий национальный технический университет

В данной работе рассматриваются процессы термовременной обработки литейного алюминиевого сплава АК12М2. Показана перспективность использования более экологических ресурсосберегающих процессов термовременной обработки отливки. Рассматриваются оптимальные способы изготовления изделий из литейных алюминиевых сплавов.

Ключевые слова: СИЛУМИНЫ, ТЕРМОВРЕМЕННАЯ ОБРАБОТКА, МИКРОСТРУКТУРА, МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА.

This paper discusses processes of thermal timing processing foundry aluminum alloy AK12M2. Shown the prospects of using more ecological resource-saving processes thermal timing processing of the casting. Are considered the optimal methods for the manufacture of cast aluminum alloys.

Keywords: SILUMIN, THERMOREMANENT PROCESSING, MICROSTRUCTURE, MECHANICAL PROPERTIES.

В настоящее время по масштабам применения алюминий и его сплавы занимают второе место после железа и его сплавов. Такая популярность алюминия связана с совокупностью его физических, механических и химических свойств: малой плотностью, коррозионной стойкостью в атмосферном воздухе, высокой тепло- и электропроводностью, пластичностью и сравнительно высокой прочностью, а также благодаря значительным природным запасам алюминия. Алюминиевые сплавы широко применяются в авиационной и космической технике, в судостроении, в автомобилестроении, в строительстве и архитектуре, а также в быту. В частности, из алюминиевого сплава был изготовлен первый искусственный спутник Земли. Чистый алюминий применяется в производстве взрывчатых веществ, а сплав алюминия с цирконием в ядерном реакторостроении [1].

Перспективным и инновационным способом улучшения технологических свойств расплавов силуминов является технология, основанная на термовременной обработке. В общем случае можно считать, что после расплавления металл находится в неравновесном состоянии. На скорость перехода расплава в состояние, которое можно называть равновесным, влияют температура, интенсивность и продолжительность перемешивания [1].

При производстве первичных алюминиевых сплавов используются реагенты и вещества, которые пагубно влияют на окружающую среду и обладают токсичными свойствами по отношению к человеку. При производстве алюминиевого литья наиболее токсичными выделениями являются пары металлов, газы и мелкодисперсная пыль. При полном сгорании органического топлива в дымовых газах образуются CO_2 , H_2O , N_2 , SO_2 и SO_3 , а в ядре факела горелок при высоких температурах происходит частичное окисление азота топлива и воздуха с образованием NO и NO_2 [2, 3].

Для изготовления сложнoleгированных алюминиевых сплавов используются легко-окисляемые металлы, такие как Mg , Zn , Cu , Mn , Ti и другие. В процессе плавления шихты происходит интенсивное капельное окисление, испаряются и уносятся оксиды металлов в потоке отходящих газов. Для получения расплавов

высокого качества применяются различные рафинирующие вещества, которые взаимодействуя с металлами, образуют газы, загрязняющие атмосферу. Так как допустимое содержанию вредных веществ в воздухе населенных пунктов поставлено в жесткие рамки, то ситуация при расположении цехов в городской черте является крайне острой [3]. Таким образом, для соблюдения экологической защиты при плавлении алюминиевых сплавов необходимо применять технологии, при которых происходит наименьшее выделение газов, загрязняющих окружающую среду.

Термовременная обработка основана на выдержке расплава при высоких температурах. Изучение влияния такой обработки на качество литья вторичных силуминов является актуальной задачей, так как позволит улучшить механические показатели выплавки сплавов, а также уменьшить энергетические затраты и улучшить экологическую обстановку.

На рисунке 1 показана сложная отливка для холодильного оборудования с предприятия АО «НОРД» из алюминиевого сплава АК12М2. На рисунке 2 показаны изломы петель.

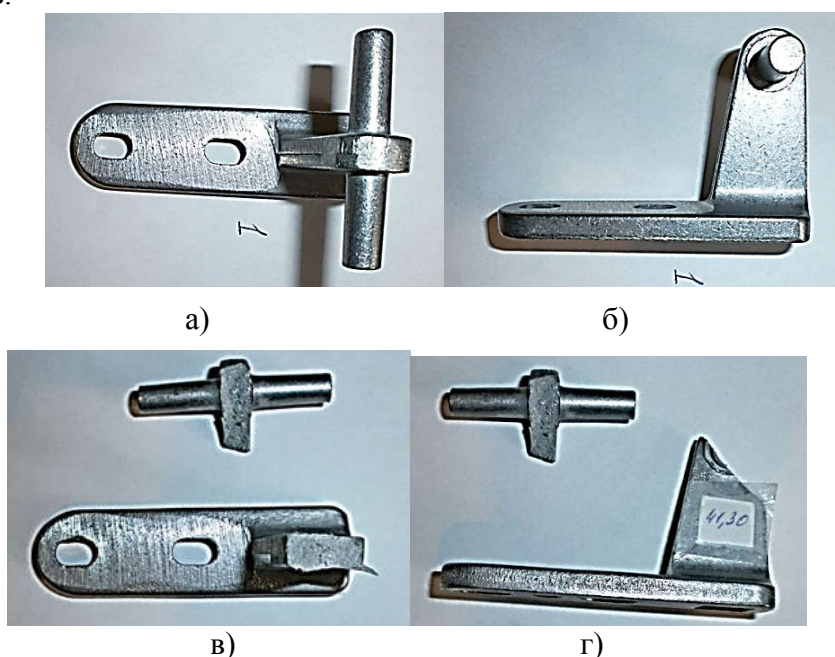


Рис. 1 – Сложная отливка для холодильного оборудования алюминиевого сплава АК12М2: а) петля до испытаний вид сверху; б) вид сбоку; в) петля после испытаний вид сверху; г) вид сбоку, М 2:1

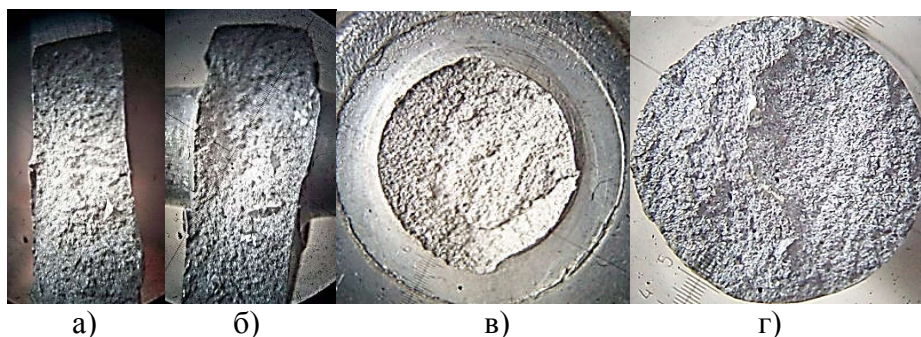


Рис. 2 – Изломы петли: а,б) излом основания; в,г)излом ушка, $\times 16$

В данной работе проводили фазово-структурный анализ образцов, которые были подвергнуты термовременной обработке расплава АК12М2. Суть обработки состоит в

перегреве расплавов до температур 660 °С и 760 °С ($T_{пл}=577$ °С), изотермической выдержке при заданной температуре в течение 30 и 25 минут с наложением колебаний с помощью перемешивания керамическим стержнем жидкого расплава.

В качестве исследуемых образцов были выбраны четыре навески из сплава АК12М2. Навески помещались в алундовые жаростойкие тигли и загружались в печи СНОЛ-16.25.1/8М2, предварительно нагретые до заданной температуры.

Образцы подвергали плавке (по два образца) при температурах 660 °С и 760 °С. При температуре 660 °С тигли выдерживали 30 мин., а при температуре 760 °С – 25 мин. С целью изучения влияния различных факторов на скорость кристаллизации расплавы в тиглях 2 и 4 подвергали обработке с наложением колебаний с помощью перемешивания керамической палочкой жидкого металла. После этого расплав разливали в керамические изложницы и наблюдали кристаллизацию сплава; затем извлекали слитки из изложницы, измеряли размеры, изучали макроструктуру, далее взвесили слитки, измеряли микротвердость, изготавливали микрошлифы и изучали микроструктуру. Полученные данные по микротвердости приведены в таблице.

Таблица 1 – Результаты проведенного опыта

Режим обр.	$T_{пл},$ °С	$\tau_{выд},$ мин	Наложение колебаний	Масса, г		Размеры слитка, мм	Микротвердость (средняя), Н/мм ²
				шихт ы	слитка		
ТВО	660	30	-	9,5	8,5	30×20×5	1020±40
ТВО	660	30	есть	9,5	8,5	30×25×4	1120±60
ТВО	760	25	-	9,5	8,5	30×21×6	1010±40
ТВО	760	25	есть	9,5	8,5	30×30×4	1110±60
Литье в песчаные формы	730	15	-	46,4	41,30	78,5×39×23	973±85

Микротвердость при температуре 660 °С без наложения колебаний составляет 1020±40 Н/мм², а при этой же температуре с наложением колебаний - 1120±60 Н/мм². При температуре 760 °С микротвердость без наложения колебаний составляет 1010±40 Н/мм², а с наложением колебаний - 1110±60 Н/мм².

При температурах нагрева расплава АК12М2 до температур 760 °С в структуре образцов наблюдали увеличение содержания эвтектики и уменьшение объемной доли твердого раствора α -фазы. В структуре отливок, полученных с наложением колебаний при обеих температурах образцы имеют более дисперсные структуры фазы эвтектики и твердого раствора α -фазы, чем образцы без наложения колебаний.

Вывод: комплексная термовременная обработка жидкого алюминиевого сплава с наложением колебаний позволяет улучшить свойства и уменьшить количество выделения газов, загрязняющих окружающую среду.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Золоторевский, В.С. Металловедение литейных алюминиевых сплавов / В.С. Золоторевский, Н.А. Белов. - М.: МИСиС, 2005. - 376 с.
2. Курдюмов, А.В. Производство отливок из сплавов цветных металлов / А.В.Курдюмов, М.В. Пикунов, В.М. Чурсин, Е.Л. Бибииков. – М.: МИСиС, 1996. – 504 с.
3. Алимов, В.И. Свойства и структура нового вторичного Zn-Al-Si сплава / В.И. Алимов, Е.А. Манаева, О.И. Воронцова, А.И. Шевелев // Металлургия и обработка металлов / Материалы научной технической конференции. – Донецк: ДонННТУ, 2004, № 7. – С. 36-38.

НЕЛОКАЛЬНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В ПРИРОДНОЙ СРЕДЕ

К.Ю. Мнускин, С.Ю. Приходько

Донецкая Республиканская Малая Академия Наук учащейся молодежи

В докладе показаны проявления нелокальных взаимодействий в природной среде и проанализированы возможности их использования в практических целях.

Ключевые слова: НЕЛОКАЛЬНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ, ТЕОРЕМА БЕЛЛА

The report shows the manifestations of nonlocal interactions in the natural Environment and analyzed the possibilities of their use for practical purposes.

Keywords: NON-LOCAL INTERACTIONS, THEOREM BELLA

«Бог не играет в кости со Вселенной». Этими словами Альберт Эйнштейн бросил вызов коллегам, разрабатывавшим новую теорию — квантовую механику. По его мнению, принцип неопределенности Гейзенберга и уравнение Шрёдингера вносили в микромир нездоровую неопределенность. Больше всего Эйнштейн протестовал против необходимости описывать явления микромира в терминах вероятностей и волновых функций. Тем самым он первым сформулировал *гипотезу скрытой переменной* в уравнениях квантовой механики. Она состоит в том, что на самом деле электроны имеют фиксированные координаты и скорость, подобно ньютоновским бильярдным шарам, а принцип неопределенности и вероятностный подход к их определению в рамках квантовой механики — результат неполноты самой теории, из-за чего она и не позволяет их доподлинно определить.

Теорию скрытой переменной можно наглядно представить примерно так: физическим обоснованием принципа неопределенности служит то, что измерить характеристики квантового объекта, например электрона, можно лишь через его взаимодействие с другим квантовым объектом; при этом состояние измеряемого объекта изменится. Но, возможно, есть какой-то иной способ измерения с использованием неизвестных нам пока что инструментов. Эти инструменты (назовем их «субэлектронами»), возможно, будут взаимодействовать с квантовыми объектами, не изменяя их свойств, и принцип неопределенности будет неприменим к таким измерениям. Хотя никаких фактических данных в пользу гипотез такого рода не имелось, они призрачно маячили на обочине главного пути развития квантовой механики. И вот в 1964 году Джон Белл получил новый и неожиданный для многих теоретический результат. Он доказал, что можно провести определенный эксперимент (подробности чуть позже), результаты которого позволят определить, действительно ли квантово-механические объекты описываются волновыми функциями распределения вероятностей, как они есть, или же имеется скрытый параметр, позволяющий точно описать их положение и импульс, как у ньютоновского шарика. Теорема Белла, как ее теперь называют, показывает, что как при наличии в квантово-механической теории скрытого параметра, влияющего на *любую* физическую характеристику квантовой частицы, так и при отсутствии такового можно провести серийный эксперимент, статистические результаты которого подтвердят или опровергнут наличие скрытых параметров в квантово-механической теории. Одним из экспериментаторов в данном направлении был французский ученый Аспект, который в 1972 году провел следующий эксперимент (рисунок). Луч лазера (когерентное излучение) проходя через призму делится на 2 луча-близнеца (*a, b*). Один из них проходя через поляризатор изменяет свою поляризацию, второй луч также изменяет свою поляризацию. Коэффициент корреляции при этом равен 1.

Применима ли квантовая механика к классическим объектам? Чтобы электрон перевести в суперпозицию двух разных состояний, его необходимо разделить на два волновых пакета. Это не так трудно сделать, используя возможности современной техники. Более того, используя возможности современной техники, на два волновых пакета можно разделить не только электрон, но и нейтрон и даже атом. Возможно, со временем физики научатся разделять на волновые пакеты и более тяжелые объекты. По крайней мере, такие надежды есть. Так может быть классические объекты не отличаются радикально от квантовых? Просто их очень трудно технически перевести в суперпозицию различных состояний. Современная техника развивается стремительно. На смену микротехнологиям приходят нанотехнологии. Еще немного – и инженеры смогут собирать из атомов любые сложные молекулы, словно из деталей конструктора. И, вполне возможно, что в ближайшее время какую-нибудь наночастицу удастся перевести в суперпозицию различных состояний. Техническое осуществление этой сложной процедуры позволит глубже понять квантовую механику.

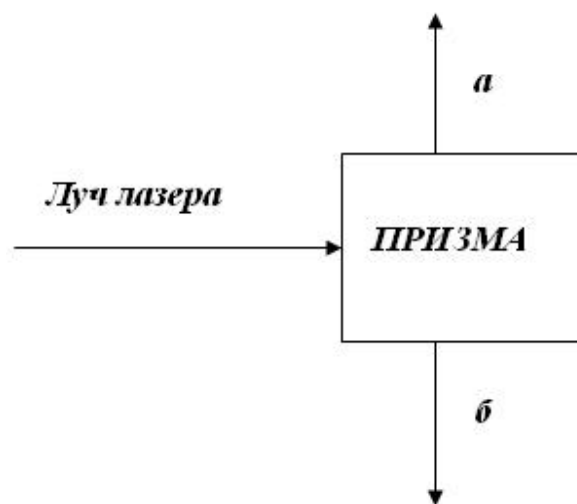


Рис. - Схема эксперимента: а, б - лучи-близнецы, образовавшиеся в результате прохождения через призму

Экспериментальными исследованиями установлено, что полевые структуры биологических объектов (на примере культуры дрожжей) обладают свойством временной нелокальности. Нелокальные изменения электрического поля, регулируемые периодической активацией ДНК клетки лежат в основе периодических процессов транспорта электронов в системе “внешняя среда – биологический объект” и последующего запуска метаболизма клеток. Подобные процессы характерны для всех уровней организации живого. Эффект квантовой нелокальности проявляется в качестве фундаментальной закономерности гомеостаза живых организмов, связанного с обменными электромагнитными взаимодействиями, протекающими с участием сверхтекучих электронов геосферы Земли и живых организмов. Подобное взаимодействие носит характер когерентных обменных процессов между электромагнитными вихрями различного масштаба, движение которых в масштабах биосферы Земли определяется условиями донорно-акцепторных взаимодействий. Однако обменные взаимодействия в биосфере Земли протекают в условиях постоянно действующего геомагнитного фона. Следовательно, выявление закономерностей геомагнитного воздействия в системе “живой организм – окружающая среда” относится к приоритетной задаче изучения гомеостаза живых организмов. Результатами экспериментов показано, что электромагнитное взаимодействие в изучаемой системе

(культура дрожжей) носит нелокальный характер во времени и пространстве, проявляемый в скачкообразном изменении параметров электрических и магнитных полей в ближайшем окружении среды микроорганизмов (несколько метров). Электромагнитная реакция системы проявляется за сутки (по низкочастотной компоненте поля Е1) и за 2-е суток – по высокочастотным составляющим Е2 внешнего (фоновое) электромагнитного поля, определяемого динамикой сверхтекучих электронов в литосфере Земли.

Физические процессы, обуславливающие энергоинформационное взаимодействие живых организмов с внешней средой, связаны с явлениями когерентного и нелокального во времени обмена волнами сверхтекучих электронов (волны де-Бройля). Конденсация электронов протекает в потенциальных ямах, формируемых в связанных состояниях воды в примембранных областях клеток, и определяет перенос генетической информации и энергии в клеточную структуру. Нелокальное взаимодействие с геомагнитными полями внешней среды является фактором развития и сохранения генетической информации живыми организмами.

Геофизически обусловленным каналом транспорта электронов следует рассматривать транспорт по ассоциированным состояниям воды. Ассоциированная вода как негэнтропийная система образует системы коллинеарных и самоподобных (в цепочках) вихрей. В то же время энергия вихрей квантуется, поэтому элементарные вихри характеризуются определенным уровнем энергии, а сама вода, кроме средних значений структурированности, имеет определенное распределение по уровням энергии. Человеческий организм не является исключением во взаимной корреляции процессов во внешней среде и внутренних структур организма.

Таким образом, внешняя среда является не только внешним раздражителем, активизирующим физиологические и психологические процессы в организме, но главным образом поставщиком электронов, т.е. неспецифической цепью питания организма. Важно указать на то обстоятельство, что хотя электроны и дополняют цепи питания организма сильнейшими восстановителями- сольватированными электронами, их главная функция иная. Она заключается в формировании строго коррелированной полевой среды в организме, которая формируется не отдельными электронами, а их сгустками – электромагнитными вихрями. Следовательно, данная функция направлена на поддержание негэнтропийного состояния всех структур биосистемы, в то время как окислительно-восстановительные и диффузионные процессы направлены на повышение энтропии биосистемы. Только на основе единства этих двух фундаментальных энергетических процессов может быть реализована жизнь как квантовое явление.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Стехин, А.А.* Физические и физико-химические аспекты нелокального взаимодействия электронов в окружающей среде / А.А. Стехин, Г.В. Яковлева, Е.М. Севастьянова // Техника КВЧ, СВЧ и оптических частот. - 2006. - № 2 – С. 21-37.

2. *Эйнштейн, А.* Можно ли считать квантовомеханическое описание физической реальность полным? / А. Эйнштейн, Б. Подольский, Н. Розен. - Собрание научных трудов, т.3, Москва: Наука, 1966.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АЭРОГАЗОВОГО КОНТРОЛЯ В УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ

А.А. Зубалей, А.И. Панасенко

Донецкий национальный технический университет

Рассмотрена комплексная шахтная система управления, обеспечивающая оперативное принятие оптимальных управляющих решений на различных иерархических уровнях. Представлена система аэрогазового контроля, описан её состав, назначение и структура, а также функционирование автоматизированной системы управления и контроля горного производства.

Ключевые слова: УГОЛЬНАЯ ШАХТА, ВЗРЫВООПАСНАЯ СРЕДА, АЭРОГАЗОВЫЙ КОНТРОЛЬ, АВАРИЙНАЯ СИТУАЦИЯ

The integrated mine management system, ensuring rapid adoption of optimal management decisions at different hierarchical levels. Presents a system of aerogas control, described its composition, purpose and structure, and functioning of automated system of management and control of the mining industry.

Keywords: COAL MINE, EXPLOSIVE ENVIRONMENT AEROGAS CONTROL, EMERGENCY

В настоящий момент в большинстве эксплуатируемых угольных шахт присутствует потенциально взрывоопасная среда. Это обусловлено присутствием в рудничной среде метана и взвешенной угольной пыли в сочетании с источниками воспламенения (электрические искры, нагретые тела, искры при трении, очаги самовозгорания угля и т.п.). При определенных аварийных ситуациях, обусловленных газодинамическими явлениями или нарушением правил безопасности, возможен взрыв с сопутствующими негативными последствиями. В связи с повышенной взрывоопасностью метанопылевоздушных смесей контроль за содержанием метана и угольной пыли в рудничной атмосфере - первостепенная задача аэрогазового контроля.

На этапе разработки очередного поколения систем аэрогазового контроля необходимо оценить эффективность совмещения информации о газовой, геомеханической и сейсмоакустической активности на предмет формирования опережающего воздействия на средства аэрогазового контроля до образования взрывоопасной метановоздушной смеси [1].

Унифицированная телекоммуникационная система диспетчерского контроля и автоматизированного управления горными машинами и технологическими комплексами (УТАС) - одна из прогрессивных систем, с помощью которой может контролироваться безопасность одновременного выполнения целого ряда технологических процессов, в том числе работы конкретных машин и механизмов, состояние производственной среды и многие другие параметры.

Система УТАС (см. рисунок) изготовлена Петровским заводом угольного машиностроения по лицензии английской фирмы TROLEX. Она предназначена для применения на шахтах всех категорий, а также опасных по газу и пыли, сверхкатегорийных и опасных по внезапным выбросам угля и газа.

Система обеспечивает выдачу на диспетчерский пункт следующей информации о рудничной атмосфере в горных выработках, включая: концентрацию угарного газа (СО) в выработках; концентрацию метана в выработках; скорость воздуха в вентиляционном трубопроводе тупиковой выработки; скорость воздуха в вентиляционном канале вентилятора главного проветривания (ВГП);

дифференциальное давление воздуха, создаваемое вентилятором главного проветривания; фактическое положение вентиляционных дверей; температуру исходящей струи воздуха из тупиковой выработки; температуру воздуха в стволе. Одновременно поступает информация постоянно поступает информация о состоянии эксплуатации машин и механизмов.

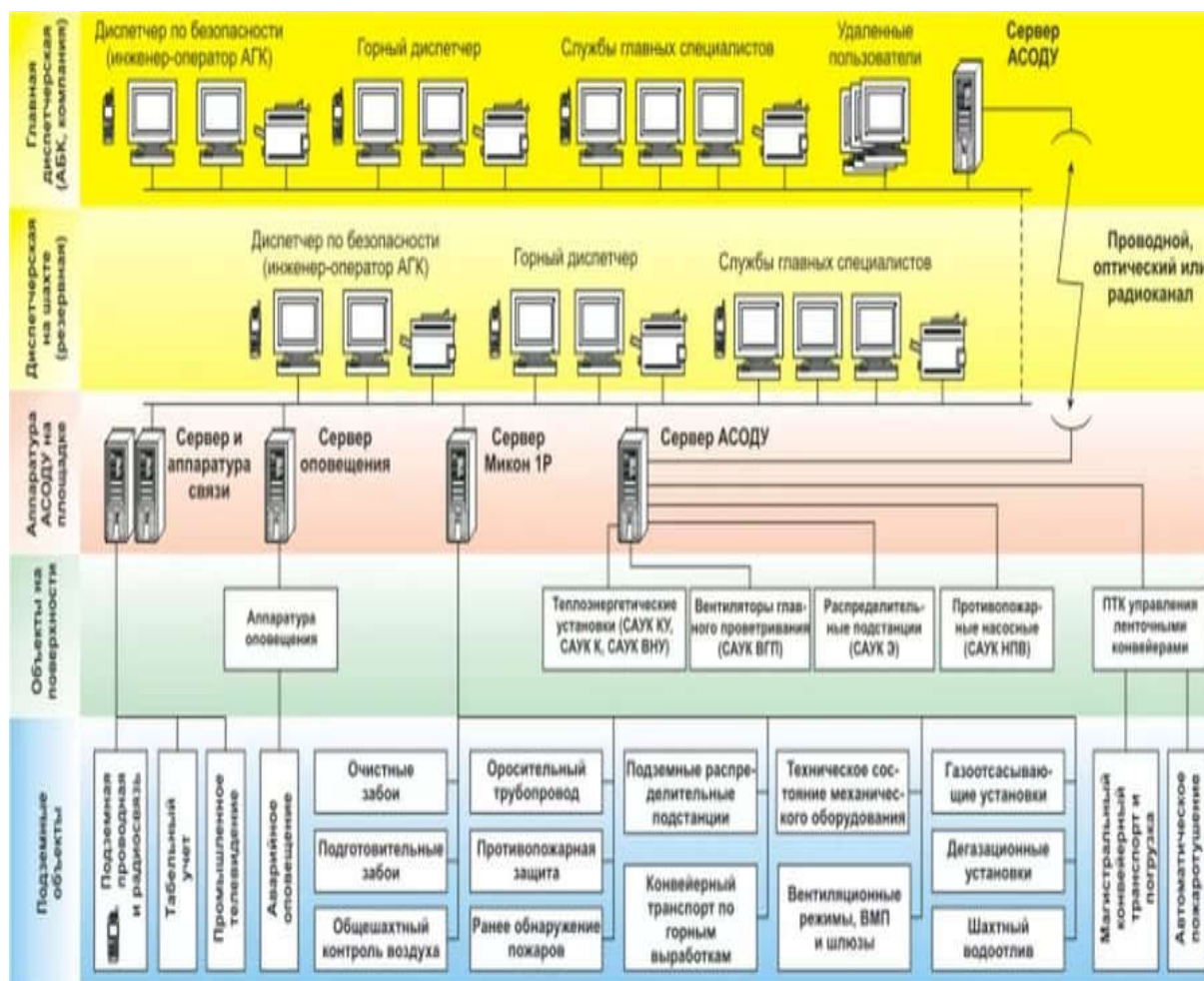


Рис. - Схема работы системы УТАС

Система УТАС может работать на автономной основе или совместно с другими аппаратными комплексами и системами, обеспечивающими безопасность ведения горных работ в горных выработках. Данная система многофункциональна и может осуществлять контроль за проветриванием горных выработок, газовой обстановкой, технологическими процессами, ведением взрывных работ, работой стационарного оборудования, безопасностью эксплуатации конвейерных линий, водоотливов, противопожарной защитой и пр.

Система позволяет в постоянном режиме своевременно выявить сбои в работе технологического оборудования, обнаружить предаварийные ситуации, связанные с превышением концентрации метана в горных выработках, нарушением их проветривания и в автоматизированном режиме при возникновении аварийных ситуаций отключить подачу электроэнергии на технологическое оборудование.

В зависимости от места установки датчика и контролируемого оборудования аппаратура настраивается на отключение электроэнергии при соответствующих

показаниях датчиков. Сигналы о состоянии эксплуатации горных машин, механизмов, оборудования и окружающей среды от датчиков, установленных в соответствующих выработках шахты, поступают на программируемые контроллеры (см. рисунок 1), которые их регистрируют, выдают сигналы на отключение машин, механизмов при превышении предельных значений измеряемых параметров. По каналам связи сигналы с контроллеров через усилители поступают в диспетчерскую шахты, где в соответствии с заложенной программой анализируются, усиливаются главным усилителем 5, регистрируются и отображаются на дисплее. В зависимости от ситуации управляющие команды передаются для отключения подземного оборудования или поступают диспетчеру для в виде рекомендаций для принятия решений [2].

Автоматизированные подсистемы контроля и управления образуют подсистемы управления нижнего уровня. Поверхностный вычислительный комплекс является подсистемой управления верхнего уровня. Подсистемы управления нижнего уровня связаны с подсистемой управления верхнего уровня по последовательному интерфейсу RS-485.

Система УТАС является открытой системой, т.е. в процессе эксплуатации может быть расширен состав подсистем нижнего и верхнего уровня. Состав подсистем расширяется за счет введения датчиков и устройств как системы УТАС, так и датчиков и устройств других типов, согласующихся по техническим параметрам с устройствами системы. В состав системы УТАС может входить различное число автоматизированных подсистем управления нижнего уровня.

Опыт работы с системой показал, что данная система позволяет распознавать и прогнозировать возможность возникновения аварийных ситуаций на начальных стадиях. Это способствует снижению уровня производственного травматизма на шахтах. Система безопасности имеет статус управляющей системы, информируя не только об опасных подземных процессах, но и автоматически отключая электроэнергию на потенциально опасном участке.

Для внедрения системы УТАС на конкретной шахте должен разрабатываться соответствующий технический проект.

Наличие такой системы на шахте дисциплинирует и повышает ответственность руководителей предприятия, их служб и участков, лиц ведомственного контроля в целом за обеспечением на угольных предприятиях безопасных и здоровых условий труда. Использование системы УТАС является важным шагом в повышении уровня промышленной и экологической безопасности в угледобывающих регионах [3].

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Кривцов, М.В.* Проблеми вибухонебезпечності шахт та концептуальні засади їхнього вирішення / М.В. Кривцов, В.Г. Здановський, М.В. Ігнатович // Проблеми охорони праці в Україні: Збірник наукових праць – К.: ННДПБОП, 2010. – Вип. 18. – С. 11–23.
2. *Шульга, Ю.И.* Системы безопасности шахт Украины, их возможности и перспективы / Ю.И. Шульга, В.Г. Здановский, Н.В. Кривцов Н.В., Н.В. Игнатович // Проблеми охорони праці в Україні: Збірник наукових праць. – К.: ННДПБОП, 2010. – Вип. 18. – С. 3–11.
3. *Дердін, О.* Система «УТАС» – презумпція безальтернативності / О.Дердін // Все про охорону праці. – 2009. - № 10. – С. 2–9.

УВЕЛИЧЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ ПРОСАДОЧНОГО ГРУНТА В КОНЦЕПЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

А.В. Писаренко, С.П. Высоцкий

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

В докладе проанализированы методы определения вязкости грунта. Предложен способ увеличения жесткости основания. Даны сравнительные характеристики различных способов измерения вязкости грунта.

Ключевые слова: ТЕКУЧАЯ ВЯЗКОСТЬ ГРУНТА; ЗАКРЕПЛЯЮЩИЙ РАСТВОР; ЭФФЕКТ ТОМСА

The report analyzes methods for determining the viscosity of the soil. A method for increasing the rigidity of the substrate is proposed. Comparative characteristics of various methods for measuring the viscosity of the soil are given.

Key words: SOIL VISCOSITY; FIXING SOLUTION; EFFECT OF TOMSA

Основным фактором, существенно влияющим на территориальную организацию всей социальной жизни и эффективность производства, является экологическая обстановка. За последние годы в нашем регионе она существенно ухудшилась. Одними из основополагающих факторов, повлиявших на экологическую обстановку, является ликвидация и консервация добывающей и перерабатывающей промышленности при устаревших технологиях во многих районах Донбасса.

При работе горнодобывающих предприятий состояние грунта резко ухудшается. В неустойчивом основании появляются все больше проседающих пластов. В сложившейся ситуации проседание грунта под промышленными и горнодобывающими предприятиями негативно сказывается на эксплуатационную надежность зданий и сооружений, и может служить причиной конструктивных повреждений объектов и дренажных сетей. Что может привести к техногенным последствиям и катастрофам. В связи с этой проблемой было начато исследование по определению наиболее рационального, для нашего региона, способа укрепления просадочных грунтов.

Эксперимент по определению текучей вязкости грунта в различных закрепляющих составах проводился на установке для исследования тиксотропных характеристик грунтов (рис. 1).

При проведении испытаний каркас 4 с решеткой 5 под действием фиксированного груза посредством шариковых направляющих выполняет перемещение в закрепленном грунте в пределах короба, тем самым моделируя напряженно деформируемое состояние закрепленного грунта. При этом нагружения нагрузкой (Р) проводились ступенчато, при каждом нагружении фиксировалось время движения решетки до ее остановки (t) и пройденный путь (L).

Для проведения экспериментальных исследований были отобраны пробы просадочного грунта в г. Донецке на глубине 2,3 м. Характерной особенностью лессовых просадочных грунтов является невысокая несущая способность, повышенная сжимаемость и ухудшение механических свойств, при определенных воздействиях, связанных с увеличением влажности или подтоплением, а также, с тектоническими действиями.

Опыты проводились при температуре 20°C при природной влажности грунта. Масса грунта составлял 2 кг. Вес закрепляющих растворов принимался 15, 30 и 50%. Масса грузов варьировался от 0,1 до 3 кг. При этом были использованы следующие составы: вода – как моделирование водонасыщенного состояния грунта; жидкое стекло

как закрепляющий состав; разработанный раствор на основе активной кремниевой кислоты и полиакриламида (ПАА) с содержанием 1 и 2% оксида кремния SiO_2 в конечной концентрации, как закрепляющий раствор.

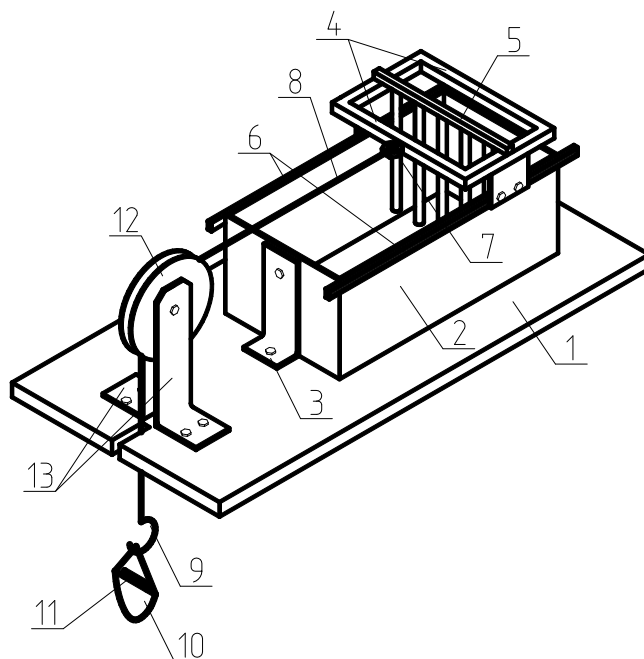


Рис. 1 - Экспериментальная установка по оценке тиксотропных характеристик: 1 - база, с размерами в плане 580×280 мм; 2 - короб с гидроизоляцией; 3 – элементы крепления; 4 – каркас; 5 – решетка (металлический прут 5 шт, диаметром 6 мм длиной 145 мм); 6 - металлические шариковые направляющие; 7- буксировочное кольцо; 8- металлический трос; 9 - крюк; 10 - чаша; 11 - груз; 12 – направляющий ролик; 13 – крепление ролика к базе.

При этом были получены следующие показатели: скорость движения $V = \frac{L}{t}$, мм/с; напряжение $\sigma = \frac{P}{S}$, Па; где S – рабочее сечение решетки, погруженной в грунт, равное 0,0012 м²; вязкость $\mu = \frac{P \cdot t}{S}$, Па*с

Закрепляющий раствор был разработан на основе золя кремниевой кислоты, полученного из жидкого стекла и сульфата аммония с применением водного раствора ПАА как закрепляющего реагента. Содержание и регламентация оксида кремния обусловлено особенностью раствора образовывать силоксановые связи по мере полимеризации. Это обуславливает эффект закрепления просадочных грунтов. [2]

По результатам опытов, проведенных на установке для исследования тиксотропных характеристик грунтов (рис. 1), были получены зависимости перемещения частиц грунта от создаваемого на него напряжения (давления). Результаты опытов представлены на графике (рис.2).

Наименьшее сопротивление оказывали частицы в водонасыщенном состоянии, затем в состоянии закрепленные жидким стеклом. Наилучший эффект получен для грунта с раствором с содержанием 1 и 2% SiO_2 . При том, что проникающая способность раствора оказалась значительно выше, чем жидкого стекла, за счет применения ПАА, а большая скорость при составе с 1% SiO_2 обусловлена большим содержанием ПАА, что дает полагать на присутствие эффекта Томса на грани сред в

опыте, а значит и на грани сред закрепленного и не закрепленного грунта в натуральных условиях.



Рис. 2 - Зависимость скорости V движения грунта от создаваемого напряжения σ при 30% насыщении растворами

Исходя из полученных экспериментальных данных можно сделать вывод что:

1. Применение раствора активной кремниевой кислоты с ПАА с содержанием 2% SiO₂ на опыте доказало наибольшую свою эффективность и может применяться для повышения несущей способности оснований зданий и сооружений, которые эксплуатируются на слабых (просадочных) грунтах.
2. При увеличении в растворе содержания ПАА, в грунте присутствует эффект Томса, который на грани сред будет способствовать отводу грунтовых вод от закрепленного массива, что обеспечивает дополнительное усиление просадочного грунта, и эффект требует дополнительного изучения.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. ГОСТ 12248-96. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости.
2. Писаренко, А.В. Метод химического закрепления просадочного грунта коллоидным раствором на основе золя кремниевой кислоты с добавлением полиакриламида / А.В. Писаренко, В.В. Яркин, С.П. Высоцкий // Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании [Электронный ресурс] : сборник материалов Международной научной конференции (16–17 ноября 2016 г., г. Москва) / М-во образования и науки Рос. Федерации, Моск. гос. строит. ун-т. — Электрон. дан. и прогр. (95,2 Мб). — Москва : Изд-во Моск. гос. строит. ун-та, 2017.

РАЗРАБОТКА РЕГИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ АВТОТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА

Д.С. Никульшин, С.В. Никульшин

Автомобильно-дорожный институт ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»

В докладе проанализировано влияние инфраструктуры автотранспортного комплекса на уровень загрязнения экосистемы региона. Определена структура потока отходов, образующихся в процессе технического обслуживания и ремонта автомобилей. Разработана организационно-технологическая схема системы учета, сбора, переработки и утилизации отходов.

Ключевые слова: ОТХОДЫ, ПОТОК, УЧЕТ, УТИЛИЗАЦИЯ, ЭКОСИСТЕМА, АВТОМОБИЛИ, ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ, РЕМОНТ

The impact of the transport infrastructure on the level of pollution of the region ecosystem is analyzed. The structure of the waste stream resulted from the process of vehicle maintenance and repair is defined. The organizational and technological scheme of waste accounting, collecting, processing and recycling is developed.

Keywords: WASTE, STREAM, ACCOUNTING, RECYCLING, ECOSYSTEM, CARS, MAINTENANCE, REPAIR

Достигнутый уровень автомобилизации, отражая технико-экономический потенциал развития общества, с одной стороны, способствует удовлетворению социальных потребностей населения, высоким темпам роста национальной экономики, обеспечению безопасности и обороноспособности страны, а с другой – обуславливает увеличение масштаба негативного воздействия на общество и окружающую среду (ОС), приводя к нарушению экологического равновесия на уровне биосферных процессов. Очевидная позитивность первой тенденции значительно снижается на фоне интенсивно прогрессирующей, реальной экологической опасности и обострения дефицита природных ресурсов [1].

Анализ результатов проходящей в настоящее время реорганизации автотранспортного комплекса и тенденций его развития позволяют выделить в его составе два основных источника загрязнения окружающей среды – автомобили в процессе работы и объекты инфраструктуры автотранспортного комплекса (АТК).

Исследования объема и видов загрязнения ОС стационарными объектами АТК до начала XXI века не находили должного отражения в работах как отечественных, так и иностранных специалистов. Доля этих объектов в общем объеме загрязнения атмосферы, воды и почвы по сравнению с автотранспортными средствами была незначительной. Однако развитие рынка автомобилей, интенсивное увеличение объема продаж автомобилей и внутренняя реорганизация автомобильного транспорта, как отрасли хозяйственной деятельности, повлекли за собой стремительный рост численности объектов эксплуатационно-обслуживающей инфраструктуры, и прежде всего, предприятий системы автосервиса. Соответственно возросло влияние данных объектов на уровень загрязнения ОС.

В контексте рассматриваемой проблемы наблюдаются следующие тенденции:

– негативное воздействие на экосистему углеводородного топлива, масел, смазок, которые находятся в обращении на АЗС, СТОА, АРМ, и их парами. Обладая большой способностью к испарению, особенно при повышении температуры, пары топлив и масел распространяются в воздухе и отрицательно влияют на живые

организмы. В местах заправки транспортных средств топливом и маслом происходят случайные утечки и намеренные сливы отработанного масла прямо на землю или в водоемы. Наблюдаются данные процессы и в местах как постоянного, так и временного хранения автомобилей. Так, по результатам исследований приведенных в [1], у 30 % легковых и 50 % грузовых автомобилей наблюдаются протечки нефтепродуктов - масел и топлива. При этом скорость утечки нефтепродуктов достигает 12-60 г/ч для грузовых и 1 - 2 г/ч для легковых автомобилей. В результате ливневые стоки с городских участков парковки автомобилей имеют повышенные концентрации нефтепродуктов от 10 до 30 мг/л. Страдает и почвенный покров городских газонов, где измеренные концентрации нефтепродуктов нередко достигают величин 1 - 3 г/кг;

- наличие большого количества минеральной и органической пыли, аэрозолей, масляного тумана в газообразных выбросах производственных вентиляционных систем автосервисных предприятий;

- высокая концентрация в сточных водах канцерогенных и токсичных элементов. Поверхностные стоки с территорий рассматриваемых объектов содержат жидкие нефтепродукты, остатки моющих, дезинфицирующих, антиобледенительных и противогололедных реагентов, формовочных смесей, растворов, используемых в металлообработке, отработанные электролиты аккумуляторных батарей, продукты разрушения искусственных покрытий и износа шин. Сточные воды содержат жидкие токсичные вещества: бензол, ацетон, кислоты, щелочи, растворенные металлы (алюминий, бериллий, хром и др.), нефтепродукты;

- интенсивность процесса формирования потока жидких и твердых отходов при обслуживании и ремонте автотранспортных средств. Основу данного потока формируют отработанные аккумуляторы, изношенные и поврежденные шины, отработанные масла и нефтепродукты, технические жидкости, аварийные и подлежащие утилизации автотранспортные средства, узлы и агрегаты, утратившие работоспособность, лом черных и цветных металлов, шламы очистных сооружений, промасленная ветошь, почва и песок, загрязненные нефтепродуктами, использованные расходные материалы (приводные ремни, фильтры и фильтроэлементы и т.д.).

Из приведенных тенденций, как показывают практические исследования, наиболее значительное влияние на ОС оказывает четвертая. Это подтверждают и статистические данные. Так по данным Союза инженеров - автомобилестроителей (SAE), средний автомобиль имеет массу 1390 кг. Полный период его эксплуатации - 12 лет, полный пробег – 190 тыс. км. За это время автомобиль потребляет более 14 т топлива и 200 л масла, выделяет в атмосферу более 52 т отработанных газов, в том числе 113 кг CO₂, 73 кг NO_x и 42 кг мелкодисперсных частиц (сажи). Суммарный объем твердых отходов за указанный период – 4400 кг, жидких – 190 кг [2].

В тоже время процесс обращения с отходами, которые образуются в результате предоставления услуг по ТО и ремонту автомобилей, в настоящее время носит стихийный характер и требует немедленной систематизации и жесткого контроля со стороны как центральных та региональных органов исполнительной власти.

По своей агрессивности для окружающей природной среды образующиеся отходы имеют различную опасность, следовательно, необходимо рассматривать не только объемы выхода вредных компонентов, но и коэффициент их опасности с учетом адреса попадания загрязнения.

Для решения рассматриваемой группы задач предлагается воспользоваться комплексной системой учета, сбора, переработки и утилизации отходов, возникших в

процессе обслуживания и ремонта автотранспортных средств. Принципиальная технико-организационная схема данной системы имеет вид, приведенный на рисунке 1.



Рисунок 1 - Организационно-технологическая схема системы сбора, переработки и утилизации отходов ATK

Реализация системы позволяет

- выделить отходы эксплуатации, технического обслуживания, ремонта автотранспортных средств в самостоятельный поток;
- обеспечить обращение с отходами строго в соответствии с отечественными и международными нормативно-правовыми актами;
- обеспечить государственными органами эффективный контроль за рассматриваемым потоком;
- определить уровень ответственности каждого предприятия, оказывающего услуги по ТО и ремонту автомобилей, за нарушение положений указанных выше актов.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Денисов, В. Н. Проблемы экологизации автомобильного транспорта / В.Н. Денисов, В. А. Рогалев. – СПб.: МАНЭБ, 2005. – 312 с.
2. Техническая эксплуатация автомобилей / Е. С. Кузнецов и др. – М.: Наука, 2001. – 535с.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ДОНБАССА И ПУТИ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Р.Р. Бикбаев, Ю.В. Мнускина

Муниципальное Общеобразовательное Учреждение “Специализированная физико-математическая школа №17 г. Донецка”

В докладе рассматривается экологическая обстановка в Донбассе, состояние атмосферного воздуха, водных и земельных ресурсов. Предложены мероприятия для улучшения экологической ситуации в регионе.

Ключевые слова: ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА, РЕГИОН, ВОЗДУХ, ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ, ПОЧВА, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОГРАММЫ.

An ecological situation in Donbas, state of atmospheric air, water and landed resources is examined in a lecture. Measures are offered for the improvement of ecological situation in a region.

Keywords: CONTAMINATION of ENVIRONMENT, ECOLOGICAL SITUATION, REGION, AIR, WATER RESOURCES, SOIL, ECOLOGICAL PROGRAMS.

Экологическую обстановку в таком крупном городе как Донецк невозможно резко изменить в сторону улучшения из-за высокой техногенной нагрузки на природную среду. Однако крайне важно понимать направления развития экологических процессов, тенденции загрязнения окружающей среды и возможные последствия и риски для природной среды и населения.

Экологические проблемы накопились в Донбассе на протяжении длительного времени, а негативные изменения, произошедшие в окружающей среде, приближаются к необратимым. Так, выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, размещение отходов, сбросы загрязняющих стоков в водоемы превышают большинство промышленных регионов РФ. В течение года на один квадратный километр территории области выбрасывается в атмосферу 70 тонн загрязняющих веществ, а допустимое загрязнение атмосферного воздуха в большинстве промышленных городах классифицируется как "опасное" и "чрезвычайно опасное". Общая масса накопленных в области индустриальных отходов составляет 4 млрд. т.

Для города Донецка, крупного промышленного центра, чрезвычайно актуальным является улучшение состояния окружающей природной среды и повышение эффективности использования природных ресурсов. Основными загрязнителями атмосферы региона являются предприятия угледобывающей, металлургической отраслей и коксохимического производства (около 90% выбросов от стационарных источников), а также автомобильный транспорт.

Экологическая характеристика региона включает следующие проблемы.

1. Состояние атмосферного воздуха. Загрязнение атмосферного воздуха является одной из самых серьезных экологических проблем многих городов. Влияние загрязнения воздуха на здоровье человека проявляется через сокращение средней продолжительности жизни, увеличение количества преждевременных смертей, рост заболеваемости и негативное влияние на развитие подрастающего поколения. Для Донецка, как промышленного мегаполиса, вопросы загрязнения воздушной среды особенно актуальны. По данным Министерства Охраны Окружающей среды Украины на 2010 г, Донецк является одним из самых загрязненных городов Украины, уступая лишь Кривому Рогу, Мариуполю и Бурштыну.

В городе наблюдается тенденция резкого уменьшения выбросов метана, в

следствии снижения интенсивности работы шахт. Однако, возросли выбросы вредных веществ на источниках, связанных с металлургическим производством и сжиганием топлива.

2. Состояние водных ресурсов. Основной рекой, протекающей через центр города, является Кальмиус. Экологическое состояние водных объектов города неразрывно связано с качеством воды в реке Кальмиус и ее притоках. Длительное интенсивное водопотребление и сброс сточных вод существенно ухудшили состояние местных водотоков и бассейна реки Кальмиус. Питание реки происходит за счет весеннего снеготаяния, родников, сбрасываемых шахтных и промышленных вод и санитарных спусков воды из канала Северский Донец. В летнее время в Кальмиусе при снижении уровня воды резко уменьшается содержание кислорода и растет бактериальное загрязнение. Вода в водных объектах города по многим показателям не соответствует требованиям действующих норм.

В настоящее время в г. Донецке насчитывается около 200 предприятий-водопользователей, из которых 40 предприятий сбрасывают возвратные воды в реки и водоемы города. Количество используемой пресной воды составляет в среднем 130 - 140 млн. м³ в год. На хозяйственно-питьевые нужды направляется 70%, а для обеспечения производственных процессов 26% общего количества пресной воды. Сброс сточных вод по городу Донецку составляет в среднем 160 – 170 млн. м³ в год. Количество сбрасываемых сточных вод превышает количество использованной воды, что объясняется значительным объемом сточных шахтных вод.

Анализ загрязнения воды в реке Кальмиус показывает, что отклонения показателей качества воды от принятых санитарных нормативов охраны поверхностных вод от загрязнения наблюдаются по нефтепродуктам, кобальту, магнию, сульфатам, взвешенным веществам и сухому остатку. В целом экологическую ситуацию с загрязнением водных объектов следует характеризовать как сложную, требующую разработки и применения комплекса мер по улучшению экологического состояния рек и водоемов города.

3. Земельные ресурсы. Современное экологическое состояние земель и почвенного покрова Донецкой области сформировалось под воздействием градостроительного и индустриального развития региона, а также в результате сельскохозяйственной деятельности. В течение десятков лет территории области, занятые городами, промышленными зонами и сельхозугодьями, увеличивались, а площадь естественного почвенно-растительного покрова постепенно сокращалась.

Для почв городов региона характерны: очаговая загрязненность тяжелыми металлами и нефтепродуктами, нарушение кислотно-щелочного баланса и физико-механических свойств (пониженная влагоемкость, повышенная уплотненность грунта, каменистость), наличие строительного и бытового мусора, низкое содержание в почвах питательных элементов, что связано с интенсивной техногенной нагрузкой. Все это ведет к ухудшению санитарно-гигиенических, экологических и биосферных функций городских ландшафтов. Наиболее высокий уровень загрязнения почв отмечен в городах Артемовск, Харцызск, Макеевка, Горловка и Дружковка, а также в Марьинском и Ясиноватском районах. Высокое загрязнение почв ртутью наблюдается в городах Горловка (5,7 мг/кг), Дзержинск (3,2 мг/кг), Мариуполь, Енакиево и Константиновка (2,6-2,8 мг/кг).

Хром, являющийся одним из самых опасных канцерогенов, распространен в черноземных почвах области. Основным техногенным источником поступления хрома в окружающую среду являются предприятия по производству феррохрома, металлургические, цементные и коксохимические заводы, тепловые электростанции и

угольные котельные.

Итак, экологическая ситуация в регионе на сегодня характеризуется как сложная и требует последовательной реализации комплекса инновационных, организационных, технических и других мероприятий экологической направленности. С учетом этого правительство ДНР установили ряд мероприятий с целью улучшения экологической ситуации в регионе, а именно:

- мероприятия по улучшению системы очистки сточных вод;
- мероприятия по улучшению состояния и расчистке балок и водохранилищ Донбасса;
- мероприятия по сохранению и созданию новых зеленых насаждений на территории города;
- мероприятия по созданию системы мониторинга окружающей среды в городе с целью улучшения системы принятия экологически значимых решений;
- мероприятия по внедрению более эффективной системы управления отходами в регионе и др.

Современная экология - сложная многогранная дисциплина, основой которой являются биогеографические знания, и которая объединяет сегодня все естественные, точные, гуманитарные и социальные науки, с целью поисков путей оптимального развития человечества на максимально далекую перспективу, изобретение новых методов сохранения биосферы планеты. Для Донецкого региона, и г. Донецка как крупного промышленного центра, чрезвычайно актуальным является улучшение состояния окружающей природной среды и повышение эффективности использования природных ресурсов. В результате реализации вышеприведенных экологических программ ожидается снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и сбросов сточных вод в водные объекты, сохранение и восстановление природных растительных ресурсов, сокращение образования несанкционированных свалок отходов производства и потребления, в результате создания специальных мест складирования этих отходов, а также увеличение объемов утилизации промышленных и бытовых отходов, создание современной системы экологического мониторинга.

ПРОБЛЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В РЕГИОНЕ

А.О. Трунёва, В.И. Шестаков

ГОУ ВПО «Донецкая академия управления и государственной службы
при Главе Донецкой Народной Республики»

В статье рассматриваются проблемы рационального использования ресурсов в Республике. Выявлены основные проблемы рационального использования ресурсов в регионе и сформулированы пути их решения.

Ключевые слова: РЕСУРСЫ, РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ, ПРОБЛЕМЫ, РЕГИОН.

In the article the problems of the rational use of resources are examined in Republic. The basic problems of the rational use of resources are educed in a region and the ways of their decision are set forth.

Keywords: RESOURCES, ENVIRONMENTAL MANAGEMENT, PROBLEMS, REGION.

Постановка проблемы. Люди, в течение многих лет, регулярно использовали окружающую среду как источник ресурсов, но в течение длительного времени человеческая деятельность не оказывало заметного влияния на биосферу. Только в конце пришлого века изменение биосферы под влиянием хозяйственной деятельности обратили на себя внимания ученых. В настоящее время изменения, нараставшие в первой половине нынешнего столетия, обрушились на человеческую цивилизацию лавинным потоком. Человек наращивает темпы материального производства, стремясь к улучшению условий жизни, не задумываясь о последствиях. При таком подходе огромная часть взятых от природы ресурсов возвращается ей в виде отходов, вредных и непригодных для утилизации. Для человечества и биосферы это создает угрозу существования. Благоразумие человека и рациональное использование природных ресурсов - единственный выход из этой неблагоприятной ситуации. Планете грозит экологическая катастрофа, если человечество не поймет важности происходящего в мире.

Анализ последних исследований и публикаций

Существует множество мнений, что именно подразумевают под «рациональным природопользованием», какие факторы влияют на связь «человек-природа», как обнаружить середину дозволенности деятельности человека.

А.А. Арбатов, подчеркивая необходимость использования всех механизмов социального регулирования отношений общество-природа, отмечал, что только при реализации соответствующих организационных, правовых и адекватного экономического механизмов, возможен долгосрочный комплексный и надежно функционирующий подход к минеральным ресурсам как к составной части других природных ресурсов и биосферы в целом. Такой подход имеет своей целью не защиту окружающей среды от последствий добычи и использования минерального сырья, а комплексное, экологически и экономически целесообразное развитие всех компонентов биосферы.

Вопрос о соотношении охраны природы и рационального использования природных ресурсов, возникший с появлением советского экологического (природоохранного) законодательства, окончательно не разрешен и до настоящего времени. Именно это, по мнению Н.И. Краснова, послужило причиной дискуссий о соотношении природоресурсного и природоохранительного законодательства [1].

По мнению В.М. Лебедева, в отличие от экологического законодательства нормы природоресурсного законодательства включают в себя только те из них, которые непосредственно связаны с охраной природного ресурса в ходе его разведки, разработки и извлечения. Это обычно правила, опосредствующие допустимые параметры технологического процесса разведки, добычи природного ресурса, обеспечивающие наименьшие вредные воздействия на систему (структуру), элементами которой является используемый человеком природный ресурс.

Актуальность доклада объясняется, тем, что рациональное использование природных ресурсов представляет собой сложную и многоплановую проблему. Решение ее сопряжено с регулированием взаимоотношений человека и природы, подчинением их определенной системе законоположений, инструкций и правил.

Целью исследования является изучение проблем рационального природопользования в Республике.

Изложение основного материала.

Процесс эксплуатации природных ресурсов в целях удовлетворения материальных и культурных потребностей общества называется природопользованием. Оно может быть рациональным (разумным) и нерациональным. Само понятие рациональности предполагает опору на разум и знания. Поэтому под природопользованием принимают также науку, разрабатывающую общие принципы осуществления всякой деятельности, связанной с использованием природных ресурсов и воздействием на них, которые помогут избежать экологической катастрофы.

Важной как с научной, так и с народнохозяйственной точек зрения является понимание рационального использования и охраны природных ресурсов. При этом она должна использоваться с максимальным учетом их естественных свойств и вновь созданного качественного состояния. Когда идет речь об использовании природных ресурсов имеется в виду их функционирование в сфере общественного производства и формирования рационального природопользования [2].

В настоящее время природопользование стало платным, что предполагает улучшение отношений к природным ресурсам и повышение степени рациональности их использования. По нашему мнению, проблема рационального использования природных ресурсов должна обеспечить:

- создание оптимальных размеров предприятий природохозяйственного комплекса с учетом эколого-экономических факторов;
- полный охват всей территории природохозяйственного комплекса;
- эффективное использование природных ресурсов строго по целевому назначению;
- учет и оценка природных, социально-экономических и экологических условий;
- эффективное использование природохозяйственной техники;
- охрана природных ресурсов от воздействия негативных процессов (эрозия, переувлажнение, засоление и т. д.);
- высокопроизводительное использование и повышение продуктивности земельных и других природных ресурсов;
- вовлечение в хозяйственный оборот новых природных объектов;
- проведение комплекса мелиоративных и культуртехнических мероприятий по улучшению природных комплексов.

Для построения гармоничных отношений природы и человечества ему необходимо предварительно решить три важнейшие задачи:

1. формирование нового типа социального и экономического мышления в регионе, которое должно базироваться на новых моральных критериях общественного развития, исключающих чисто утилитарный подход к природе;

2. обеспечение широкой гласности и освещение социально-экологических проблем, сопровождающих развитие человеческой цивилизации; скрывая от людей информацию об условиях их существования, органы власти не смогут рассчитывать на общественность при необходимости решения крупных вопросов;

3. построение такого хозяйственного механизма природопользования, который обеспечивал бы наиболее полное согласование индивидуальных, коллективных и государственных интересов в деле охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов.

Рациональное природопользование (согласно Н.Ф. Реймерсу, 1990 г.) - это система деятельности, призванная обеспечить экономную эксплуатацию природных ресурсов и условий и наиболее эффективный режим их воспроизводства с учетом перспективных интересов развивающегося хозяйства и сохранения здоровья людей. То есть, рациональное природопользование - высокоэффективное хозяйствование, которое не приводит к резким изменениям природно-ресурсного потенциала и к глубоким переменам в окружающей человека природной среде, в частности сводит до минимума нарушение естественных круговоротов веществ. Природопользование (рациональное), основываясь на экологических законах и принципах, является в большей степени одной из сфер экономики, постоянно требующих новых подходов для решения назревших проблем.

Вывод. Охрана окружающей среды и рациональное использование естественных ресурсов — одна из актуальных проблем современности. Пристальное внимание к перспективам эволюции состояния окружающей среды во всем мире далеко не случайно. Варварское отношение к природе, нарушение сложившихся за миллионы лет взаимосвязей в принципе могут уничтожить среду обитания человека и его самого. Улучшение законодательной базы, мониторинг природных ресурсов, проведение мероприятий по сохранению природных ресурсов — дадут региону возможность улучшить данную ситуацию, способствовать экологизации мировоззрения людей.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Ерофеев Б.В.* Экологическое право / Б.В. Ерофеев. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2006. - С. 209-211.

2. *Коробкин В.И.* Экология / В.И. Коробкин, Л.В. Передельский. - Ростов н/Д: Феникс, 2005. - 451-453, 455-456 с.

3. *Лукьянчиков Н.Н.* / Н.Н. Лукьянчиков, И.М. Потравный . Экономика и организация природопользования. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. - 277 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛО- И МАССООБМЕНА РАСПЛАВА АЛЮМИНИЯ С АТМОСФЕРОЙ ЧЕРЕЗ СЛОЙ ШЛАКА В УСЛОВИЯХ ДЕГАЗАЦИИ ОТ ВОДОРОДА ПУТЕМ ПРОДУВКИ АРГОНОМ В ПРОЦЕССЕ СЛИВА В КОВШ С ПОРИСТЫМ ДНИЩЕМ

И.В. Волкова, Н.И. Захаров

Донецкий национальный технический университет

В докладе рассмотрена проблема удаления водорода из расплава алюминия. Представлена математическая постановка задачи теплообмена с краевыми условиями и эффективность конвективной диффузии водорода в расплаве алюминия

Ключевые слова: МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, РАСПЛАВ АЛЮМИНИЯ, ДЕГАЗАЦИЯ, ШЛАК, ИНЕРТНЫЙ ГАЗ, ТЕПЛООБМЕН

The report examines the problem of removal of hydrogen from molten aluminium. Presents the mathematical formulation of heat transfer with boundary conditions and the efficiency of convective diffusion of hydrogen in the aluminum melt

Key words: MATHEMATICAL MODELING, MOLTEN ALUMINUM, DEGASSING, SLAG, INERT GAS, HEAT TRANSFER

Проблема удаления водорода из расплава алюминия – одна из самых актуальных в цветной металлургии. Как известно, для ее решения наиболее перспективно применение продувки аргоном через пористые элементы днища рафинировочной емкости, которая дает наилучшие результаты при пузырьковом режиме внедрения аргона в расплав при совмещении продувки со сливом жидкого металла в ковш [1-4].

Исследование процессов конвективной диффузии при дегазации жидкого металла от водорода продувкой инертным газом на основе холодного моделирования, как известно, проблематично из-за сложности обеспечения равенства критериев подобия на холодной модели и реальном агрегате ввиду многопараметричности технологии. Более предпочтительно математическое моделирование, результаты которого согласуются с данными опытно-промышленных исследований.

Математическое моделирование процессов конвективной диффузии водорода в жидком металле в условиях рассматриваемой технологии позволяет разработать ее энергосберегающие режимы.

Существующие в настоящее время математические модели диффузионного процесса, например, [5] при дегазации жидкого металла продувкой инертным газом во время слива расплава в ковш под слоем шлака при атмосферном давлении не учитывают теплообмена поверхности шлака с атмосферой.

Математическая постановка задачи теплообмена с краевыми условиями имеет вид:

Уравнение теплопроводности для металла и шлака:

$$\rho_{\text{эф}} \cdot C_{\text{эф}} \left(\frac{\partial T}{\partial \tau} + v_n \frac{\partial T}{\partial z} \right) = \frac{\partial}{\partial z} \left(\lambda_{\text{эф}} \frac{\partial T}{\partial z} \right) \quad (1)$$

Краевые условия к уравнению теплопроводности:

- начальные условия:

$$T_m(z, 0) = T_m^0; T_{\text{ш}}(z, 0) = T_{\text{ш}}^0; \quad (2)$$

- граничные условия:

граница «металл – шлак»

$$T_m = T_{\text{ш}}; \quad (3)$$

$$-\lambda_m^{\text{эф}} \frac{\partial T_m}{\partial z} = -\lambda_{\text{ш}}^{\text{эф}} \frac{\partial T_{\text{ш}}}{\partial z}; \quad (4)$$

основание рафинировочной емкости:

$$-\lambda_m \frac{\partial T_m}{\partial z} = 0; \quad (5)$$

Граница «шлак – атмосфера»:

$$-\lambda_{\text{ш}} \frac{\partial T_{\text{ш}}}{\partial z} = \alpha (T_{\text{ш}} - T_{\text{атм}}) + \varepsilon_{\text{пр}}^{\text{ш-атм}} C_0 \left[\left(\frac{T_{\text{ш}}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{\text{атм}}}{100} \right)^4 \right]. \quad (6)$$

Здесь:

$T_m(z, \tau); T_{\text{ш}}(z, \tau)$ - распределения абсолютной температуры в расплавах алюминия и шлака;

$\rho_{\text{эф}}, C_{\text{эф}}, \lambda_{\text{эф}}$ - эффективные значения их плотности, удельной теплоемкости и коэффициента теплопроводности;

τ - время;

$T_m^0, T_{\text{ш}}^0$ - начальные значения распределения абсолютной температуры металла и шлака;

α - коэффициент теплоотдачи шлака в атмосферу;

$T_{\text{атм}}$ - абсолютная температура атмосферы;

$\varepsilon_{\text{пр}}^{\text{ш-атм}}$ - приведенная степень черноты шлака;

C_0 - коэффициент излучения абсолютно черного тела;

λ_{Al} - коэффициент теплопроводности расплава алюминия;

Θ - площадь блокирования поверхности пузырей аргона путем флотации неметаллическими включениями;

ε - эффективность конвективной диффузии водорода в расплаве алюминия по завершению его слива в ковш.

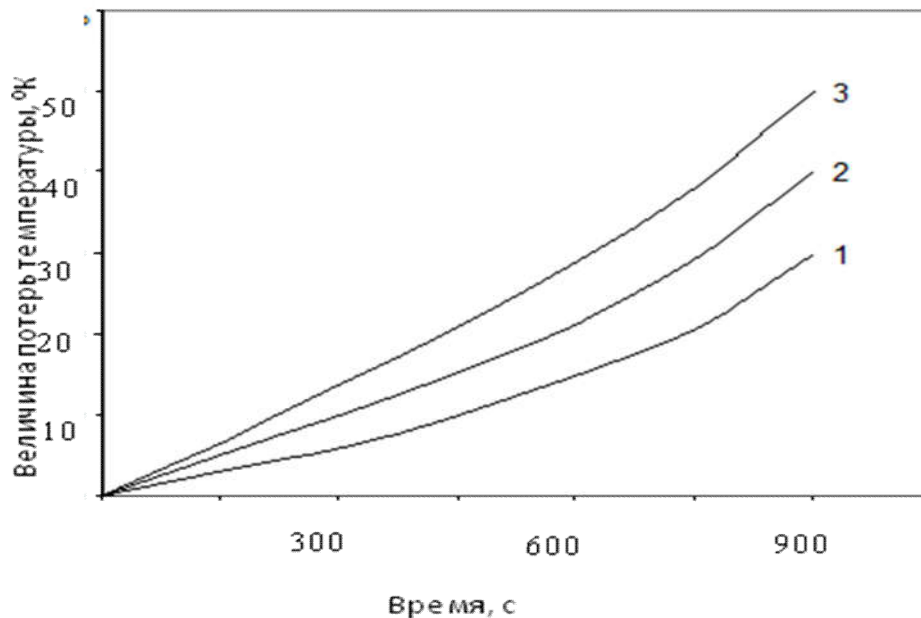


Рис. 1 - Зависимость величины потери температуры расплавом алюминия по завершению периода слива в ковш от коэффициента теплопроводности шлака:

1 - $\lambda_{\text{ш}} = \lambda_{\text{Al}}/15$; 2 - $\lambda_{\text{ш}} = \lambda_{\text{Al}}/10$; 3 - $\lambda_{\text{ш}} = \lambda_{\text{Al}}/5$

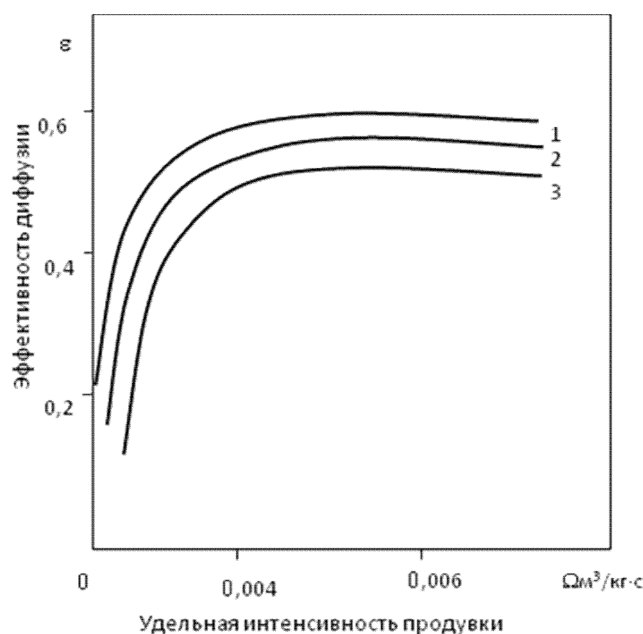


Рис. 2 - Зависимость эффективности конвективной диффузии водорода в расплаве алюминия от удельной интенсивности продувки по завершению слива в ковш:

1 - $\Theta=0,1$; 2 - $\Theta=0,2$; 3 - $\Theta=0,3$

Как следует из рис.1, степень охлаждения расплава алюминия по завершению его слива в ковш возрастает при увеличении коэффициента теплопроводности шлака.

Эффективность конвективной диффузии водорода в расплаве алюминия при увеличении интенсивности Ω продувки растет, однако до некоторого предела, после которого выходит на некоторый максимум. Значение $\Omega=\Omega_{\text{опт}}$ характеризует энергосберегающий режим продувки, а снижение реальных высоких значений Ω до уровня $\Omega_{\text{опт}}$ экономит дорогостоящий аргон и является рациональным подходом к использованию природных ресурсов.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Найдек, В.Л.* Дегазация алюминиевых сплавов вакуумно-плазменной обработкой из расплавов / В.Л. Найдек, А.В. Наривский, Н.С. Ганжа // Процессы литья. – 2008. - №3. – С. 35-38.
2. *Захаров, Н.И.* Моделирование теплофизических процессов внепечной дегазации металла продувкой инертным газом / Н.И. Захаров, Д.А. Дюдкин, П.С. Харлашин. - Донецк: Юго-Восток, 1999. – 140 с.
3. *Захаров, Н.И.* Экспериментальное исследование процессов внепечной дегазации металла продувкой инертным газом / Н.И. Захаров, П.С. Харлашин, А.И. Троцан // Процессы литья. – 2002. - №4. – С. 21-24.
4. *Линчевский, Б.В.* Термодинамика и кинетика взаимодействия газов с жидкими металлами / Б.В. Линчевский. - Москва: Metallurgiya, 1986. – 234 с.
5. *Захаров, Н.И.* Математическое моделирование процессов массопереноса при внепечной дегазации металла всплывающими пузырями инертного газа / Н.И. Захаров, Ф.В. Недопекин, А.И. Троцан // Инженерно-физический журнал. – 2005. – Т.78. - №3. – С. 68 - 71.

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ЭРЛИФТНЫХ УСТАНОВОК С РАДИАЛЬНЫМИ НАГНЕТАТЕЛЯМИ

Р.И. Божко, В.В. Подольский, А.П. Кононенко
Донецкий национальный технический университет

Установлены диапазоны целесообразных подач и условия энергоэффективности работы эрлифтных установок с радиальными нагнетателями для условий гидрозолошлакоудаления тепловых электростанций.

Ключевые слова: ПОДАЧА ЭРЛИФТА, БЛОЧНОЕ ВОЗДУХОСНАБЖЕНИЕ, РАДИАЛЬНЫЙ НАГНЕТАТЕЛЬ, ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ.

The ranges of expedient feeds and the conditions for the energy efficiency of the operation of airlift installation with radial superchargers have been established for the conditions of hydrosolock removal of thermal power plants.

Keywords: ERLIFT SUPPLY, BLOCK AIR SUPPLY, RADIAL PRESSER, ENERGY EFFICIENCY.

В ряде случаев эффективными средствами транспортирования гидросмесей, в том числе золошлаковых на тепловых электростанциях (ТЭС), являются эрлифтные установки – водовоздушные подъемники. Эрлифты характеризуются следующими основными преимуществами в сравнении с грунтовыми насосами: отсутствие трущихся и вращающихся деталей в проточной части, автоматическое согласование в широком диапазоне подачи с притоками жидкостей (гидросмесей), высокая консистенция транспортируемых гидросмесей (до 25÷30%, а иногда до 70% по объему), простота изготовления и обслуживания и др.

В системах гидрозолошлакоудаления ТЭС наиболее рационально применять эрлифтные установки с блочной схемой воздухообеспечения, при которой один источник сжатого воздуха, как правило - радиальный (центробежный) нагнетатель, обеспечивает пневмоэнергией один эрлифт.

Эрлифт относится к гидравлическому устройству, которое в определенном диапазоне обеспечивает автоматическое согласование подачи $Q_э$ с притоком жидкости (гидросмеси) $Q_{пр}$ за счет изменения геометрического погружения смесителя h при сохранении общей длины подъемной трубы $H+h$ (H – высота подъема эрлифта) и неизменном расходе воздуха $Q_в$. Изменить подачу эрлифта $Q_э$ возможно также изменением расхода сжатого воздуха $Q_в$ при постоянном геометрическом погружении смесителя h , что при блочной схеме пневмоснабжения наиболее рационально реализуется регулированием производительности нагнетателя.

Известно [1, 2], что увеличение притока жидкости (гидросмеси) $Q_{пр}$ в зумпф эрлифта при неизменном расходе сжатого воздуха $Q_в$ приводит к увеличению геометрического погружения смесителя h и повышению подачи $Q_э$ газожидкостного подъемника. При определенных условиях процесс завершается выравниванием значений притока и подачи эрлифта $Q_{пр} = Q_э$. Однако интенсивность увеличения подачи эрлифта $Q_э$ с ростом геометрического погружения смесителя h в водоотливных и гидротранспортных подъемниках снижается, по сравнению с возможной, из-за увеличения гидравлических потерь в подающей трубе и уменьшения производительности радиального нагнетателя с ростом потребного давления сжатого воздуха. Последнее обусловлено видом характеристики радиального нагнетателя, изменить который без специальных средств автоматизации проблематично.

Подающая труба в составе эрлифта предназначена для обеспечения транспортных скоростей $w_{n,m}$ несущего потока на входе в смеситель и предотвращения выбросов сжатого воздуха в зумпф. На практике, как правило, принимают следующие значения транспортных скоростей потока в подающих трубах общепромышленных эрлифтов: в водоотливных установках - $w_{n,m} \geq 2,5 \div 3,0$ м/с, в гидроподъемных установках - $w_{n,m} \geq 3,5 \div 4,0$ м/с [1, 2].

При работе эрлифта в условиях переменных притоков такие значения скоростей должны быть обеспечены при наименьших, из диапазона откачиваемых, расходах жидкости (гидросмеси). При увеличении притоков пропорционально увеличивается скорость в подающей трубе $w_{n,m}$, что в квадрате раз, как правило, увеличивает гидравлические потери в ней и, следовательно, уменьшает давление на входе в подъемную трубу. Учитывая, что в эксплуатационных режимах работы эрлифта аэрогидросмесь движется в подъемной трубе напорным потоком, снижение давления на входе в подъемную трубу уменьшает подачу эрлифта $Q_э$.

Таким образом, возможная интенсивность увеличения подачи эрлифта с увеличением геометрического погружения смесителя h при увеличении притоков жидкости (гидросмеси) даже при сохранении расхода сжатого воздуха в условиях переменных притоков реализуется не полностью.

Потребное значение давления, которое должен развивать радиальный нагнетатель блочной схемы воздухоснабжения эрлифта, преимущественно формируется требуемым геометрическим погружением смесителя h . Величина последнего должна приниматься исходя из необходимости обеспечения значения относительного погружения смесителя $[\alpha = h/(H + h)]$ из диапазона $0,4 \leq \alpha < 1$, при котором в подъемной трубе имеет место энергетически целесообразная снарядная структура газожидкостной смеси [3].

Наиболее приемлемыми из ряда серийно выпускаемых радиальных нагнетателей для условий эрлифтных установок систем гидрозолошлакоудаления являются ЦНВ 60/1,6; 360-22-1; ЦНВ 100/3,2; ЦНВ 160/3,2; ЦНВ 200/3.

Количественный анализ параметров работы эрлифтной установки с блочной схемой воздухоснабжения выполнен на примере применения центробежного нагнетателя ЦНВ 100/3,2.

Согласно газодинамической характеристики нагнетателя ЦНВ 100/3,2, полученной заводом-изготовителем на опытном стенде, устойчивая работа машины гарантируется в следующем диапазоне параметров - $p_{н\text{ макс}} = 3,34 \cdot 10^5$ Па и $Q_n = 82$ м³/мин, $p_{н\text{ мин}} = 2,50 \cdot 10^5$ Па и $Q_n = 115$ м³/мин.

Тогда диапазон возможных геометрических погружений смесителя эрлифта с нагнетателем ЦНВ 100/3,2 с учетом допущения об отсутствии потерь давления в пневмопроводе составит $h_{\text{макс}} = 24,0$ м, $h_{\text{мин}} = 15,5$ м, длина подъемной трубы $H+h = 38,75$ м, относительные погружения смесителя $\alpha_{\text{мин}} = 0,40$, $\alpha_{\text{макс}} = 0,62$, высота подъема эрлифтной установки относительно отметки $0.000 \text{ Н}' = 13,75$ м.

На кафедре энергомеханических систем ДонНТУ разработана математическая модель рабочего процесса эрлифта со снарядной структурой водовоздушной смеси, в основу которой положены уравнения неразрывности движения и количества движения двухфазной жидкости [3]. Решение указанной математической модели рабочего процесса эрлифта численным методом на ПЭВМ позволяет вычислять значения текущих гидродинамических параметров водовоздушной смеси в заданных сечениях подъемной трубы при заданных геометрических размерах подъемника и расходе воздуха $Q_в$.

Для эрлифта с блочным нагнетателем ЦНВ 100/3,2 вычисления подач $Q_э$ и

скоростей $w_{n,m}$ в подающей трубе выполнены в диапазоне диаметров подъемных труб $D = 300 \div 800$ мм при соответствующих диаметрах подающих труб d , длине подъемной трубы $H+h = 38,75$ м и геометрических погружениях смесителя $h_{\min} = 15,5$ м и $h_{\max} = 24,0$ м.

Как следует из результатов расчетов для гидроподъемной эрлифтной установки с диаметром подъемной трубы $D = 500$ мм требование по значению транспортной скорости в подающей трубе ($w_{n,m} \geq 3,5 \div 4,0$ м/с) для обоих режимов работы обеспечивается в эрлифте с подающей трубой $d = 350$ мм. Диапазон подач при этом составляет $Q_{э \min} = 1261,2$ м³/ч (при $h_{\min} = 15,5$ м) и $Q_{э \max} = 1833,2$ м³/ч (при $h_{\max} = 24,0$ м), т.е. возможное увеличение подачи равно $k_Q = 1,45$ раза.

Удельное энергопотребление на транспортирование единицы объема гидросмеси на единичную высоту при $h_{\min} = 15,5$ м составляет $n_{э \min} = N_{\text{потр}} / (Q_{э \min} \cdot H) = 344 / (1261,2 \cdot 13,75) = 0,0198$ кВт·ч/м³·м, при $h_{\max} = 24,0$ м $n_{э \max} = N_{\text{потр}} / (Q_{э \max} \cdot H) = 268 / (1833,2 \cdot 13,75) = 0,0106$ кВт·ч/м³·м.

Снижение удельного энергопотребления во втором случае достигает $k_{Nэ} = n_{э \min} / n_{э \max} = 1,98 \cdot 10^{-2} / 1,06 \cdot 10^{-2} = 1,87$ раза.

При вычислении безразмерного удельного энергопотребления в качестве базисного значения принято $n_{э \min} = 0,0105$ кВт·ч/м³·м.

Повысить степень увеличения подачи k_Q рассматриваемой установки с блочным воздухомоснабжением от нагнетателя ЦНВ 100/3,2 возможно за счет снижения энергоэффективности ее работы. Так, при использовании подъемной трубы диаметром $D = 300$ мм коэффициент увеличения подачи составит $k_Q = 1,58 \div 1,63$, однако энергоэффективность работы снизится в $4,88 \div 4,91$ раза при уменьшении абсолютного значения подачи эрлифта в $2,28 \div 2,58$ раза.

Как следует из результатов аналогичных вычислений, в эрлифтных установках с блочным воздухомоснабжением радиальными нагнетателями ЦНВ 60/1,6; 360-22-1; ЦНВ 100/3,2; ЦНВ 160/3,2; ЦНВ 200/3 в режимах максимальной энергоэффективности работы степень увеличения подачи гидроподъемных эрлифтов составляет $k_Q = 1,02 \div 1,45$.

Приведенные результаты исследования работы эрлифтных установок с блочным воздухомоснабжением от принятых радиальных нагнетателей ЦНВ 60/1,6; 360-22-1; ЦНВ 100/3,2; ЦНВ 160/3,2; ЦНВ 200/3 позволяют определять энергетически оптимальные высоты подъема H' , диаметры подъемных труб D эрлифтов и максимально возможные диаметры подающих труб d для условий гидроподъемных установок, а также являются теоретической базой для разработки нагнетательных эрлифтов. Полученные данные целесообразно применять при проектировании эрлифтных установок систем гидрозолошлакоудаления ТЭС, работа которых в подавляющем большинстве случаев осуществляется в условиях переменных притоков золошлаковой гидросмеси.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Гейер В. Г. Эрлифтные установки: Учебное пособие / В.Г. Гейер, Л.Н. Козыряцкий, В.С. Пашенко, Я.К. Антонов – Донецк: ДПИ, 1982. – 64 с.
2. Папаяни Ф. А. Энциклопедия эрлифтов / Ф.А. Папаяни, Л.Н. Козыряцкий, В.С. Пашенко, А.П. Кононенко - М.: Информсвязьиздат, 1995. – 592 с.
3. Кононенко А. П. Рабочий процесс эрлифта и его моделирование. – Донецк: ГВУЗ «ДонНТУ», 2010. – 171 с.

БЕСЦЕЛИКОВАЯ СИСТЕМА РАЗРАБОТКИ

О.И. Пилат, С.А. Федотова

Белорусский национальный технический университет

В докладе произведен анализ потерь полезных ископаемых при столбовой системе разработки. Выбор и сравнение наиболее оптимальной технологической схемы отработки.

Ключевые слова: СТОЛБОВАЯ СИСТЕМА РАЗРАБОТКИ, БЕСЦЕЛИКОВАЯ СИСТЕМА ОТРАБОТКИ.

In the report was doing analytics of loss minerals in the longwall mining method. Selection and comparison of the optimal technological scheme of mining.

Одной из основных проблем горной промышленности на данный момент являются потери полезного ископаемого. В качественном соотношении применяются и внедряются на протяжении ближайших лет новейшие технологии и разработки, а потери полезного компонента при переработке сводятся к минимуму. Также как и способы обогащения, претерпели существенные изменения за последнее десятилетие. Но в тоже время при добыче балансовых запасов не происходило существенных изменений и корректировок систем разработки длительное время. Снижение количественных потерь породы в настоящее время представляет собой наиболее важную цель. Наряду со вскрытиями забалансовых горизонтов и открытием новых рудников, следует не забывать о многолетней перспективе разработки действующих месторождений: отрабатывать шахтные поля разрабатываемых месторождений полностью, тем самым увеличивая срок эксплуатации действующих рудников. Статистика и данные исследований показывают, что ресурсы технического перевооружения во многом исчерпаны и без изменения технологических схем добычи, в первую очередь без существенного снижения потерь полезного ископаемого, добиться значительного улучшения технико-экономических показателей работы отечественной калийной отрасли сложно.

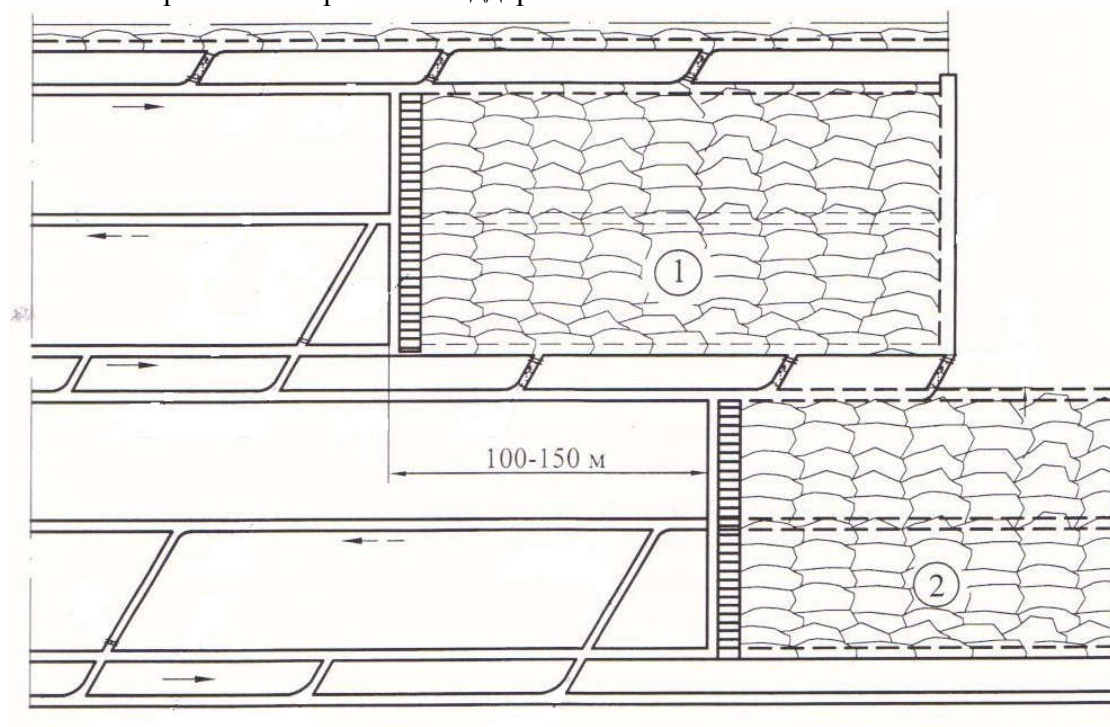
Требования рационального использования природных ресурсов являются сегодня одними из самых главных, при совершенствовании технологий добычи полезных ископаемых. Здесь очень важно добиться максимально возможного уменьшения потерь запасов, подготовленных к выемке. Предприятие ОАО «Беларуськалий», эксплуатирующее Старобинское месторождение калийных солей, проводит в основном выемку полезного ископаемого с применением системы отработки длинными столбами. Она требует оставление жестких целиков безопасности размерами 30-50м между столбами, что приводит к быстрому погашению балансовых запасов.

Основные запасы, теряемые при отработке панели находятся в целиках безопасности и в процентном соотношении составляют около 20% запасов в пределах выемочного участка и безвозвратно теряются в выработанном пространстве при оставлении целиков. Поэтому совершенствование столбовой системы разработки путем внедрения ресурсосберегающей бесцеликовой выемки руды, на данный момент очень актуальный вопрос, которым задаются зарубежные и отечественные специалисты.

Опыт работы ОАО «Беларуськалий» показывает, что добыча полезного ископаемого может вестись различными способами: этажная система разработки, столбовая система разработки, камерная система разработки, комбинированная система разработки. Столбовая система разработки имеет несколько разновидностей: длинными столбами, вытянутыми по простиранию пласта или по падению, и

короткими столбами квадратизированной формы. В свою очередь система разработки длинными столбами предусматривает множество способов отработки столба. Эти способы напрямую связаны с подготовкой панели. Их анализ и выбор наиболее эффективного был произведен по следующим критериям: экономические затраты на поддержание устойчивости горных выработок, затраты времени и ресурсов на подготовку горных выработок, количество добываемой руды, ширина охранных целиков. В результате в качестве оптимального варианта подработки была выбрана бесцеликовая система разработки, которая реализуется путем отработки межлавного целика очистным комбайном отстающей лавы. Бесцеликовая система разработки предусматривает отработку межлавного целика на одной линии с лавой. Отработка целика безопасности может вестись несколькими различными способами. Преимуществом проведения выработок вприсечку является их расположение вне зоны повышенного горного давления, а недостатками – необходимость поэтапной проходки этих выработок для соблюдения нормативного срока их примыкания к выработанному пространству, а также нарезки вспомогательных выработок в поле лав и их поддержания в зоне интенсивного воздействия бокового опорного давления (за зоной разгрузки). Поэтому технологических схемах целесообразно осуществлять подготовку столба с минимальным количеством вспомогательных выработок или предусматривать заполнение этих выработок рудой из присечного штрека в процессе поэтапного проведения.

При повторном использовании выемочных штреков отпадает необходимость проведения вспомогательных выработок в зоне влияния бокового опорного давления, а протяженность и количество вспомогательных выработок существенно сокращается при схеме подготовки выемочных столбов одной группой из трех-четырех выработок. Такая подготовка столбов с проходкой выработок вне зоны активного влияния очистных работ повышает устойчивость подготовительных выработок, увеличивает срок их службы и сокращает срок подготовки выемочных столбов. Из минусов, в некоторых вариантах технологических схем с повторным использованием выработок существенно возрастают затраты на поддержание.



На рисунке представлена технологическая схема валовой выемки Второго калийного пласта с повторным использованием транспортного штрека смежного столба для проветривания отстающей лавы, с последующей его отработкой. Подготовка каждого столба осуществляется трехштрековой группой с использованием вспомогательных выработок для проведения дополнительного вентиляционного штрека лавы в центральной части выемочного столба каждой лавы, вне зоны влияния очистных работ от смежной лавы. Это позволяет производить отработку и подготовку сразу нескольких выемочных столбов с опережением очистных работ в них от 100-150 м до 500 м и более. В данной столбовой системе транспортные штреки опережающих лав будут использоваться в качестве воздухоподводящего присечного штрека смежной лавы, что позволяет ускорить подготовку следующей лавы, а также сэкономить ресурсную мощность проходческих комплексов и реализовать рабочий потенциал в полной мере. Наиболее оптимальным является обратный порядок отработки, ведь при этом проектом на очистную выемку не будет предусматриваться проходка специальных выработок для складирования и отвода рассолов, так как учитывая обратный порядок отработки запасов осуществлять проходку специальных выработок сбора рассолов не целесообразно.

После отработки столба лавы №1, транспортный штрек предыдущей лавы будет использоваться в качестве воздухоподводящего присечного штрека смежной лавы. Величина ленточного целика между транспортным штреком лавы №1 и конвейерным штреком лавы №1 выбрана согласно требований правил техники безопасности. Минимальный расчетный целик между присечной выработкой и выработками выемочного столба №2 при средней глубине отработки в 733,0 м составляет:

$$-1,429 + 0,0107 \cdot 733,0 - 0,0000029 \cdot 733,02 = 4,85 \text{ м.}$$

Следовательно, величина ленточного целика между транспортным штреком лавы и конвейерным штреком лавы равна 5,0м. Ширина межлавного целика получается ниже чем при других системах разработки, что в экономическом плане позволяет добыть на 30% больше.

Таким образом, представленная система разработки длинными столбами минимизирует потери полезного ископаемого, с помощью захвата более обширного пространства очистными комплексами лав. При бесцеликовой отработке происходит экономия рабочих часов подготовки очистных столбов, что также не мало важно при выборе технологической схемы разработки. Поэтому бесцеликовая система разработки будет оптимальным решением отработки при соблюдении всех требуемых условий безопасности, залегания продуктивного пласта и обратного порядка отработки.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Козловский, Е. А. Подземная разработка месторождений полезных ископаемых / Е.А. Козловский. – М: Советская энциклопедия, 1989. – 4 т. – 150-153 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА В РЕЗУЛЬТАТЕ ХИМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Е.В. Смирнова, И.Г. Дедовец

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

В докладе представлены результаты исследования влияния химических веществ на механические свойства полиэтилентерефталата (ПЭТ), подлежащего утилизации. Установлены факторы, влияющие на степень изменения прочности ПЭТ на срез и эластичность.

Ключевые слова: ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТ, PET, ПРОЧНОСТЬ, ПЕРЕРАБОТКА

The report presents the results of a study of the effect of chemicals on the mechanical properties of polyethylene terephthalate (PET) to be disposed of. Factors influencing the degree of change in the strength of PET for shear and elasticity are established.

Keywords: POLYETHYLENTEREPHTHALATE, PET, STRENGTH, PROCESSING

Для производства пластиковых бутылок чаще всего используется полиэтилентерефталат (ПЭТ). В настоящее время перерабатывается только небольшая часть (до 25%) материала выброшенного пластика, а оставшиеся оказываются на мусорниках, свалках или просто на поверхности земли или в водоемах. В настоящее время пластмассовые бутылки и другая пластмассовая тара производится во всех больших количествах, но при отсутствии системы переработки становится все более серьезным источником загрязнения окружающей среды.

Работы, направленные на утилизацию использованного пластика важны и с экологической, и с экономической точки зрения, так как использованные изделия из ПЭТ могут быть сырьем для получения полезных материалов и изделий. В нашем регионе такие технологии приходится восстанавливать либо разрабатывать практически с нуля.

Разработка новых технологий утилизации отработанного ПЭТ требует детального изучения его свойств, в том числе, получение информации о том, как изменились свойства материала в результате воздействия окружающей среды. А время этого воздействия может быть длительным: литературные источники утверждают, что время разложения ПЭТ составляет около 200 лет. Внешние факторы, влияющие на свойства ПЭТ в природе, могут быть разнообразными: перепады температур, солнечный свет и химические воздействия в любых сочетаниях. Источниками химических воздействий могут быть кислород, а также органические и неорганические вещества биологического и небиологического происхождения, с которыми вещество выброшенных пластмассовых изделий может прийти в непосредственное соприкосновение.

Обзор литературы показал, что вопрос изменения свойств выброшенного пластика под воздействием окружающей среды в настоящее время практически не изучен. Причина этого заключается в том, что ПЭТ – материал относительно новый, технология его производства постоянно совершенствуется, и исследователям непросто найти и сравнить свойства только что произведенного изделия и изделия, сделанного по такой же технологии, но пролежавшего на свалке длительное время. Поэтому все более остро становится вопрос о разработке метода исследования, позволяющего за короткое время спрогнозировать то, как будут изменяться свойства выброшенного пластика в течение лет и даже десятилетий под воздействием окружающей среды.

Мы считаем, что способом, который может позволить определить, как изменились свойства пластмассы под влиянием окружающей среды, может быть изучение механических свойств этого материала. Для пластмассы прочность зависит не только от химического состава, но и от внутренней структуры, которая может существенно измениться под внешним воздействием, в то время, как химический состав может измениться незначительно.

Кроме того, любая технология переработки большинства изделий из ПЭТ должна предусматривать предварительную механическую обработку этих изделий – измельчение или прессование. Это необходимо для увеличения производительности технологической аппаратуры, так как пластиковая тара имеют крайне малую кажущуюся плотность, что обычно существенно снижает эффективность работы аппаратов. Так что знание механических свойств перерабатываемых материалов очень важно для оценки энергоемкости процессов утилизации и разработки оборудования для механической обработки.

В нашем исследовании мы ограничились воздействием на материал пластиковых бутылок химических веществ. Для изучения изменения прочности вещества бутылок из ПЭТ мы обрабатывали пластинки, вырезанные из пластиковых бутылок, различными веществами, измеряли их сопротивление срезу и сравнивали с прочностью таких же пластинок из той же самой бутылки, не подвергшихся химическому воздействию.

Так как по высоте свойства материала бутылки меняются, что связано с технологией получения бутылок из заготовок, пластинки нами были вырезаны из одного и того же сечения каждой бутылки. Из этих образцов случайно выбранная часть помещалась в раствор химического реагента, а другая оставлялась без изменения в качестве контрольного образца.

Для воздействия на исследуемые образцы использовались следующие химические вещества:

- неорганические кислоты:

серная кислота (H_2SO_4) различных концентраций и тридцатипятипроцентная соляная кислота (HCl),

- щелочь

(двадцатипроцентный гидроксид натрия ($NaOH$),

- несколько видов окислителей:

двадцатипроцентная хлорная известь (смесь веществ, примерная формула $Ca(OCl)_2 \cdot CaCl_2 \cdot Ca(OH)_2 \cdot 2H_2O$),

тридцатипроцентная перекись водорода (H_2O_2),

десятипроцентный перманганат калия ($KMnO_4$).

На этом этапе исследования мы не использовали органические растворители, так как их использование могло усложнить картину химических взаимодействий.

В растворах пластинки выдерживались четверо суток при комнатной температуре.

Изменение прочности материала определяли на установке, состоящей из ручного пресса, динамометра и устройства для продавливания отверстий заданного диаметра. Установка позволяет определять две характеристики исследуемого материала: при помощи динамометра измерялось усилие продавливания отверстия диаметром 8 миллиметров, а, зная количество оборотов винта пресса и шаг винта при одном полном обороте, можно измерить удлинение материала от начала нагружения до разрушения.

Результаты опытов показали следующее.

Некоторые из веществ (перманганат калия, гидроксид натрия, хлорная известь) при указанных условиях взаимодействия с пластиком не оказали заметного влияния на прочность материала. За четверо суток нахождения образцов в соответствующих растворах химических веществ измеренные механические свойства не вышли за границы погрешности измерений.

Девяностопроцентная кислота полностью растворила образцы, находившиеся в ней. Это не было неожиданностью, так как литературные источники отмечают растворимость ПЭТ в концентрированной серной кислоте.

Восьмидесятипроцентная серная кислота образец не растворила. Но выдержанные в этой кислоте образцы оказали большее сопротивление срезу. Для этих же образцов на 30% увеличилась величина максимального растяжения образца до момента разрушения, что позволяет говорить об увеличении эластичности материала под воздействием растворов серной кислоты данной концентрации за данное время. Более продолжительная выдержка образцов в восьмидесятипроцентной серной кислоте привела к уменьшению прочности на срез, и даже к полному растворению образцов.

Еще медленнее изменялись прочностные свойства ПЭТ под воздействием семидесятипроцентной серной кислоты. Но и здесь наблюдалась последовательное снижение прочности материала вплоть до полного растворения исследуемого образца.

Влияние такого окислителя, как перекись водорода, снизило прочность на срез исследуемого материала. Это снижение составило 7%. Максимальное растяжение образцов при этом не изменилось.

Очень сильно, на 33%, снизилась за четверо суток взаимодействия прочность на срез образцов материала, которые находились в растворе марганцовокислого калия и перекиси водорода. Как известно, такая смесь является сильным окислителем.

Таким образом, нами установлено, что существуют механизмы химических воздействий, влияющие на механическую прочность ПЭТ. Различные механические свойства ПЭТ при воздействии химических веществ изменяются по-разному. Отмечены случаи, когда прочность материала возрастала.

Изменение прочности ПЭТ зависит от типа химического реагента, концентрации реагента и времени воздействия на материал. Снижение концентрации воздействующего на ПЭТ вещества требует большего времени для одинакового снижения прочности материала.

Поэтому, хотя использованные нами химические вещества в природных условиях находятся в меньших концентрациях, чем при проведении опытов, это может компенсироваться значительно большей длительностью воздействия и сочетаниями других воздействий, как химических, так и физических. Кроме того, наличие органических веществ, которые могут играть роль растворителей, также может сложным образом влиять на свойства пластмассы.

Безусловно, эти закономерности должны учитываться при разработке технологии и оборудования для утилизации использованных пластиковых изделий.

СНИЖЕНИЕ ОТРИЦАТЕЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

В.А. Семергей, А.Б. Бирюков

Донецкий национальный технический университет

Значительную часть среди всех мероприятий по снижению отрицательного воздействия на окружающую среду при производстве тепловой энергии составляют мероприятия по сокращению удельного расхода топлива. Снижение расхода топлива может быть достигнуто различными способами, одним из которых является повышение реакционной способности топлива за счет предварительной тепловой обработки и применение улиточно-лопаточных горелок, и совершенствование их параметров. Такая реконструкция позволит не только улучшить экологическую обстановку, но и даст положительный экономический эффект вследствие экономии топлива.

Ключевые слова: СНИЖЕНИЕ РАСХОДА ТОПЛИВА, УЛИТОЧНО-ЛОПАТОЧНЫЕ ГОРЕЛКИ, ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ, ЭКОНОМИЯ ТОПЛИВА.

Considerable part among all measures for reduction of the negative affecting environment on production of thermal energy form measures aimed for reduction of specific consumption of fuel. This reduction of fuel consumption can be attained in different ways, one of that is an increase of reactionary ability of fuel due to a thermal rough-down and application of snail-shoulder-blade burners, and perfection of their parameters. Such reconstruction will allow not only to improve ecological situation but also will give a positive economic effect because of fuel economy.

Keywords: REDUCE of FUEL CONSUMTOPN, SNAIL-SHOULDER-BLADE BURNERS, ECONOMIC EFFECT, ECONOMY of FUEL.

Несомненно, что в ближайшей перспективе тепловая энергетика будет оставаться преобладающей в энергетическом балансе мира и отдельных стран. Велика вероятность увеличения доли углей и других видов менее чистого топлива в получении энергии. В связи с этим изучаются некоторые пути и способы их использования, позволяющие существенно уменьшать отрицательное воздействие на среду. Эти способы базируются в основном на совершенствовании технологий подготовки топлива и улавливания загрязняющих выбросов.

К основным мероприятиям по экономии топлива на тепловых электрических станциях (ТЭС) относятся восстановление зажигательных поясов котла, частичная замена газоходов, восстановление обмуровки топки, кислотная промывка котлов и совершенствование системы пылеприготовления.

ТЭС по степени влияния относятся к числу промышленных объектов, наиболее интенсивно воздействующих на биосферу, поэтому выработка электроэнергии на них сопряжена со значительными отрицательными воздействиями на окружающую среду, и именно снижение расхода топлива является одним из способов его уменьшения. Вредные выбросы в атмосферу от электроэнергетики составляют 32,6 %, что больше, чем от металлургии (27 %) и угольной промышленности (23,1 %), поэтому эта тема является очень актуальной.

Традиционно основным источником энергии на теплоэлектростанциях является твердое топливо, а основной способ сжигания – факельное сжигание в топках энергетических котлов. Одной из статей потерь энергии при сжигании твердого топлива являются потери с механическим недожогом, связанные с тем, что не весь

углерод коксового остатка частиц угольной пыли успевает полностью выгореть за время их пребывания в топочном пространстве. В настоящее время в среднем потери энергии с мехнежодогом при сжигании антрацитов и тощих углей в пылевидном состоянии составляют 2.7 – 5.5 %. Однако задача дальнейшего сокращения потерь, связанных с механическим недожогом, продолжает быть актуальной.

На ряде электростанций Украины и России опробованы и находятся в эксплуатации системы подачи пыли высокой концентрации (ППВК) к пылегазовым горелкам котла (выполненными по проекту СКБ ВТИ) с аэрационными пылепитателями (АПП).

На практике для решения этой задачи используются следующие технические решения:

1) Замена двухулиточных пылегазовых горелок, выполненных по проекту СКБ ВТИ, на улиточно-лопаточные двухканальные по вторичному воздуху, которые максимально соответствуют требованиям отраслевого стандарта ОСТ 108.030.26–78;

2) Изменение схемы подачи угольной пыли высокой концентрации путём переврезки ППВК в трубопроводы первичного воздуха к горелкам котла [1].

1. Замена двухулиточных пылегазовых горелок, выполненных по проекту СКБ ВТИ, на улиточно-лопаточные двухканальные по вторичному воздуху, которые максимально соответствуют требованиям отраслевого стандарта ОСТ 108.030.26–78;

Целью реконструкции основных горелок является замена двухулиточных пылегазовых горелок, выполненных по проекту СКБ ВТИ, на улиточно-лопаточные двух канальные по вторичному воздуху, которые максимально соответствуют требованиям отраслевого стандарта ОСТ 108.030.26–78 [1].

Новая конструкция горелки позволит:

- понизить уровень содержания горючих в уносе предположительно на 4 – 5 %;
- обеспечить требуемые скорости вторичного и первичного воздуха и их соотношения в рабочем диапазоне нагрузок энергоблока;
- снизить расход природного газа на подсветку факела и эффективно сжигать совместно в одной горелке два вида топлива.
- температура ядра факела повысится на 40 – 60 °С и достигает 1700 - 1720 °С.
- повысится эффективность топливоиспользования на ТЭС при сжигании низкореекционного топлива марки АШ.

2. Изменение схемы подачи угольной пыли высокой концентрации (ПВК) путём переврезки ПВК в трубопроводы первичного воздуха к горелкам котла.

Работа таких пылепитателей основана на принципе предварительного псевдосжижения угольной пыли в бункере над аэрационными пылепитателями (АПП), т.е. изменение транспортно-дозировочных характеристик пыли и только затем осуществление дозировки и подачи пыли в транспортный трубопровод непосредственно к горелкам котла. [2]

Однако, как показал длительный опыт эксплуатации систем ПВК в горелки на котлах различной производительности, они так же имеют недостатки в части влияния на процессы эффективного сжигания пыли в топочной камере. Эти недостатки, прежде проявляются в имеющейся пульсации давления пылевоздушной смеси в пылепроводах, недостаточным прогревом угольной пыли перед поступлением в топку по условиям более раннего воспламенения, наличием неравномерного распределения пыли по сечению канала первичного воздуха на выходе из горелки. Перечисленные недостатки систем ПВК влияют на увеличение содержания горючих в уносе по отношению к традиционным системам пылеприготовления, а также к необходимости подсветки

пылеугольного факела газом или мазутом, что приводит к значительному увеличению удельного расхода топлива. [3]

Анализ систем высококонцентрированной подачи пыли в горелки показывает, что недостатки заложены в работе отдельного оборудования, входящего в систему ПВК, которые вызваны, как недостатками проекта, в т. ч. конструкторских проработок, так и недостатками монтажных работ при трассировке пылепроводов.

Предлагается изменить схему подачи ПВК путём переврезки ПВК непосредственно от устья горелки на минимальное расстояние 5 м и врезать подачу ПВК в первичный воздухопровод подающий первичный воздух к горелкам котла.

После переврезки ППВК в трубопроводы первичного воздуха к горелкам котла, за счет более раннего смешения угольной пыли в трубопроводе первичного воздуха получили следующий результат:

- значительно уменьшится пульсация давления пылевоздушной смеси в пылепроводах к горелкам;
- улучшится равномерное распределение угольной пыли перед поступлением в топку котла;
- равномернее станет распределение угольной пыли по сечению канала первичного воздуха на выходе из горелки;
- за счет высокой температуры первичного воздуха (около 400 °С), удастся более тщательное прогрев пылевоздушной смеси перед горелками котла.

Данные улучшения позволят:

- практически полностью сократить подсветку пылеугольного факела газом на низких нагрузках на энергоблоках;
- понизить уровень содержания горючих в уносе предположительно до 5 %.

Очевидно, что для достижения наилучших результатов технологические и конструктивные параметры должны корректироваться на основании результатов предварительной расчетной проработки. Для рассмотрения такой сложной задачи, как выгорание факела твердого топлива при его сжигании в факеле наиболее предпочтительным является использование метода математического моделирования.

Выводы. В данной работе предложено усовершенствование системы пылеприготовления на ТЭС путем применения улиточно-лопаточных горелок и совершенствование их параметров, изменение схемы подачи угольной пыли высокой концентрации путём переврезки ПВК в трубопроводы первичного воздуха к горелкам котла. Выполнение этих мероприятий приведёт к снижению удельного расхода топлива на производство электрической энергии за счет:

- снижения содержания горючих в уносе предположительно до 10%;
- снижения расхода природного газа на подсветку факела и эффективность сжигания совместно в одной горелке два вида топлива, основного – твердого топлива (угольная пыль) и подсветочного – природного газа либо мазута.

Таким образом, в среднем снижение выбросов вредных веществ за счет уменьшения удельного расхода топлива при его дополнительным подогреве перед вводом в первичный воздухопровод горелки может составить для оксидов азота – 244,27 т/год, оксидов серы – 1452,8 т/год, золы – 1500,74 т/год.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. ОСТ 108.030.26-78 «Горелки вихревые пылеугольные, пылегазовые и компоновка их с топками. Методы расчета и проектирования». Издание официальное.
2. Техническая эксплуатация электрических станций и сетей. Правила. ОЭП «ОРИФЛЭ», Киев 2003 г.
3. Трёмбовля В. И., Фингер Е. Д., Авдеева А. А. «Теплотехнические испытания котельных установок». М., «Энергия», 1977 г.

ПЕРСПЕКТИВЫ ЭКОНОМИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

В.С. Ткаченко, С.П. Высоцкий
Автомобильно – дорожный институт

В статье приведены данные нынешнего состояния энергетического комплекса. Проанализированы и предложены основные пути и предложения решения проблем экономии энергоресурсов.

Ключевые слова: ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА, ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ТРИЛЕММА, ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ, МЕЖДУНАРОДНОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ АГЕНСТВО, ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ.

The article presents data on the current state of the energy complex. The main ways and proposals for solving energy saving problems have been analyzed and proposed.

Key words: ENVIRONMENT, ENERGY TRILEMMA, ENERGY EFFICIENCY, INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, ENERGY SAVING.

До сих пор XXI век характеризовался значительными изменениями в том, как мы понимаем и используем энергию, особенно по сравнению с началом индустриализации, которая началась в странах, сегодня называемых «развитыми». Сегодня население этих стран составляет 20% мирового населения с незначительным ростом, а в развивающихся странах темпы прироста населения значительно выше. Миграция людей в крупные городские центры приводит к появлению мегаполисов. Проблемы создания инфраструктуры для удовлетворения глобальных потребностей в энергии, мобильности, жилье и продовольствии огромны, и ни одна из этих проблем не может быть решена без энергии. Хотя глобальные энергетические ресурсы многочисленны и могут удовлетворить растущий спрос на энергию на десятилетия вперед, их распространение по всему миру и последствия для энергетических рынков требуют более эффективного использования как ресурсов, так и энергетических систем. Нынешние дисбалансы усиливаются рядом других связанных с этим вопросов, включая, например, расширение разведки месторождений сланцевого газа в Северной Америке. Изменение климата остается самой серьезной проблемой, и оно ведет к тенденции применения более чистых технологий генерации электрической энергии.

Устойчивая энергетическая система по их определению представляет собой систему, в которой три основных фактора: безопасность поставок, экономика и окружающая среда находятся в равновесии друг с другом. Это обосновано в «Энергетической трилемме», которая приводится в докладе WEC World Energy Trilemma 2011 - Политика на будущее: оценка энергетической и климатической политики страны.

В энергетическом секторе меры по борьбе с изменением климата приводят к следующим стратегическим приоритетам:

- повышение КПД генерации;
- декарбонизация электроснабжения;
- увеличение энергосбережения по всей цепочке образования стоимости энергии;
- электрификация на основе использования ископаемого топлива (тепловые насосы, электромобили).

Где имеется значительный потенциал для чистой экономии энергии и сокращения выбросов. Энергоэффективность имеет решающее значение для всех трех аспектов этой стратегии.

Каким образом поддерживает свой энергетический рост современное человечество, хорошо иллюстрирует график потребления энергии из различных источников на душу населения (рисунок 1).

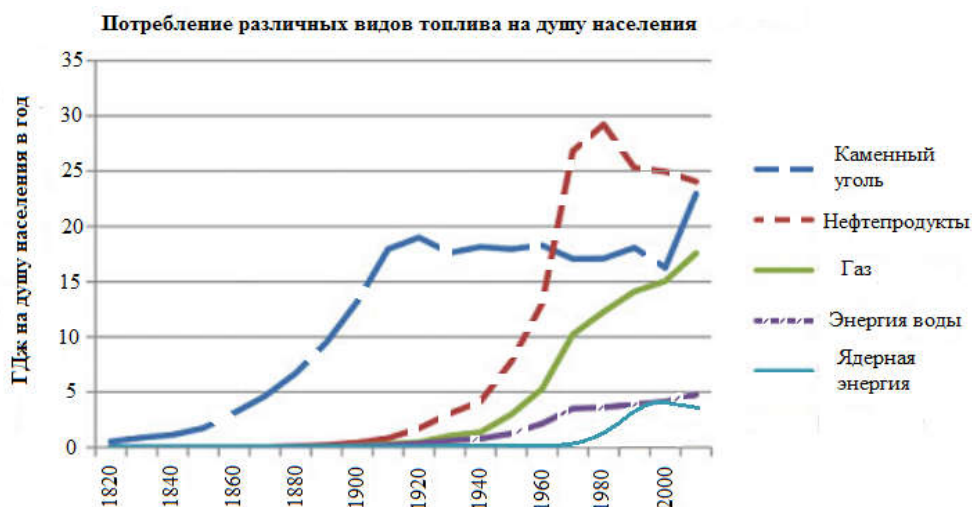


Рис. 1 - Ежегодное мировое потребление энергии из основных источников на душу населения с 1820 по 2000 гг. (Источник: Гэйл Тверберг Всемирное потребление энергии с 1820 года в диаграммах. Электронный ресурс)

По данным Международного энергетического агентства (МЭА), фактическое увеличение мирового спроса на электричество было значительно выше, чем прогнозы потребления первичной энергии (рисунок 2). Это явный признак растущего значения электричества для энергоснабжения.

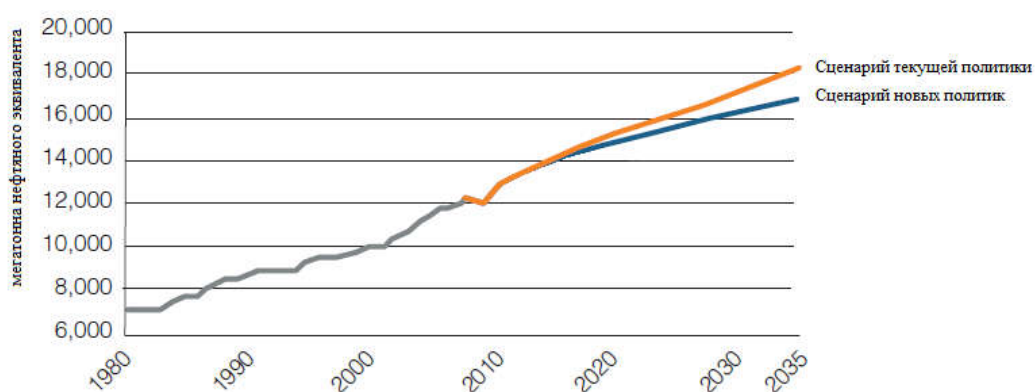


Рис. 2 - Развитие мирового энергетического спроса

Например, ежегодное увеличение спроса на энергию на 1,3% в год в сценарии новых политик МЭА значительно ниже, чем увеличение спроса на электроэнергию в 2,3% в год в период до 2035 года. Более того, количество электроэнергии производимой с низким уровнем выбросов CO₂ существенно возрастет.

Согласно «Blue Map Scenario», подготовленному Международным энергетическим агентством (МЭА) 2010, и «Перспективе развития мировой энергетики в 2011 году», только в одном секторе электроэнергетики можно снизить выбросы углекислого газа (CO₂) на 7,3 гигатонн (Гт) в 2050 г., что составляет 17% от общего сокращения антропогенных выбросов.

Повышение КПД генерации за счёт применения комбинированного цикла производства электроэнергии приведёт к сокращению расхода топлива примерно в 1,75 раза. Это способствует снижению выбросов парниковых газов: CO₂ в 1,75 раза; паров воды в 2 раза.

Однако учитывая значительно больший вклад паров воды по сравнению с CO₂ в конечном счёте их выброс уменьшается в 4 - 5 раз за счёт повышения КПД генерации.

Сегодня существует множество потенциальных решений для экономии энергии и уже проверенные технологии. Например, в энергетике сверхтвёрдые технологии сжигания угля (650 °C, 265 бар) и комбинированные газотурбинные электростанции являются прекрасными примерами высокоэффективных процессов. Энергоэффективные здания, тепловые насосы, энергоэффективные двигатели, светодиодное освещение и другие направления также могут способствовать повышению энергоэффективности.

Анализ жизненного цикла может помочь определить конкретный вклад каждой технологии и проанализировать, какие технологии являются экономически эффективными, то есть сокращение общих затрат на энергию часто обеспечивает положительную отдачу от инвестиций. Электромобили могут быть ещё одним примером будущих решений для мобильности. Он также может быть частью этих решений, в зависимости от состава электроэнергии. Однако экономическая эффективность по-прежнему остается значительной проблемой. Зачастую одной лишь потенциальной будущей экономии средств недостаточно для продвижения концепций, поддерживающих повышение энергоэффективности.

Энергоэффективность иногда рассматривается как простое решение для обеспечения немедленной экономии энергии. Эффективные технические решения доступны уже сегодня для большинства приложений и применений. Технологические разработки предлагают, и в будущем будут предлагать ряд технических решений для повышения энергоэффективности, однако существуют барьеры: организационные, финансовые и поведенческие, которые необходимо решать комплексным образом.

Амбициозные цели в области энергоэффективности выходят за рамки чисто технических решений и значительно продвинулись вперед в плане эффективности с точки зрения затрат, финансирования, принятия, инноваций и оценки воздействия на окружающую среду.

- Экономическая эффективность технических решений: рентабельность инвестиций в технологии энергоэффективности часто неизвестна или ставится под сомнение. Правительственные учреждения должны содействовать проведению объективных комплексных исследований рентабельности, оценку затрат / выгод.

- Финансирование требует долгосрочных обязательств. Условия кредитования должны охватывать весь срок действия решения.

- Маршруты инновационных технологий могут быть полезными инструментами для разработки возможных фьючерсов и помогают лицам, принимающим решения, согласовывать краткосрочные решения.

- Оценка воздействия на окружающую среду должна основываться на анализе полного жизненного цикла, а также быть реалистичной и достижимой.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *World Energy Council* (2013) *Energy Efficiency Technologies: Overview Report*, London.

2. Harvey J., A versatile solution? Growing miscanthus for bioenergy. *Renewable Energy World*, January-February 2007.

К ВОПРОСУ ИНДИВИДУАЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОДАЧИ ТЕПЛА НА ОТОПЛЕНИЕ

Т.В. Суходольская, Ю.А. Боев, А.Л. Попов
Донецкий национальный технический университет

С целью снижения нерациональных потерь тепла и достижения стабильного расхода теплоносителя с заданными параметрами у потребителя, предложена схема индивидуального регулирования отпуска тепла абонентам квартала 424 Куйбышевского теплового района города Донецка.

Ключевые слова: ОТОПЛЕНИЕ, РЕГУЛИРОВАНИЕ, ЗАКРЫТАЯ СИСТЕМА, ВОДОСТРУЙНЫЙ ЭЛЕВАТОР, КОЭФФИЦИЕНТ СМЕШЕНИЯ.

For the purpose of decrease in irrational thermal heat losses and achievement of a stable expense of the heat carrier with the set parameters at the consumer, the scheme of individual regulation of issue of heat is offered subscribers of quarter 424 Kuibyshev thermal districts of the city of Donetsk.

Key words: HEATING, REGULATION, CLOSED SYSTEM, ELEVATOR, MIXING RATE.

Для качественного теплоснабжения, экономичной выработки и транспортировки тепла, осуществляется регулирование тепловой нагрузки. Так как тепловая нагрузка абонента не постоянна и изменяется от метеоусловий, режимов отбора воды на горячее водоснабжение, режима работы оборудования и других факторов. Основная задача регулирования заключается в поддержании заданных параметров теплоносителя и температуры в отапливаемых помещениях.

Индивидуальное регулирование предусматривает установку приборов автоматического регулирования: отпуска тепла и температуры нагреваемой водопроводной воды (так как необходимо иметь присоединение как отопительных систем, так и водоводяных подогревателей горячей воды), а при зависимой схеме присоединения, дополнительно предусматривается регулирование расхода сетевой воды поступающей в систему отопления.

Известно [1], что наибольшая экономия теплоты при дополнительном регулировании у потребителей достигается в осенний и весенний периоды в диапазоне «излома» температурного графика (температура сетевой воды поддерживается на уровне 70°C , для удовлетворения нагрузки ГВС). Для систем отопления такая температура в этот период превышает требуемую, так как излом температурного графика обуславливается необходимостью нагрева водопроводной воды до требуемых по нормам значений $60 - 65^{\circ}\text{C}$ и, в результате, перерасход тепла на отопление при зависимом присоединении на диапазоне «излома» температурного графика для различных климатических условий может составлять $5 - 13\%$ годового отпуска тепла для этой нагрузки [1].

Для создания условий теплового комфорта у абонента предложено обеспечить индивидуальное регулирование подачи тепла, при котором элеватор в рабочее время работает без смешения, а в нерабочее со смешением, осуществляемым с помощью насоса.

Расчет и выбор элеватора проведен с целью определения возможности регулирования отпуска тепла в реальных условиях работы котельной. В котельной установлены 2 котла ТВГ-4Р, производительностью $Q = 4$ Гкал/ч и коэффициентом полезного действия $\eta = 0,9$. Выработанное тепло котельной $Q_{\text{выр}} = 7,2$ Гкал/ч.

Собственные нужды котельной составляют 2,2%. Известно, что реализованное тепло у абонента это отпущенное тепло, без учёта потерь в сетях. Режим регулирования котельной: центральное качественное регулирование. Температура воды в подающей магистрали сети, τ_1 , 130⁰С, в обратной, τ_2 , 70⁰С. При температуре наружного воздуха, $t_{н.в.}$, -22⁰С, и внутренней расчетной температуре помещения, $t_{в.р.}$, 18⁰С, относительная тепловая нагрузка $\bar{Q}_0$, составляет 0,47. Расход сетевой воды, поступающий абоненту, по данным о присоединенной нагрузке котельной квартала 424 Куйбышевского теплового района города Донецка, G_b , 1,44 кг/с. Потери напора в отопительной системе, ΔP_c , 10 – 12 кПа. При расчете элеватора учитывалось: удельная теплоемкость воды, C_b , 4,19 кДж/(кг·⁰С), ее плотность ρ_b , 1000 кг/м³, коэффициент теплопередачи радиатора, k_n^p , 6,65 и удельную расчетную теплоотдачу 1м² отопительного прибора (радиатора), q_n^p , 0,3, кВт/(м²·ч). Результаты расчета сведены в таблицу.

Таблица 1 - Результаты расчета элеватора

Наименование	Расчетная формула	Результат
Абонентское тепло, $Q_{аб}$, МВт	$Q_{аб} = Q_{вып} \cdot (1 - q_{сн} - q_c)$	0,447
Массовый расход воды циркулирующий в системе, G_1 , кг/с	$G_{аб} = \frac{Q_{аб}}{C_b \cdot (\tau_1 - \tau_2)}$	1,77
Объемный расход воды циркулирующий в системе, V_1 , м ³ /с	$V_{аб} = \frac{G_{аб}}{\rho_b}$	0,00177
Коэффициент смешения элеватора, u	$u = \frac{G_{аб}}{G_b}$	1,2
Расход подмеса элеватора, G_c , кг/с	$G_c = \frac{G_b}{1 + u}$	0,65
Температура воды на входе в подающий стояк отопительной системы, τ_3 , ⁰ С	$\tau_3 = \frac{\tau_1 + u \cdot \tau_2}{1 + u}$	97
Температурный перепад в отопительной системе θ' , ⁰ С	$\theta' = \tau_3 - \tau_2$	27
Температурный перепад в сети, $\delta\tau_0$, ⁰ С	$\delta\tau_0' = \tau_1 - \tau_2$	80
Температурный напор в нагревательных приборах отопительной	$\Delta t_0' = 0,5 \cdot (\tau_3 + \tau_2) - t_{в.р.}$	65,5
Относительная тепловая нагрузка, $\bar{Q}_0$	$\bar{Q}_0 = \frac{t_{в.р.} - t_{ср.в.}}{t_{в.р.} - t_{н.в.}}$	0,47

Наименование	Расчетная формула	Результат
Расчётная температура воды в подающем трубопроводе, $\tau_{01}, ^\circ\text{C}$	$\tau_{01} = t_{\text{в.р.}} + \Delta t'_0 \cdot Q_0^{0,8} + (\delta \tau'_0 - 0,5 \cdot \theta') \cdot Q_0$	85
Расчётная температура воды в обратном трубопроводе, $\tau_{02}, ^\circ\text{C}$	$\tau_{02} = t_{\text{в.р.}} + \Delta t'_0 \cdot Q_0^{0,8} - 0,5 \cdot \theta' \cdot Q_0$	47,5
Расчетное значение средней температуры теплоносителя в радиаторе, $t_n^p, ^\circ\text{C}$	$t_n^p = t_{\text{в.р.}} + \frac{q_n^p}{k_n^p}$	53
Сопротивление отопительной системы,	$S_c = \frac{\Delta P_c}{V_c^2}$	$28,4 \cdot 10^9$
Оптимальный диаметр камеры смещения, $d_3, \text{м}$	$d_3' = \frac{5}{\sqrt[4]{S_c}}$	$12 \cdot 10^{-3}$
Диаметр выходного сечения сопла элеватора, $d_1, \text{м}$	$d_1 = \frac{d_3}{(1 + \alpha) \cdot \sqrt{0,64 \cdot 10^{-3} \cdot S_c \cdot d_3^4 + 0,61 - 0,4 \cdot n \cdot \left(\frac{\alpha}{1 + \alpha}\right)^2}}$	$5 \cdot 10^{-3}$
Площадь выходного сечения насадки, $f_1, \text{м}^2$	$f_1 = \frac{V_{\text{зб}}}{\varphi_1}$	$22 \cdot 10^{-4}$
Перепад давлений в рабочем сопле элеватора, $\Delta P_p, \text{Па}$	$\Delta P_p = \frac{G_{\text{зб}}^2}{2 \cdot \varphi_1^2 \cdot f_1^2 \cdot \rho_{\text{в}}}$	506

В соответствии с расчётом, выбран элеватор №1, конструкции ВТИ – Теплосеть «Мосэнерго», с диаметром горловины $d_y=15$ мм, массой 8,1 кг, общей длиной $L=425$ мм, диаметром входного патрубка $d_{\text{вх.}} = 37$ мм, выходного $d_{\text{вых.}} = 51$ мм, подсоса $d_{\text{п.}} = 51$ мм, длиной сопла $L_c = 110$ мм.

Для совершенствования условий теплового комфорта абонентов Куйбышевского теплового района города Донецка, предлагаем на линии смещения элеватора, или в линию параллельную линии смещения элеватора, установить корректирующий центробежный насос в соответствии с рекомендациями [1]. Данное мероприятие позволит резко увеличить расход воды в системе отопления по сравнению с обычной элеваторной схемой.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Зингер Н.М., Белевич А.И. Исследование гидравлических характеристик струйного насоса (элеватора) с переменным сечением сопла //Теплоэнергетика. 1984. № 1. С. 43-46.

К ВОПРОСУ ОБ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛОТЫ УХОДЯЩИХ ГАЗОВ ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ

Н.Г. Платохина, Ю.А. Боев, Е.К. Сафонова
Донецкий национальный технический университет

В работе проведен расчет допустимой поверхности нагрева утилизационного водогрейного теплообменника ТУВ-16-10 при оптимальных нагрузках котла для определения возможности повышения эффективности его работы и снижения нерациональных потерь тепла.

Ключевые слова: ОТХОДЯЩИЕ ГАЗЫ, ПОВЕРХНОСТНЫЙ ТЕПЛООБМЕННИК, ПОВЕРХНОСТЬ НАГРЕВА

In work calculation is carried out allowable heating surface of the heat recovery water heat exchanger TUV-16-10 at the optimum boiler loads to determine the possibility of increasing the efficiency of its operation and to reduce the waste of heat.

Keywords: WASTE GASES, SURFACE HEAT EXCHANGER, HEATING SURFACE

При работе на газообразном топливе водогрейных котлов ТВГ-8м в номинальном режиме диапазон температуры отходящих газов составляет 120...140°C, что обеспечивает минимально возможные потери тепла с химическим недожогом и с отходящими газами на уровне 15-18 %. Принято считать такую температуру оптимальной для обеспечения минимальных затрат на изготовление и эксплуатацию котельного агрегата.

В связи с ростом цен на энергоносители возрастает необходимость в дальнейшем снижении нерациональных потерь тепла и электроэнергии. Одним из возможных энергоэффективных методов является применение утилизаторов тепла, в том числе поверхностных теплообменников, для снижения температуры отходящих газов

Наиболее целесообразным является выбор теплообменников, имеющих больший объем поверхности теплообмена при высоком коэффициенте теплопроводности [1], с учетом таких факторов, как: потребности в определенном виде теплоносителя (горячей воде для систем отопления и ГВС, нагретом воздухе, поступающем на горение в тепловой агрегат), стоимости топлива, возможности использования эффективных поверхностей нагрева и др. Один и тот же теплоутилизатор в разных системах будет работать с разной тепловой эффективностью.

Ряд ученых отмечает, что для повышения эффективности внедрения теплообменников необходимо обеспечить индивидуальный подход к каждому котлу в вопросах изоляции наружных газоходов и газоотводящих труб от возможной конденсации остаточных водяных паров при установке утилизатора. При этом необходимо обеспечить максимально возможное использование ВЭР. При установке теплоутилизатора предварительно рекомендуется изучить по факту использования заданного топлива процессы тепло- и массопереноса при движении охлажденных продуктов сгорания по газоходам котла.

Доказано, что система утилизации теплоты уходящих газов котельного агрегата повышает термодинамическую эффективность системы в случае ее применения для подогрева обратной теплосетевой воды на 12%, а в случае применения для подогрева и увлажнения дутьевого воздуха и подогрева обратной теплосетевой воды – на 31% [2].

Наиболее эффективным является поверхностный теплоутилизатор с оребренными трубами. Одним из таких утилизаторов является ТУВ-16-10, предназначенный для нагрева воды за счет утилизации тепла продуктов сгорания природного газа с запыленностью не более 0,5 мг/м³ в умеренном и холодном климате.

Использование этого утилизатора на котельной квартала №367 г. Донецка позволило обеспечить прирост КПД котла до 4,94 %, при этом температура уходящих газов снизилась при максимальной нагрузке со 183 до 92°С [3]. В котельной установлены водогрейные котлы ТВГ-8м, работающие в интервале нагрузок 500-1300 кгс/м². Теплообменник установлен в газоходе котла и его поверхность нагрева не изменяется.

Так как конструктивные параметры поверхности утилизатора зависят от температуры отходящих газов, необходимо знать оптимальные нагрузки котла, при которых размер поверхности нагрева установленного утилизатора будет соответствовать расчетному значению. Поэтому был проведен расчет допустимой поверхности нагрева утилизатора, соответствующей фактическому тепловому режиму.

Поверхность нагрева H зависит от расхода воды G и количества воспринятой ею теплоты Q .

$$H = \frac{Q}{k \cdot \Delta t_{cp}}$$

где Q – количество теплоты, Вт; Δt_{cp} – средний температурный напор, °С; k – коэффициент теплопередачи теплообменника, Вт/м²·°С.

Этим уравнением можно описать процесс передачи теплоты от горячего теплоносителя холодному, учитывающий теплоотдачу от горячего теплоносителя стенке, теплопроводность стенки и теплоотдачу от стенки к холодному теплоносителю.

Средний температурный напор определяется по формуле:

$$\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_g - \Delta t_m}{\ln \left(\frac{\Delta t_g}{\Delta t_m} \right)},$$

где Δt_g – наибольшая разность температур греющей и нагреваемой среды; Δt_m – наименьшая разность температур греющей и нагреваемой среды.

Количество теплоты, воспринятое водой:

$$Q = C \cdot m \cdot \Delta t, \text{ Вт}$$

где C – удельная теплоемкость воды, Дж/(кг·°С); m – массовый расход воды, кг/с; Δt – изменение температуры вещества, °С.

Коэффициент теплопередачи k был рассчитан по техническим характеристикам утилизатора при номинальной мощности по следующей формуле:

$$k = \frac{Q}{H \cdot t_{cp}}$$

В таблице 1 представлены исходные данные температур для расчета.

Таблица 1 - Исходные данные

Нагрузка котла, кгс/м ²	Температура отходящих газов, °С		Температура нагреваемой воды, °С	
	на входе	на выходе	на входе	на выходе
300	121,7	86,8	60,8	100,7
500	140,8	90	63,8	103,6
700	148,8	89,9	64,7	100,1
1000	167,3	90,5	65,3	97,8
1300	182,9	92,2	65,7	106,7

Ниже приведен расчет поверхности нагрева при нагрузке котла 300 кгс/м².

$$\Delta t_{cp} = \frac{(86,8 - 60,8) - (121,7 - 100,7)}{\ln \frac{(86,8 - 60,8)}{(121,7 - 100,7)}} = 23,32 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$Q = 4190 \cdot 0,46 \cdot (100,7 - 60,8) = 76903 \text{ Вт}$$

Тогда поверхность нагрева будет равна:

$$H = \frac{76903}{1204 \cdot 23,32} = 2,73 \text{ м}^2$$

Процент отклонения рассчитанной поверхности нагрева от фактической:

$$\delta = \left| \frac{H^{\Phi} - H^{\text{расч}}}{H^{\Phi}} \right| \cdot 100\% = \left| \frac{6,3 - 2,73}{6,3} \right| \cdot 100\% = 57\%$$

Аналогичным образом был произведен расчет при нагрузках 500, 700, 1000 и 1300 кгс/м². Результаты расчета сведены в таблицу 2.

Таблица 2 - Результаты расчета.

Нагрузка котла, кгс/м ²	Расход теплоносителя		Количество теплоты Q, Вт	Рассчитанная поверхность нагрева, м ²	Отклонение от фактической поверхности нагрева, %
	объемный, м ³ /ч	массовый, кг/с			
300	1,67	0,46	76903	2,7	57%
500	3,53	0,98	163427	4,3	32%
700	5,21	1,45	215073	5,0	21%
1000	7,74	2,15	292776	5,6	11%
1300	9,03	2,5	429475	7,6	21%

Таким образом для получения эффективных результатов работы утилизатора с минимальными тепловыми потерями нагрузка водогрейного котла должна быть не ниже 1000 кгс/м², обеспечивающая расход воды G=7,74 м³/ч и температуру отходящих газов t_{ог} = 90,5 °С.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Аронов И. З., Пресич Г. А. Контактный экономайзер для нагрева воды. В кн.: Санитарная техника. Вып.1. Киев, Будівельник, 1965, с.65-71.
2. Фиалко Н. М., Степанова А. И., Пресич Г. А., Навродская Р. А., Шеренковский Ю. В., Гнедаш Г. А., Валецкая О. Е. Термодинамическая оптимизация и анализ эффективности теплоутилизационных систем котельных агрегатов // Промышленная теплотехника. 2012. т.34. №2.
3. Платохина Н. Г., Завгородний К. А. «Повышение эффективности котельной путем утилизации тепла отходящих газов» // Металлургия XXI столетия глазами молодых / Материалы II Международной научно-практической конференции студентов. - Донецк: ДонНТУ, 2016. - 306 с.

ТЕХНОЛОГИЯ ОСУШЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ЕЕ РАСЧЕТ ДЛЯ ПЕСЧАНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД ДРЕНАЖНЫМИ ТРАНШЕЯМИ

А.С. Омшарук, Ф.Г. Халявкин

Белорусский национальный технический университет

В статье приведен анализ существующих способов дренажа песчаных пород. Изложена технология осушения месторождений строительных горных пород разрезными траншеями. Приведена методика расчета основных параметров предлагаемой системы осушения.

Ключевые слова: ОСУШЕНИЕ ПЕСЧАНЫХ ПОРОД, ТРАНШЕИ, ДРЕНАЖ

The article provides an analysis of existing methods of drainage minerals. The technology of drainage construction fields, rocks is the split trenches being built in preparation for field operation. The technique and examples of race-couple the basic parameters of the proposed drainage system.

Keywords: DEHYDRATION OF SAND BREED, TRANSSCHE, DRAIN

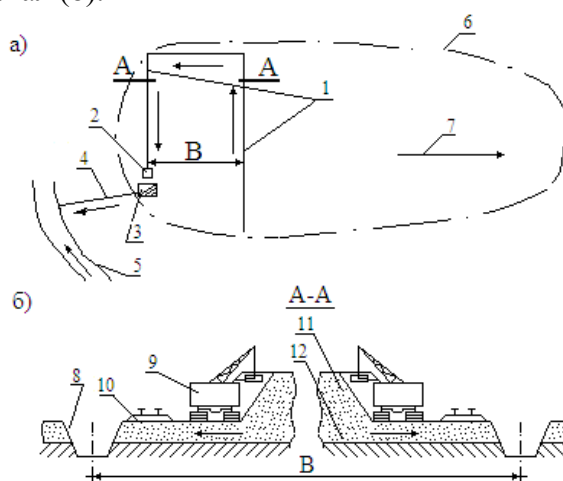
Введение Осушение обводненных месторождений полезных ископаемых является одним из важнейших процессов подготовки горных пород к выемке, проводится с целью возможности применения в карьере машин и механизмов, обеспечения необходимого качества добываемого сырья и обеспечения безопасности проводимых в карьере работ.

Эффективность осушения карьерных и шахтных полей зависит от литологического состава горных пород, вмещающих полезное ископаемое, мощности и числа водоносных горизонтов, способа разработки и порядка ведения работ. На эффективность разработки месторождений существенное влияние оказывают гидрогеологические факторы: подток подземных и талых вод, выпадение ливневых дождей, внезапные прорывы в горные выработки подземных вод.

Анализ существующих способов дренажа полезных ископаемых. Дренаж карьеров и шахт производится с применением различных устройств и установок: водопонижающими и поглощающими скважинами, открытыми каналами и закрытыми дренами и др. Проектирование дренажа начинают с фильтрационных расчетов. При этом определяют общий приток воды к горной выработке на различные моменты времени, обосновывают необходимость применения дренажа, типа и количества дренажных устройств с расположением их в плане и в вертикальной плоскости. Все фильтрационные расчеты базируются на следующих гидрогеологических параметрах, устанавливаемых на основании геологических и гидрогеологических изысканий: мощность и напоры водоносных пластов, расстояния до границ их питания, коэффициенты фильтрации, водоотдачи, уровнепроводности и пьезопроводности, а также радиусы влияния этих дренажных сооружений.

Результаты исследований. Известно, что любая горная выработка, в том числе и разрезная траншея является в той или иной степени дренажным сооружением, снижающим уровень грунтовых вод на расстояние радиуса их влияния. В связи с этим предлагается технология дренажа водообильных и сравнительно больших по площади месторождений строительных горных пород с помощью двух и более разрезных траншей (рисунок 1). Кроме разрезных (дренажных) траншей (1), соединенных каналом, в состав дренажной системы входят водосборник (зумпф) (2), насосная

станция (3), водоотливной канал (4), водоприемник (5), фильтрующий слой (12) и водоперехватывающий канал (8).



1 – разрезные (дренажные) траншеи; 2 – водосборник (зумпф); 3 – насосная станция; 4 – водоотливной канал; 5 – водоприемник (река); 6 – граница горного отвода; 7 – направление фронта работ; 8 – канал; 9 – экскаватор; 10 – ж.д. путь; 11 – уступ; 12 – фильтрующий слой

Рис. 1 – Схема дренажа полезного ископаемого разрезными траншеями:

a – план, *б* – разрез по А-А

Система работает следующим образом. Вода, поступающая из разрабатываемого массива, движется по фильтрующему слою, поступает в канал и отводится в водосборник. По мере наполнения водосборника автоматически включается насосная станция и вода откачивается на поверхность в водоотливной канал, по которому самотеком отводится в водоприемник.

Основные расчеты данной системы сводятся к определению расстояния между разрезными траншеями, величины потока воды в каждую из траншей, мощности привода насосной станции, выбору марки двигателя и насоса. Для определения расстояния между разрезными траншеями составляют расчетную схему (рисунок 2).

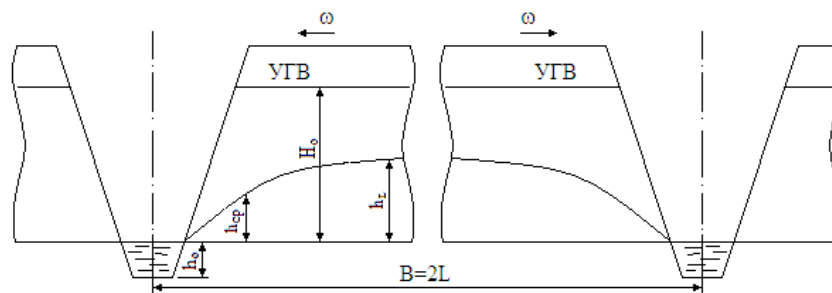


Рисунок 2 – Расчетная схема для определения расстояния между разрезными траншеями

Для математического описания этой схемы используют обобщенное уравнение Буссинеска

$$\frac{d}{dx} \left(k_1 h_{cp} \frac{dh}{dx} \right) - \frac{k_2}{m_2} (h - H_0) + \omega = \mu \frac{dh_{cp}}{dt}, \quad (1)$$

где k – коэффициент фильтрации горной породы, м/сут.;

h_{cp} – средняя величина напора воды, м;

H_0 – напор воды до строительства траншей, м;
 h_0 – глубина воды в водоотводном канале, м;
 t – время понижения уровня грунтовых вод (УГВ), сут.;
 ω – модуль поверхностного стока, м²/сут.;
 k_1, k_2 – соответственно, коэффициенты фильтрации добываемого полезного ископаемого и нижележащей горной породы мощностью m_2 , м/сут.;
 μ – коэффициент водоотдачи добываемого полезного ископаемого.

Данное дифференциальное уравнение является нелинейным и при решении практических задач его приводят к линейному виду, решая которое при краевых условиях $h_{(x,0)} = H_0$; $h_{(0,t)} = h_0$; $\frac{dh}{dx} = 0$ при $x = L, k_1 h \approx k h_{cp}$ Б.С. Шержуков получил зависимость, с помощью которой можно определить расстояние между совершенными разрезными (дренажными) траншеями

$$B = \pi \sqrt{\frac{k \cdot h_{cp} \cdot t}{\mu \cdot \ln \frac{4(H_0 - h_0)}{\pi(h_L - h_0 - H_0)}}}, \quad (2)$$

где B – расстояние между совершенными разрезными (дренажными) траншеями, м;

b_0 – величина напорного подпитывания, м³/сут.

При близком залегании водоупорного горизонта расстояние между траншеями можно определить по формуле Х.А. Писарькова

$$B = 2 \cdot \sqrt{\frac{k \cdot h_1 \cdot h_2 \cdot t}{\delta \cdot (h_1 - h_2) - e \cdot t + P_t}}, \quad (3)$$

где h_1, h_2 – соответственно начальный и конечный напоры воды, м;

δ – удельная водоотдача горной породы, величину которой определяют по формуле Г.Д. Эркина

$$\delta = 0,056 \cdot \sqrt{k} \cdot \sqrt[3]{h_1 - h_2}, \quad (4)$$

e – суммарное испарение воды с поверхности месторождения, м/сут.;

P_t – количество осадков, достигших поверхности месторождения за период t .

Анализируя выше приведенные формулы, следует отметить, чем больше водопроницаемость горной породы, тем больше водоотдача. Следовательно, большее количество воды требуется отводить с месторождения. Однако, при наличии испарения не всегда сохраняется такая зависимость.

В качестве примера приведены расчеты расстояния между разрезными траншеями по выше приведенным формулам при следующих исходных данных: коэффициент фильтрации $k = 9$ м/сут.; средняя величина напора воды $h_{cp} = 1,0$ м; напор воды до строительства траншей $H_0 = 10$ м; глубина воды в водоотводном канале $h_0 = 0,2$ м; коэффициент водоотдачи горной породы $\mu = 0,25$; величина снижения уровня воды $S = 9,8$ м; напор воды между траншеями через время t равен $h_L = 1,2$ м.

Радиус влияния траншей составит

$$R = 28 \cdot \sqrt{H_0 \cdot k} = 2 \cdot 9,8 \cdot \sqrt{10 \cdot 9} = 186, \text{ м} \quad (5)$$

Время понижения уровня грунтовых вод

$$t = \frac{R^2 \cdot \mu}{4 \cdot H_0 \cdot k} = \frac{186^2 \cdot 0,25}{4 \cdot 10 \cdot 9} = 24, \text{ сут.} \quad (6)$$

Расстояние между траншеями B , рассчитанное по упрощенной формуле (2), не учитывающей величины напорного подпитывания, притока воды за счет выпадения осадков и испарения влаги с поверхности месторождения, составит

$$B = \pi \cdot \sqrt{\frac{k \cdot h_{cp} \cdot t}{\mu \cdot \ln \frac{4 \cdot (H_0 - h_0)}{\pi \cdot (h_L - h_0)}}} = 3,14 \cdot \sqrt{\frac{9 \cdot 1,0 \cdot 24}{0,25 \cdot \ln \frac{4 \cdot (10 - 0,2)}{3,14 \cdot (1,2 - 0,2)}}} = 58, \text{ м}$$

Уравнение (3) в упрощенном виде приемлемо для определения расстояния между совершенными траншеями. Для тех же условий это расстояние составит

$$B = 2 \cdot \sqrt{\frac{k \cdot h_1 \cdot h_2 \cdot t}{\delta \cdot (h_1 - h_2)}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{9 \cdot 10 \cdot 1,2 \cdot 24}{0,35 \cdot (10 - 1,2)}} = 58, \text{ м}$$

$$\delta = 0,056 \cdot \sqrt{k} \cdot \sqrt[3]{h_1 - h_2} = 0,056 \cdot \sqrt{9} \cdot \sqrt[3]{10 - 1,2} = 0,35.$$

Результаты расчетов показали незначительное расхождение в определении расстояния между траншеями по формулам (2) и (3). Это расстояние составило 58 м.

Для траншей несовершенного типа их осушающее действие сильнее и расстояние между ними можно увеличить на 20-30 %.

Заключение. При открытом способе добычи полезных ископаемых в первую очередь строят разрезную траншею, которая одновременно может являться дренажным сооружением. В статье предлагается технология дренажа водообильных и сравнительно больших по площади месторождений строительных горных пород с помощью двух и более разрезных траншей. Приводится методика расчета основных параметров предлагаемой системы осушения.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Гальперин А.М. Гидрогеология и инженерная геология / А.М. Гальперин, В.С. Зайцев, Ю.А. Норватов.- М.: Недра, 1989. - 383 с.
2. Чирков А.С. Добыча и переработка строительных горных пород.- М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2001.- 623 с.

МОДЕРНИЗАЦИЯ УСТАНОВКИ ОСУШКИ И ОТБЕНЗИНИВАНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА АСТРАХАНСКОГО ГПЗ

А.С. Синюченко, А.В. Кипря

Донецкий национальный технический университет

В докладе проанализирована возможность модернизации установки осушки и отбензинивания природного газа с целью получения товарной продукции пониженной влажности, подобран оптимальный температурный режим поддержания требуемой динамической активности адсорбента.

Ключевые слова: АДСОРБЦИЯ, ЦЕОЛИТ, РЕГЕНЕРАЦИЯ, ОСУШКА, ТРУБЧАТАЯ ПЕЧЬ.

In the report was analyzed the ability to upgrade the unit for drying and topping of natural gas to produce marketable products low humidity, selected the optimum temperature regime maintain the required dynamic activity of the adsorbent.

Keywords: ADSORPTION, ZEOLITE, REGENERATION, DRY, TUBE FURNACE.

Физическая адсорбция – процесс поглощения газов (паров) или жидкостей поверхностью твердых тел (адсорбентов), что связано с наличием сил притяжения между молекулами пористого адсорбента и поглощаемого вещества. Адсорбция является одним из эффективных методов разделения смесей компонентов, различающихся размером и полярностью молекул. Она используется для осушки и очистки газов и жидкостей.

В промышленных условиях процессы адсорбции целевых компонентов осуществляются путем пропускания газового потока через неподвижный (стационарный) слой адсорбента, т.е. имеет место так называемая динамическая адсорбция. В этих условиях поглощение компонентов из газового потока происходит из каналов, образуемых гранулами адсорбента и ограничивается адсорбционной емкостью слоя.

Согласно теории адсорбции, разработанной Н.А. Шиловым и подтвержденной рядом экспериментов, насыщение адсорбента происходит послойно. При прохождении газового потока через слой адсорбента сначала происходит полное насыщение фронтального участка слоя адсорбента, после чего газовый поток «проскакивает» через этот участок практически без изменения (отсутствует массообмен), а «работающий слой» постепенно перемещается в направлении движения газового потока. После полного насыщения всего слоя адсорбента происходит «проскок» всех компонентов через слой адсорбента.

Широкое применение в качестве адсорбентов нашли цеолиты - алюмосиликаты, содержащие в своем составе оксиды щелочных и щелочноземельных металлов. Цеолиты отличаются строго регулярной структурой пор, которые в обычных температурных условиях заполнены молекулами воды.

Цеолиты (молекулярные сита) – синтетические или природные адсорбенты с регулярной кристаллической структурой пор, представляющие собой алюмосиликаты натрия, калия или других элементов. Общая химическая формула цеолитов $Me_{2/n}O \cdot Al_2O_3 \cdot xSiO_2 \cdot yH_2O$, где Me – катион щелочного металла; n – его валентность. В качестве катионов в состав природных цеолитов обычно входят натрий, калий, кальций, реже магний, барий, стронций.

Синтетические цеолиты обладают также уникальным свойством

сопоставимости диаметра входных окон в полости цеолита с размером молекул извлекаемой примеси, что позволяет осуществлять селективную адсорбцию. Это свойство молекулярных сит применяется в настоящей схеме секции глубокой осушки газа установки У174.

В промышленности, как правило, используются цеолиты, полученные синтетическим путем - гидротермальной кристаллизацией щелочных алюмосиликагелей. Цеолиты обеспечивают самую высокую степень осушки: точка росы осушенного газа может достигать - 80 °С. Наиболее широкое применение в газовой промышленности нашли цеолиты NaX и NaA с диаметрами входных окон 9-10 Å и 4Å соответственно.

Если ставится задача только по осушке газа, то целесообразно применять цеолит типа NaA со средним диаметром пор 4 Å наиболее эффективна в случае малого содержания водяных паров в исходной смеси углеводородов. При этом пропан и более тяжелые углеводороды не адсорбируются на указанных цеолитах, а глубина осушки максимальна. В зарубежной научно-технической литературе описано значительное количество промышленных установок осушки и очистки природных газов с применением в качестве адсорбентов синтетических цеолитов.

Обычно скорость собственно адсорбции велика и не лимитирует процесса в целом. Поэтому скорость процесса адсорбции обычно лимитируется скоростями внешней диффузии (для жидких сред) и внутренней диффузии (для газов).

На цеолите из разделяемой смеси адсорбируются все ее компоненты с размерами молекул меньше диаметра микропор цеолита. Чем выше полярность компонента газовой смеси (наибольшая у воды), тем активнее он адсорбируется.

Динамическая адсорбционная емкость цеолита по воде является одной из важнейших физико-технических характеристик. Данная величина характеризует массу адсорбированного вещества на единицу массы адсорбента в динамических условиях. Динамическая адсорбционная емкость – величина переменная и зависит от многих факторов: концентрации адсорбируемого вещества, размеров адсорбера, температуры и давления адсорбции.

Важным фактором для поддержания динамической адсорбционной емкости цеолитов на высоком уровне является полнота десорбции поглощенных компонентов. Она регулируется режимом регенерации (температура, давление, расход газа регенерации, время регенерации). Имеет значение также влажность газа регенерации. Режим регенерации должен выбираться таким образом, чтобы полнота десорбции целевого компонента составляла не менее 90 %.

После того, как адсорбционная емкость цеолита по извлекаемым компонентам будет исчерпана, требуется их регенерация. Поэтому для обеспечения непрерывной работы адсорбционной установки необходимо иметь в системе более одного адсорбера для того, чтобы по меньшей мере, один из них работал в режиме адсорбции, а другой (или другие) проходил подготовку к следующему адсорбционному циклу (регенерация охлаждение (и возможно ожидание)). Регенерацию цеолитов чаще всего осуществляют путем продувки слоя частью очищенного газа, нагретого до требуемой температуры десорбции поглощенных компонентов. Экономичность промышленного адсорбционного разделения зависит от режима регенерации адсорбента, с которым связана существенная часть энергозатрат.

Время, необходимое для проведения регенерации адсорбента, значительно меньше, чем время, затрачиваемое на стадию адсорбции, вследствие того, что этот процесс протекает при более высокой температуре и меньшей вязкости среды. В результате десорбции адсорбционная способность адсорбента может восстанавливаться

полностью или частично. В ряде случаев оправдано неполное восстановление, так как при этом сокращаются эксплуатационные затраты.

При технологическом моделировании адсорбционных процессов исходными параметрами служат расход и состав смеси, поступающей на адсорбционное разделение, свойства сорбента, условия, при которых должны протекать стадии адсорбции и регенерации, предельно допустимая концентрация извлекаемого компонента в очищенном продукте.

Цель моделирования - определение основных размеров адсорбера (диаметра и высоты слоя сорбента), продолжительности стадий адсорбции и регенерации, числа адсорберов, при котором может быть обеспечена циклично- непрерывная работа всей установки.

Вследствие сложности явлений, протекающих при адсорбции, и их взаимосвязи полное математическое описание, пригодное для инженерных расчетов диффузионных процессов при адсорбции, отсутствует. В литературе приводятся многочисленные методики расчета адсорбционной очистки, основанные на использовании констант и зависимостей, полученных в ходе экспериментальных исследований этого процесса.

Для расчета технологических параметров стадий и процесса в целом, использовалась программа моделирования химико-технологических процессов GIBBS.

Расчет термодинамических свойств многокомпонентных смесей осуществлялся на базе уравнения состояния Пенга-Робинсона.

Перевод секции осушки установки У174 на работу по 3-х адсорберной схеме позволит оптимизировать схему регенерации за счет рационального использования тепла при охлаждении слоя адсорбента.

Дополнительная рекуперация тепла позволит улучшить технико-экономические показатели за счет рационального использования энергетических ресурсов, применения нового высокоэффективного оборудования (в случае использования адсорберов с внутренней теплоизоляцией).

Реконструкция предполагает максимальное использование существующего оборудования.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Кельцев Н.В.* Основы адсорбционной техники. - М.: «Химия», 1976. - 512 с.
2. *Жданова Н.В., Халиф А.Л.* Осушка углеводородных газов. - М.: «Химия», 1984. - 192 с.
3. *Дытнерский Ю.И.* Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию / Ю.И. Дытнерский, Г.С. Борисов, В.П. Брыков и др. – М: Химия, 1991. – 496 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА ТЕРМИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕЙ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ ВСЕХ ПРОДУКТОВ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ПИРОЛИЗА

С.Г. Лысенко, В.А. Печень Л.Ф. Бутузова
Донецкий национальный технический университет

В докладе проанализирован пиролиз твёрдого топлива с получением твёрдых, жидких и газообразных веществ. Установлены продукты пиролиза и представлена схема пиролиза твёрдого топлива.

Ключевые слова: ПИРОЛИЗ, ОРГАНИЧЕСКОЕ ТОПЛИВО, УГОЛЬ, КОКС, ПИРОЛИЗНЫЙ ГАЗ.

In the report the possibility of pyrolysis of solid fuel with receiving solid, liquid and gaseous substances. Installed products of pyrolysis and represent the diagram of pyrolysis of solid fuel.

Keywords: PYROLISIS, FUEL, COAL, COKE, PYROLYSIS GAS.

Пиролиз — термическое разложение органических и многих неорганических соединений. В более широком смысле — разложение любых соединений на составляющие менее тяжёлые молекулы или химические элементы под действием повышенной температуры.

Пиролиз твердого топлива, имеет ту же сущность. При расщеплении макромолекул твердого топлива образуется обогащенная углеродом твердая фаза (кокс, твёрдый остаток) и газовая, содержащая пары углеводородов. При пиролизе происходят сложные химические превращения, в результате которых образуются новые соединения. Различные виды пиролиза твердого топлива, прежде всего, коксование каменных углей, служат основой отдельных отраслей промышленности. Прежде всего, коксохимическая промышленность. Помимо коксования, к процессам пиролиза твердого топлива относятся полукоксование ископаемого твердого топлива и другие современные модернизированные процессы.

Кокс, который сегодня используется, в основном в таких отраслях как черная и цветная металлургия. Кокс является более обогащённым углеродом материалом, чем исходный каменный уголь, поэтому именно его используют для выплавки металлов.

Однако кокс, хотя он и является основным продуктом пиролиза каменного угля, это далеко не самое ценное, что можно извлечь из этого природного ископаемого. Побочным продуктом коксования является парогазовая смесь, которая содержит множество химических соединений. Данную смесь после конденсации разделяют на жидкую и газообразную составляющие, из которых, в свою очередь, можно получить сотни химических соединений, прежде всего, конденсированных ароматических соединений

Основным жидким продуктом пиролиза каменного угля является каменноугольная смола - черный жидкий продукт, представляющий собой сложную смесь органических соединений. Из каменноугольной смолы путем дальнейшей переработки получают такие вещества, как:

- 1) Фенолы
- 2) Нафталины
- 3) Антрацены, фенантроны и др.
- 4) Различные гетероциклические соединения
- 5) Технические масла

6) Синтетическое топливо

Однако, стоит отметить тот факт, что получаемые путем пиролиза каменного угля масла и жидкие топлива являются непригодными для использования в двигателях внутреннего сгорания, поскольку они содержат в своем составе много примесей. По этой причине данные продукты пиролиза для дальнейшего использования нуждаются в дополнительной очистке. Газообразным продуктом пиролиза каменного угля является, так называемый, пиролизный газ, представляющий собой смесь горючих химических соединений. Во многих странах мира пиролизный газ сегодня используется как альтернативный источник энергии, в первую очередь, тепловой.

Если для нас эта технология достаточно новая, то в некоторых европейских странах пиролизный газ уже давно стал привычным топливом. Помимо этого, пиролизный газ, также как и каменноугольную смолу, можно использовать и для получения различных химических соединений. Создание оптимальных условий и новых вариантов пиролиза для переработки конкретных углей требует проведения лабораторных испытаний. Существующие установки (пластометрия, технические, элементные анализы и др.) не позволяют собрать и проанализировать все продукты высокотемпературного пиролиза.

Целью работы является создание лабораторной для высокотемпературного пиролиза (коксования) угля, позволяющей получать твёрдый остаток, смолу и коксовый газ.

На рисунке 1 изображена принципиальная схема предлагаемой установки.

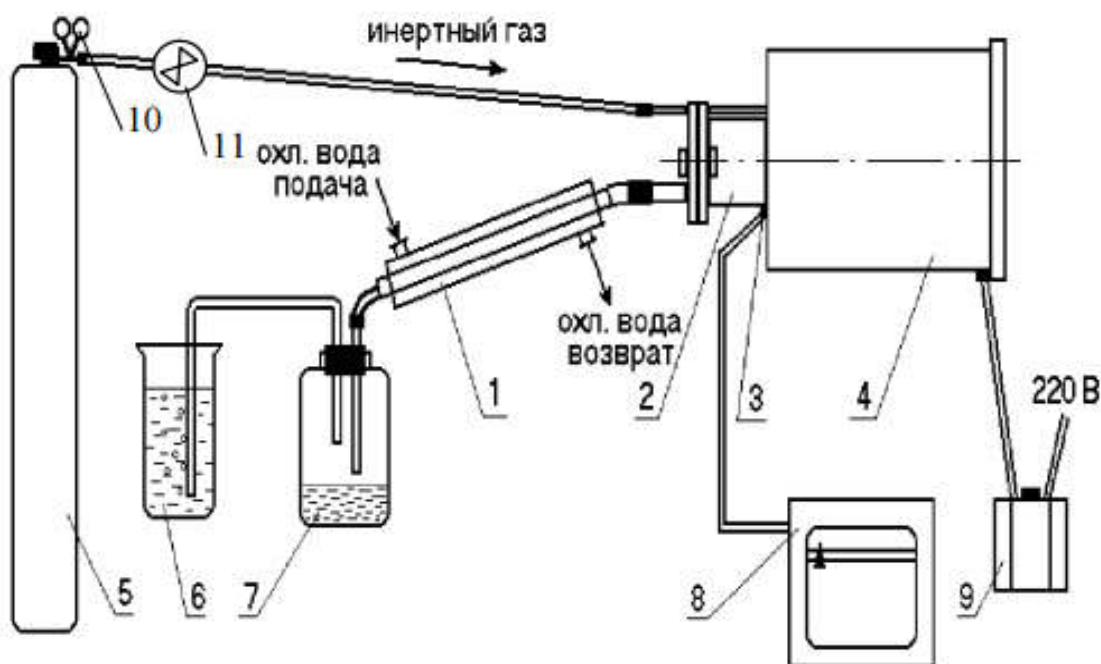


Рис. 1 – Схема лабораторной установки высокотемпературного пиролиза

Установка состоит из: 1 – холодильник; 2 – реактор; 3 – термопара; 4 – печь; 5 – баллон с газом; 6 – поглотительная емкость; 7 – емкость для сбора жидкой фракции; 8 – резистор; 9 – трансформатор; 10 – редуктор; 11 – задвижка.

Для выполнения работы предварительно измельченные угли взвешиваются и загружаются в пиролизный реактор 2. Сверху реактор закрывается крышкой, которая плотно прижимается к реактору с помощью крепежных болтов. К

холодильнику присоединяется взвешенная на технических весах емкость для сбора жидкой фракции 7. Трубчатая печь разогревается до требуемой температуры (температура устанавливается с помощью трансформатора 9). Реактор с углём помещается в трубчатую печь 4, и к нему с помощью соединительных трубок присоединяются холодильник и трубка подачи газа из баллона 5. После этого открывают баллон с газом 5 и с помощью редуктора 10 и задвижки 11 устанавливают требуемый расход газа. После появления пузырьков газа в сосуде 6 начинают отсчет времени пиролиза. Требуемая температура процесса создается трубчатой печью 4, которая через автотрансформатор 9 подсоединена к сети. Температура в реакторе контролируется термопарой 3, соединенной с резистором 8. Жидкие и газообразные продукты пиролиза отводятся через холодильник 1 в емкость 7.

На данном этапе выполнены расчёты и изготовлена трубчатая печь. В таблице 1 выбираем мощность трубчатых печей с обмоткой из нихромовой спирали. Исходя из заданной температуры, выбираем диаметр трубки $d=20\text{мм}$, длину трубки $l=600\text{мм}$, мощность $N=1600\text{Вт}$.

Табл. 1 - Данные по расчёту трубчатой печи

Внутренние размеры трубы, мм		Максимальная температура, $^{\circ}\text{C}$	Мощность в ваттах при температуре				
Диаметр, мм	Длина, мм		800	850	900	950	1000
20	220	900	350	500	750	-	-
20	250	900	400	550	750	-	-
20	450	950	550	750	1000	1200	-
20	600	1000	750	900	1100	1300	1600

В таблице 2 выбираем максимально допустимую силу тока $I=25,5\text{ А}$ для нихромовой проволоки. Исходя из заданного диаметра проволоки $d=2\text{мм}$.

Табл. 2 - Данные по расчёту силы тока трубчатой печи

Диаметр проволоки, мм	Допустимая сила тока, А
1,0	11,0
1,2	14,0
1,4	17,0
1,6	20,0
1,8	23,0
2,0	25,5
2,2	28,0

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Дытнерский, Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: учеб. для химико-технологич. спец. вузов. – Москва: Химия. 2002г.
2. К.В. Чмутов. Техник физико-химического исследования. Москва 1954г.

СИСТЕМА БЕСПЕРЕБОЙНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛИЩНОГО ФОНДА

В.С. Сюзяева, З.З. Малинина

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

В докладе проанализирована возможность создания системы бесперебойного водоснабжения жилищного фонда и разработана схема бесперебойного водоснабжения, предусматривающая создание запасов воды в накопительно-раздаточных емкостях.

Ключевые слова: ЖИЛИЩНЫЙ ФОНД, БЕСПЕРЕБОЙНОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ЗАПАС ВОДЫ, НАКОПИТЕЛЬНО-РАЗДАТОЧНЫЕ ЕМКОСТИ

In the report the possibility of creating an uninterrupted water supply system was analyzed and a scheme of uninterrupted water supply has been developed. In some areas the supply of water is stored in storage and distribution facilities.

Keywords: HOUSING FUND, UNINTERRUPTED WATER SUPPLY, REFUGEES, ACCUMULATING-SPREADING TANKS

Во многих местах проживания человека, как постоянного, так и временного (вахтовый метод), остро стоит вопрос связанный с водоснабжением. Источники воды, не имеющие достаточных резервных возможностей, не могут обеспечить жилища людей бесперебойной подачей воды. Вода подается с перебоями. Во многих районах установлен дискретный режим водоснабжения. Сегодня обеспечение бесперебойного водоснабжения является актуальной задачей для отдельных районов, но в скором будущем это может стать серьезной проблемой для большинства регионов проживания людей.

Принципиально возможны два пути решения проблемы бесперебойного водоснабжения: создание запасов воды или использование регенерационных процессов для воспроизводства воды.

Использование регенерационных процессов для воспроизводства воды в коммунальном хозяйстве сегодня невозможно в связи с их сложностью. Поэтому широкое распространение для бесперебойного водоснабжения находят устройства и системы, в которых предусматривается создание запасов воды в накопительно-раздаточных емкостях (накопителях воды) с последующей раздачей накопленной воды потребителям в случае перебоев основного водоснабжения.

Накопительная система водоснабжения включает: накопитель воды, магистраль подачи воды в накопитель, магистраль раздачи воды из накопителя потребителям и средство управления системой.

Характерной особенностью таких устройств и систем бесперебойного водоснабжения является спрос на них для самых разнообразных условий эксплуатации. Такие устройства и системы необходимы для бесперебойного водоснабжения, как отдельной квартиры, так и группы квартир (подъезд дома), всего дома, группы домов. Понятно, что возможности накопления воды в системах в указанных случаях должны существенно отличаться. Практически для каждого случая необходима разработка и сооружение индивидуальной системы. К примеру, известная система водоснабжения [1], включает накопители воды, магистраль наполнения их водой, магистраль раздачи воды из накопителя. Количество накопителей воды в системе равно количеству пользователей воды. Каждый накопитель воды снабжен клапаном, который управляет верхним уровнем воды в накопителе. Система содержит пульт розлива воды, через который подключается приспособление наполнения системы водой и выводится

информация об объеме использованной воды каждым пользователем. Приспособление для наполнения системы водой представляет собой передвижную раздаточную емкость, которая присоединяется к пульту розлива воды с помощью гибкого трубопровода. Модифицированная система включает магистраль подачи воды с датчиком давления и блоком подготовки воды, накопитель с датчиком уровня воды, магистраль раздачи воды, блок управления и характеризуется тем, что дополнительно снабжена регулятором расхода воды и управляемым вентилем, включенным в магистраль подачи воды, водным затвором, вакуумным насосом и отсекающим клапаном. Водный затвор, выполненный в виде емкости, открытой сверху и расположенной под накопителем, с отверстиями для подведения и вывода воды, первый из которых соединен с магистралью подачи, а второй - с магистралью раздачи воды, накопитель выполнен в виде емкости с открытой горловиной отверстием в корпусе, расположенным с противоположной от горловины стороне и соединенным через отсекающий клапан с вакуумным насосом.

Однако, несмотря на высокий уровень техники, полностью отсутствуют сведения об унифицированных устройствах и системах бесперебойного водоснабжения, которые могли бы использоваться без существенных изменений в различных условиях их использования. Предложенная в нашем докладе система водоснабжения [2], подобно описанным выше системам содержит емкость для резервирования воды, магистраль подачи воды и магистраль раздачи воды.

Магистраль подачи воды состоит из серии водозаборных трубопроводов, присоединенных к единому трубопроводу. Серия водозаборных трубопроводов обеспечивает возможность набора воды в систему из разных источников воды. Вода, поступающая по единому трубопроводу, проходит через блок анализа качества воды. О наличии воды в трубопроводе сигнализирует датчик давления. Вода после анализа ее качества поступает в блок подготовки воды. Из блока подготовки вода поступает в емкость резервирования (накопитель воды).

Магистраль раздачи воды состоит из насоса, водораздаточных трубопроводов для подачи воды потребителям. К потребителям вода может поступать подогретой с помощью, например, электрообогревателей неконтактного типа непосредственно перед раздачей.

Все указанные выше узлы и элементы системы водоснабжения осуществляют свою работу по команде блока управления. В блок управления поступают сигналы от датчика давления, блока анализа качества воды, от датчика уровня воды. Блок управления анализирует сигналы и вырабатывает команды в зависимости от ситуации, которая создается в тот или иной момент при заборе воды.

Если забор воды проходит удовлетворительно, то вода проходит все стадии в магистрали подачи воды, далее проходит через накопитель воды к потребителям. Накопитель воды постоянно находится в наполненном состоянии. Если при заборе воды возникнут перебои, то блок управления вырабатывает информационный сигнал и на периоды перерывов включает насос для раздачи воды потребителям за счет воды, зарезервированной в накопителе.

Как уже было отмечено, описанные в примере [1] действующие системы не являются унифицированными для различных условий использования в зависимости от расхода воды потребителями (отдельная квартира, группа квартир, дом, группа домов), а также от особенностей режима основного водоснабжения (продолжительность перебоев в подаче воды). При логическом же подходе к решению задачи бесперебойного водоснабжения следует, что чем больше потребителей воды подключено к системе, и чем больше продолжительность перебоев в подаче воды, тем

большими возможностями должна обладать система накопления воды в общей системе водоснабжения. Опыт показывает, что система, в которой накопитель воды выполнен в виде единого резервуара заданного объема, принципиально не может быть унифицированной для различных условий эксплуатации. Такая система может быть оптимальной только для определенных условий расхода воды и особенностей основного водоснабжения. В других случаях возможности накопления воды в такой системе будут недостаточными или избыточными, что требует сооружения индивидуальной системы водоснабжения для каждого конкретного случая.

В основу разработанной нами модели поставлена задача усовершенствования системы водоснабжения, в которой конструктивные особенности обеспечивают унификацию системы для различных условий использования, которые отличаются затратами воды и режимом основного водоснабжения.

Поставленная задача решена за счет того, что в системе водоснабжения, которая включает накопитель воды, магистраль подачи воды в накопитель, магистраль раздачи воды из накопителя потребителям и средств управления системой, накопитель воды выполнен как набор модулей в виде емкостей, полости которых соединены между собой с образованием единого объема накопителя воды.

Существенные свойства модели находятся в причинно-следственной связи с техническим результатом, который достигается: так изменение свойств накопителя воды, а именно использование накопителя, выполненного как набор модулей в виде емкостей, полости которых соединены между собой с образованием единого объема накопителя воды в совокупности с остальными существенными признаками, обеспечивает унификацию системы для различных условий использования, которые отличаются затратами воды и режимом основного водоснабжения.

Такой эффект объясняется тем, что модульное исполнение накопителя воды (накопитель воды представляет собой набор модулей в виде емкостей, полости которых соединены между собой с образованием единого объема) позволяет изменять возможности накопления воды в системе для различных условий ее использования простым увеличением или уменьшением количества модулей без существенных изменений системы, что обеспечивает унификацию системы. При сооружении системы водоснабжения рассчитывают и монтируют необходимое количество модулей в зависимости от расхода воды и особенностей основного водоснабжения. Кроме того, в уже существующих системах, построенных по указанному принципу, путем простого увеличения или уменьшения количества модулей обеспечиваются оптимальные возможности накопления воды в системе при изменении условий потребления воды или режима основного водоснабжения.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Пат. (19)Ru (11)2288999 Российская Федерация, 51(МПК) (13)C1 E03B1/04. (54) Способ водоснабжения и система для его осуществления Текст / Девяткин В.А., Серебренников С.Ю., Сакунков М.Л., Батракова Г.М.; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пермский государственный технический университет»; заявл. 28.04.2005; опубл. 10.12.2006.

2. Пат. (11)37836 Україна, (51)МПК(2006). E0B1/00. (54) Система водопостачання Текст / Малінін Ю.Ю., ПА, Малиніна З.З., ПА, Малініна Т.Ю., ПА; заявник и патентотримувач Малінін Ю.Ю., ИД, Малиніна З.З., НА, Малініна Т.Ю., ПА; заявл. 07.07.2008; опубл. 10.12.2008, Бюл. №23, 2008р.

ИНГИБИРОВАНИЕ ПОЛИСТИРОЛЬНЫХ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ СЛОЖНОЭФИРНЫМИ ГРУППИРОВКАМИ И ПОБОЧНЫМИ ПРОДУКТАМИ КОКСОХИМИИ

В.В. Горяинов, С.И. Сохина

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

Рассматривается проблема создания новых противокоррозионных материалов на основе модифицированных полистирольных композиций при использовании вторичных продуктов коксохимических производств, с заданными показателями долговечности, работающих в среднеагрессивных производственных средах. Оптимизация состава противокоррозионной модифицированной композиции выполнена с учетом требований отечественных и международных стандартов, результатов ускоренных коррозионных испытаний.

Ключевые слова: ПРОТИКОРОЗИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ; ПОЛИСТИРОЛЬНЫЕ КОМПОЗИЦИИ, МОДИФИКАЦИЯ, ПРОДУКТЫ КОКСОВАНИЯ УГЛЕЙ, ЭФИРЫ ФТАЛЕВОЙ КИСЛОТЫ.

The paper deals with the problem of development of the new anticorrosive materials with the specified durability indices on the basis of the modified polystyrene compositions with the use of by-product coke plant after-products. The given materials are proposed to be used in industrial environments of the medium corrosiveness degree. Optimization of structure of the modified anticorrosive composition is performed taking into account the requirements of domestic and international standards and the results of the accelerated corrosion tests.

Key words: ANTICORROSIVE MATERIALS; POLYSTYRENE COMPOSITIONS; MODIFICATION; AFTER-PRODUCTS; POLYETHER OF PHTHALIC ACID.

Широко используемые суспензионные стирольные полимеры обладают рядом характеристик, которые делают их привлекательными для использования в качестве пленкообразователей в полистирольных красках.

Однако суспензионные полистирольные смолы, продукт полимеризации стирола, обладают малой адгезией, образуют хрупкие пленки, растворяются в ограниченном числе растворителей. Поэтому полистирольные лаки в чистом виде используют редко. Для получения пленкообразователя с заданными свойствами более широко используют сополимеры стирола с другими мономерами. Так, сополимеризацией стирола и дивинила (бутадиена) получают дивинилстирольные латексы, водные эмульсии которых применяют для производства водоэмульсионных красок, используемых в строительстве для внутренних работ по штукатурке, древесине и т.п. Такие краски обладают высоким содержанием сухого остатка (свыше 50%), сохнут при температуре 18...20°C в течение 6 часов и образуют покрытия, более прочные к истиранию и действию химических реагентов.

Такие покрытия на основе полистирольных красок имеют низкие физико-механические свойства по металлу (низкие показатели адгезии и прочности пленки к удару), что не позволяет использовать данные материалы для защиты металлических конструкций от коррозии.

В данной работе рассмотрена модификация суспензионных стирольных полимеров побочными продуктами химической и коксохимической промышленности для получения противокоррозионных композиций с более высокими защитными и физико-механическими свойствами для средне- и сильноагрессивных сред.

В качестве растворителя полистирола использована инден-кумароновая фракция (ИКФ), как вторичный продукт бензольного отделения при коксовании угля (содержание смолообразующих компонентов до 50%).

Модификация полистиролов проводилась полиэфирами фталевой кислоты, макромолекулы которых получены в присутствии полиэтиленполиамин (ПЭПА) непосредственно в процессе изготовления композиции перед нанесением на металлическую поверхность.

Испытания защитных свойств покрытий на основе модифицированных и не модифицированных полистирольных композиций (табл.1) проводили методом ускоренных испытаний на стойкость к статическому воздействию жидких коррозионных сред по ГОСТ 9.403-80 (табл.2). Для определения срока службы покрытий (табл.3) проведены испытания на искусственное старение по ISO 12944-6

Таблица 1 - Составы противокоррозионных композиций

№п/п	Компоненты	Композиции, (% масс.)			
		ПС-0	ПС-1	ПС-2	ПС-3
1	Полистирол	20	18,0	19,0	20,0
2	Эпоксидная смола	-	3,0	3,5	4,0
3	Полиэтиленполиамин (ПЭПА)	-	1,0	1,0	2,0
4	Эфир фталевой кислоты	-	3,0	3,5	4,0
5	Алюминиевая пудра	10	10,0	10,0	10,0
6	Инден-кумароновая фракция	70	65,0	62,0	60,0

Таблица 2 - Защитные и физико-механические свойства покрытий композиций (ускоренные коррозионные испытания по ГОСТ 9.403 – 80)

Композиции	Образцы	τ, сутки	A _з	A _д	Адгезия, баллы	Удар, кгс·см
ПС-0	1	4	0,95	0,90	1	50
	2	4	0,95	0,90	1	50
ПС-1	1	20	1	0,90	1	50
	2	20	1	0,90	1	50
ПС-2	1	37	1	1	1	50
	2	37	1	1	1	50
ПС-3	1	25	0,95	0,90	1	50
	2	25	0,95	0,90	1	50

По результатам испытаний (табл.2) оптимальным составом является композиция ПС-2 по продолжительности испытаний и по изменению защитных (A_з) и декоративных (A_д) свойств.

Таблица 3. Защитные и физико-механические свойства покрытий на основе полистирольных композиций в соответствии с требованиями ISO 12944-6

Результаты испытаний композиции ПС-2

Определение перед испытаниями (контрольный образец)				
Стандарт	Показатель		Образец № 1	
ISO 2808	Толщина, мкм		50±5	
ISO 2409	Адгезия, балл		0	
Определение после испытаний				
Испытание 1: ISO 7253 (соляной туман)				
Длительность 480 часов				
Стандарт	Показатель	Образец 2	Образец 3	Образец 4
ISO 2808	Толщина, мкм	50±5	50±5	50±5

ISO 2409	Адгезия, балл	0	0	0
ISO 4628-2	Пузыри	0	0	0
ISO 4628-3	Очаги коррозии	0	0	0
ISO 4628-4	Трещины	0	0	0
ISO 4628-5	Отслаивание	0	0	0
Коррозия на царапине	мм	0,9±0,3	0,9±0,3	0,9±0,3
Испытание 2: ISO 6270 (конденсат водяного пара) Длительность 240 часов				
Стандарт	Показатель	Образец 5	Образец 6	Образец 7
ISO 2808	Толщина, мкм	50±5	50±5	50±5
ISO 2409	Адгезия, балл	0	0	0
ISO 4628-2	Пузыри	0	0	0
ISO 4628-3	Очаги коррозии	0	0	0
ISO 4628-4	Трещины	0	0	0
ISO 4628-5	Отслаивание	0	0	0

Оценка свойств покрытий на основе немодифицированной композиции ПС-0 показало, что продолжительность испытаний составила в соляном тумане 120 часов, а при непрерывной конденсации - 48 часов. Это соответствует коррозионному напряжению категории С3 (средняя), низкому уровню долговечности (от 2 до 5 лет). В соответствии со СНиП 2.03.11-85 воздействия при испытании классифицируются как слабоагрессивные.

Испытания композиции ПС-2 (табл.3) показали, что покрытия выдерживают воздействия предусмотренные режимом испытаний (соляного тумана 480 часов и непрерывной конденсации 240 часов), что соответствует коррозионному напряжению категории С4 (в соответствии со СНиП 2.03.11-85 среднеагрессивной степени) для среднего уровня долговечности (5-15 лет).

Повышение защитных свойств модифицированных покрытий можно объяснить ингибирующими свойствами сложноэфирных группировок полиэфиров за счет неподеленных электронных пар атомов кислорода (адсорбционный механизм ингибирования).

Кроме этого повышение защитных и физико-механических показателей покрытий возможно за счет дополнительной полимеризации смолообразующих компонентов инден-кумароновой фракции, используемой в качестве растворителя.

Выводы. 1. Как показали экспериментальные исследования, предложенная модификация позволяет увеличить ресурсы при производстве противокоррозионных материалов за счет использования побочных продуктов коксохимической промышленности, которые имеют ограниченное практическое применение.

2. Исследования модифицированной композиции на основе полистирола с учетом требований международного стандарта ISO 12944-6 показали, что предложенный противокоррозионный материал может применяться для среднеагрессивных воздействий промышленных сред коксохимических производств.

3. По результатам испытаний установлена прогнозируемая долговечность покрытия на основе композиции ПС -2 для среднеагрессивных сред – 5-15 лет.

ИТОГИ СЕМЕННОГО РАЗМНОЖЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *IRIS* L. В БАШКОРТОСТАНЕ

А.А. Реут, Л.Н. Миронова

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ботанический сад-институт Уфимского научного центра РАН

В статье представлено сравнительное исследование влияния современных регуляторов роста растений (далее PPP) Biodux, Энерген, HB-101, K-Humate-Na & mineral на прорастание, рост и развитие представителей рода *Iris* L. (*I. brevicaulis* Raf., *I. ensata* Thunb., *I. spuria* L., *I. prismatica* Pursh, *I. sogdiana* Bunge, *I. carthalinae* Fomin). Показано положительное действие PPP на ирисы в условиях защищенного грунта. Выявлено, что наиболее продуктивным на прорастании семян оказался Biodux. Для биоморфологических показателей наиболее эффективными были препараты K-Humate-Na & mineral и Энерген.

Ключевые слова: ПРЕДСТАВИТЕЛИ РОДА *IRIS* L., РЕГУЛЯТОРЫ РОСТА РАСТЕНИЙ, ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН, МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

The comparative study of the impact of modern plant growth regulators (hereinafter PGR) Biodux, Fortress, HB-101, K-Humate-Na & mineral on germination, growth and development of the genus *Iris* L. (*I. brevicaulis* Raf., *I. ensata* Thunb., *I. spuria* L., *I. prismatica* Pursh, *I. sogdiana* Bunge., *I. carthalinae* Fomin). The positive impact PGR on irises in a protected ground. It was revealed that the most productive on the germination of seeds turned Biodux. According to the biomorphological indices were the most effective preparations K-Humate-Na & mineral and Fortress.

Keywords: REPRESENTATIVES OF THE GENUS *IRIS* L., PLANT GROWTH REGULATORS, SEED ALIGNMENT, MORPHOMETRIC PARAMETERS

В последние десятилетия активно проводились лабораторно-физиологические исследования условий нарушения покоя семян. У многих видов растений в разных вариантах испытывалось влияние на семена температурного и светового режимов, характера аэрации, воздействие физиологически активных веществ – стимуляторов и ингибиторов и т.п. Успех тех или иных воздействий во многом зависит не только от типа покоя, но и от видовой специфики семян, времени, а также температурных и других условий обработки и проращивания [3].

Литературные данные по проращиванию семян видов ириса немногочисленные, у большинства видов вопросы семенного размножения изучены слабо. В «Справочнике по проращиванию покоящихся семян» М.Г. Николаевой, М.В. Разумовой и В.Н. Гладковой [1] описаны пути преодоления покоя семян только у девяти видов ирисов. Авторы отмечают, что все изученные семена ирисов обладают морфофизиологическим покоем; недоразвитие зародыша ирисов осложняется физиологическим механизмом торможения (ФМТ). Устранение ФМТ происходит под воздействием низких температур [2].

Цель нашего исследования – изучение влияния современных регуляторов роста растений (PPP) на всхожесть семян и морфометрические параметры декоративных культур на примере представителей рода *Iris* L.

Исследования проводили в 2015-2016 годах на базе Ботанического сада-института Уфимского научного центра РАН. Объектами исследования являлись шесть видов *Iris* (*I. brevicaulis* Raf., *I. ensata* Thunb., включен в Красную книгу России (2008), *I. spuria* L.,

I. prismatica Pursh, *I. carthaliniae* Fomin, *I. sogdiana* Bunge.). Семена были получены по Международному обменному фонду (делектус) из Ботанического сада г. Самары.

Осенью 2015 года (третья декада ноября) семена высевали в посадочные ящики (почвенный субстрат) в условиях защищенного грунта (производственная теплица). Предпосевную обработку семян проводили путем их замачивания в растворах РРР при комнатной температуре по следующей схеме:

1) *Biodux* (действующее вещество - арахидоновая кислота, 0,3 г/л); норма расхода – 1,0 мл на 10 л воды, замачивание семян на 10 часов;

2) К-Humate-Na & mineral (комплекс органических кислот и витаминов - не менее 80 г/ дм³; калийные и натриевые соли гуминовых кислот - не менее 60 г/ дм³); норма расхода – 2,5 мл на 100 мл воды, замачивание на 12 часов;

3) Крепыш (д.в. - N – 0,3%; P – 0,2%; K – 0,5%; Гуматы 1%); норма расхода – 5 мл на 1 л воды, замачивание на 24 часа;

4) НВ-101 (д.в. - смесь вытяжек растительных компонентов японского кедр, кипариса, сосны и платана; минеральный состав - натрий – 155,3 мг/л, кальций – 125 мг/л, железо – 6,8 мг/л, магний – 12,5 мг/л, кремний – 28 мг/л); норма расхода – 2 капли на 1 л воды, замачивание на 12 часов.

5) контроль (водопроводная вода).

Для каждого варианта опыта отбиралось по 100 шт. семян. Посев производили строчками в ящики, располагая их через 5 см. Глубина заделки семян 2 см. В качестве контроля высевали семена, не подвергавшиеся предпосевной обработке стимуляторами роста. Весной 2015 года по каждому варианту определяли всхожесть семян. К концу вегетационного сезона у 25 сеянцев каждого вида ириса измеряли высоту растений, ширину и количество листьев (табл.).

В результате опытов было выявлено, что на всхожесть семян большинства видов ириса все изученные регуляторы роста оказали положительное влияние. Только для семян *I. carthaliniae* применение РРР не дало ощутимых результатов. Самым эффективным препаратом оказался *Biodux*, он повысил всхожесть у пяти видов ириса в 1,1-4,1 раза. Самым восприимчивым стал *I. brevicaulis*: всхожесть семян увеличилась в 4,1 раза по сравнению с контролем (табл.).

На показатель высота растения все изученные регуляторы роста тоже оказали положительное влияние, кроме *I. prismatica*. Самыми результативными препаратами оказались К-Humate и Крепыш. Они увеличили высоту растений у пяти видов ириса в 1,1-3,6 раза. Самыми восприимчивыми стали *I. sogdiana* и *I. carthaliniae*: высота растений увеличилась в 3,6 и 2,3 раза соответственно по сравнению с контролем.

На показатель количество листьев все препараты повлияли положительно. Наиболее эффективным регулятором роста оказался Крепыш. Он увеличил количество листьев у всех шести видов ириса в 1,3-2 раза. Самым восприимчивым стал *I. sogdiana*: количество листьев увеличилось в 2 раза по сравнению с контролем.

На показатель ширина листьев все изученные регуляторы роста оказали положительное влияние. Самым результативным препаратом стал К-Humate. Он увеличили ширину листа у пяти видов ириса в 1,2-2,5 раза. Самым восприимчивым стал *I. brevicaulis*: ширина листа увеличилась в 2,6 раза по сравнению с контролем.

Таким образом, отмечено положительное влияние регуляторов роста растений на всхожесть семян и на некоторые биоморфологические показатели ирисов. Выявлено, что самым результативным на всхожесть семян оказался *Biodux*, он повысил всхожесть у пяти видов ириса (*I. brevicaulis*, *I. ensata*, *I. spuria*, *I. prismatica*, *I. sogdiana*) в 1,1-4,1 раза. На биоморфологические показатели, такие как высота растения, количество и ширина листьев, наиболее эффективными оказались препараты К-Humate и Крепыш.

Они увеличили высоту растений в 1,1-3,6 раза; количество листьев в 1,3-2; ширину листа в 1,2-2,5.

Таблица 1 - Влияние регуляторов роста на всхожесть семян и биоморфологические показатели видов рода *Iris*

Параметры	Варианты опыта				
	контроль	<i>Biodux</i>	К-Humate	Крепыш	HB-101
<i>Iris brevicaulis</i>					
Всходы, %	8	33	17	17	17
Высота растения, см	19,0±0,6	35,0±1,1	25,0±0,7	22,0±0,6	21,0±0,6
Количество листьев, шт.	3	5	5	4	4
Ширина листьев, мм	3,0±0,1	5,0±0,1	8,0±0,2	3,0±0,1	4,0±0,1
<i>Iris ensata</i>					
Всходы, %	80	84	88	94	70
Высота растения, см	15,0±0,4	15,0±0,4	17,0±0,5	18,0±0,5	14,0±0,4
Количество листьев, шт.	3	3	3	4	3
Ширина листьев, мм	5,0±0,1	6,0±0,2	6,0±0,2	8,0±0,2	6,0±0,2
<i>Iris spuria</i>					
Всходы, %	57	91	75	48	38
Высота растения, см	10,0±0,3	18,0±0,5	17,0±0,5	18,0±0,5	13,0±0,4
Количество листьев, шт.	3	4	4	5	4
Ширина листьев, мм	2,0±0,1	2,0±0,1	2,0±0,1	3,0±0,1	3,0±0,1
<i>Iris prismatica</i>					
Всходы, %	44	46	32	44	60
Высота растения, см	16,0±0,4	10,0±0,3	12,0±0,3	13,0±0,4	14,0±0,4
Количество листьев, шт.	2	3	4	3	4
Ширина листьев, мм	5,0±0,1	5,0±0,1	6,0±0,2	6,0±0,2	7,0±0,2
<i>Iris cartholiniae</i>					
Всходы, %	90	80	90	90	80
Высота растения, см	15,0±0,4	22,0±0,6	35,0±1,1	23,0±0,6	22,0±0,6
Количество листьев, шт.	3	4	5	5	4
Ширина листьев, мм	3,0±0,1	3,0±0,1	5,0±0,1	5,0±0,1	3,0±0,1
<i>Iris sogdiana</i>					
Всходы, %	67	88	88	100	75
Высота растения, мм	11,0±0,3	15,0±0,4	40,0±1,2	17,0±0,5	12,0±0,3
Количество листьев, шт.	2	3	6	4	3
Ширина листьев, см	2,0±0,1	2,0±0,1	5,0±0,1	2,0±0,1	2,0±0,1

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Николаева М.Г., Разумова М.В., Гладкова В.Н. Справочник по проращиванию покоящихся семян. – Л.: Наука, 1985. – С. 177-178.
2. Реут А.А., Миронова Л.Н. К вопросу повышения продуктивности представителей рода *Iris* L. при культивировании в Башкирском Предуралье // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2014. – № 3-3. – С. 101-104.
3. Реут А.А., Миронова Л.Н. Результаты изучения влияния препарата *Biodux* на некоторых представителей рода *Iris* L. // Экологический мониторинг и биоразнообразие. – 2014. – № 1 (9). – С. 26-28.

АКТУАЛЬНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ ВОДОУГОЛЬНЫХ СУСПЕНЗИЙ

Е.А. Липуга, О.Н. Калинихин

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

Представлены показатели выбросов при сжигании водоугольного топлива (ВУТ).

Рассмотрены этапы приготовления водоугольных суспензий и условие хранения. Приведены положительные и отрицательные стороны использования водоугольного топлива.

Ключевые слова: ВОДОУГОЛЬНОЕ ТОПЛИВО, МАЗУТ, СЖИГАНИЯ ТОПЛИВА, АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГИЯ, ЗОЛА, СЖИГАНИЕ УГЛЯ, СНИЖЕНИЕ ВЫБРОСОВ, КАТЕЛЬНАЯ, КОТЛЫ.

Emission factors are shown for the combustion of water-coal fuel (VUT). The stages of preparation of water-coal suspensions and the storage condition are considered. The positive and negative aspects of the use of water-coal fuel are stated.

Keywords: WATER HEAT, FUEL, FUEL COMBUSTION, ALTERNATIVE ENERGY, ZOLA, COAL COMBUSTION, EMISSION REDUCTION, KOTELA, BOILERS.

Запасы нефти и газа, в десятки раз меньше запасов угля, структура потребления энергоресурсов будет неотвратимо изменяться в сторону увеличения потребления угольного топлива.

В данных условиях актуальна разработка новых эффективных видов топлива на основе угля, к ним относится и водоугольное топливо (ВУТ) суспензия, в том числе с добавками любого углеводородного сырья (нефти, спиртов, метанола и других горючих жидкостей).

(ВУТ) предназначено для замены традиционных видов топлива - угля, мазута, газа, а также для улучшения экологической обстановки в местах работы промышленных и бытовых котельных на угле или мазуте.

Водоугольное топливо представляет собой смесь (суспензию) из мелкоизмельчённого угля и воды. Приготовление ВУТ состоит из трёх основных этапов (стадий):

- Предварительное дробление (обычно до фракции 10-12 мм).
- Мокрый помол (обычно до фракции <100-150 мкм).
- Гомогенизация.

Первая стадия (предварительное дробление) необходима для получения угольной крошки с фракцией 10-12 мм. Дробление осуществляется на стандартных дробилках (молотковых, щёковых и т.д.). Если в качестве сырья для приготовления ВУТ используется угольный шлам или уголь с фракциями штыб и семечко, то данная стадия исключается из общей линии приготовления ВУТ.

На второй стадии осуществляется мокрый помол до фракции менее 100-150 мкм оборудовании мокрого помола. Данный этап является ключевым при приготовлении ВУТ, поскольку определяет дальнейшие характеристики ВУТ: грансостав, вязкость, стабильность и т.д. В ряде случаев на стадии мокрого помола в состав ВУТ могут быть включены различные добавки, необходимые для увеличения статической стабильности ВУТ, снижения вязкости или др. Также на данной стадии могут быть включены различные отходы производства: мазутные, канализационные и др.

Гомогенизация (третья стадия) необходима для получения однородной суспензии, без комков, с приемлемым грансоставом. В гидроударном узле мокрого помола

(ГУУМП) мокрый помол и гомогенизация объединены и осуществляются одновременно.

ВУТ можно приготовить практически из любых углей: каменных, бурых, антрацитов. На сегодняшний день для приготовления ВУТ используются в основном угли марок «СС», «Д», «Г». Кроме того, существует регламент приготовления ВУТ из бурого угля. Из-за низкой теплоты сгорания бурых углей калорийность ВУТ из данных углей будет невысокой. Учитывая, что характеристики углей из различных разрезов могут отличаться, для однозначного определения применимости угля для ВУТ необходимо исследование малой партии (до 500 кг) интересующего Вас угля. При положительном решении будет создан регламент приготовления ВУТ, приготовленное стандартным способом, можно подвергнуть дальнейшей деминерализации (например, методом флотации), что позволит получить два продукта: низкозольное ВУТ с содержанием золы менее 5% (ЭКОВУТ — термин, введённый Делягиным Г.Н.) и высокозольное ВУТ с содержанием золы 50% и более.

По физическим свойствам водоугольное топливо близко к мазуту, используемому в котельных, поэтому ВУТ может быть использовано для выработки тепла и электричества на газовых, мазутных и угольных ТЭС аналогично газу и мазуту. Водоугольное топливо является альтернативой использования традиционного мазута и угля на теплоэлектростанциях. Модернизация оборудования под использование водоугольного топлива возможна во всех котельных, использующих мазут, газ или уголь. ВУТ можно сжигать в большинстве существующих (действующих) паровых и водогрейных котлов: ДКВР, ДЕ, КЕ, БКЗ-50–40ГМ, БКЗ-35–40ГМ, БКЗ-75–40ГМ и др. В большинстве случаев используется факельное или вихревое сжигание.

Физико-химические свойства ВУТ позволяют достичь эффективности сжигания топлива не ниже 98%.

В результате многочисленных исследований и измерений было установлено, что сжигание ВУТ является более экологически чистым и эффективным процессом, чем использование многих других видов топлива. Основные показатели приведены в таблице 1:

Таблица 1 - Основные показатели сжигания ВУТ на фоне других видов топлива

	Горение дизеля	ВУТ с подсветкой 20%	Уголь
NO _x (O ₂)	145 мг/куб.м	93 мг/куб.м	176 мг/куб.м
O ₂ измеренное	3,7 %	3,6 %	4,8 %
Базисное O ₂	3,0 %	3,0 %	3,0 %
Базисное O ₂	3,0 %	3,0 %	3,0 %

– Сжигание угля в форме ВУТ снижает выбросы оксидов азота (NO_x) по сравнению со сжиганием угля на 35-40%.

– Совместное сжигание дизеля и ВУТ приводит к снижению выбросов NO_x на 30% по сравнению с простым сжиганием дизеля на одном и том же котле.

– Механический недожог (q₄) угля в составе ВУТ составляет не более 1%, что исключает выбросы шлака в атмосферу.

– Температурный режим горения ВУТ снижает шлакование котла на 30-50% характерного для пылеугольного сжигания.

- Экологически безопасное топливо на всех стадиях производства и использования, при случайных разливах не наносит ущерб окружающей среде
- Зола от сжигания ВУТ содержит не более 3% несожжённого углерода и может использоваться в качестве наполнителя бетонов.

Так как в состав ВУТ входит вода, то минимальная температура хранения ВУТ должна быть всегда положительной. В таком случае ВУТ возможно транспортировать по любым трубопроводам стандартными винтовыми насосами. Рекомендуется хранить ВУТ при температуре не выше 20 градусов С. В противном случае это может привести к быстрому испарению влаги и загустеванию ВУТ.

При необходимости хранения ВУТ до 30 дней и более, необходимо предусмотреть внедрение установки мешалки в ёмкость хранения ВУТ, а также организацию систем рециркуляции ВУТ при помощи обычных насосов, либо насосов-диспергаторов. В редких случаях можно предусмотреть использование добавок стабилизаторов.

Зола после сжигания ВУТ представляет собой серый мелкодисперсный порошок с размерами частиц около 300 мкм и объёмной плотностью не 300-600 кг на куб.м. Количество несожжённого угля в золе составляет не более 3-4%. Как показали исследования Кольского научного центра РАН, данная зола может заменять собой до 18% цемента при изготовлении бетонных блоков стандартным способом (т.е. без изменения стандартной технологии). Другими словами, зола от сжигания ВУТ является материалом, пригодным для строительных нужд.

К недостаткам можно отнести снижение теплоты сгорания на 900 кДж/кг из-за дополнительного количества влаги по сравнению с сухим углем, но это компенсируется за счет увеличения объема сгораемой массы топлива.

Водоугольное топливо – инновационный продукт, поэтому технология его производства, применения, транспортировки и утилизации постоянно совершенствуется. Крупные НИИ работают над улучшением свойств водоугольного топлива, его более широкого применения в промышленности и жилищно-коммунальном хозяйстве. Водоугольное топливо по своим экологическим характеристикам превосходит традиционные источники энергии.

В условиях развития мирового энергетического кризиса, связанного с выработкой углеводородных энергетических ресурсов, новое значение приобретает технология водоугольных топлив, способных замещать мазут. Областью применения технологий водоугольного топлива в первую очередь являются объекты малой энергетики: отопительные котельные, котлы коммунальных производств, объекты ЖКХ. Наибольший экономический эффект от внедрения водоугольного топлива возможен при вытеснении жидких углеводородных топлив, однако, учитывая большую степень износа коммунальных энергоустановок, особенно в сельской местности, модернизация угольных котельных ЖКХ с переводом их на водоугольное топливо способна дать существенный экономический эффект.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Зайденварг В.Е., Трубецкой К.Н., Мурко В.И., Нехороший И.Х.* Производство и использование водоугольного топлива. М., изд-во Академии горных наук. 2001, с. – 173.
2. *Хидиятов, А.М.* Перспективы, основные результаты исследований и проблемы использования водоугольных суспензий с энергетике / А.М. Хидиятов, В.В. Осинцев, Л.И. Дубовцев // Электрические станции. – 1988. – № 9. – С. 2–12.

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕРАБОТКИ НЕСТАБИЛЬНОГО ГАЗОВОГО КОНДЕНСАТА

М.В. Задорожный, С.А. Семченко
Донецкий национальный технический университет

В докладе проанализированы составы нестабильных газовых конденсатов, полученных при промышленной обработке природного газа добываемого на газоконденсатных месторождениях РФ. На основании физико-химического анализа определили технологические характеристики, по которым выбраны целесообразное направление и оптимальная технология получения стабильного газового конденсата.

Рассмотрены многоступенчатая дегазация (сепарация) и технология с применением ректификационных процессов.

Ключевые слова: СТАБИЛИЗАЦИЯ КОНДЕНСАТА, ДЕГАЗАЦИЯ, СУГ, УГЛЕВОДОРОДНЫЙ КОНДЕНСАТ, ШИРОКАЯ ФРАКЦИЯ ЛЕГКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ, КОНДЕНСАЦИЯ, РЕКТИФИКАЦИЯ.

The report analyzes the compositions of unstable gas condensates obtained from commercial processing of natural gas extracted from gas condensate fields of the Russian Federation. On the basis of the physicochemical analysis, the technological characteristics were determined, according to which the expedient direction and the optimal technology for obtaining a stable condensate were chosen.

Multistage degassing and technologies with application of rectification processes are considered.

Key words: STABILIZATION OF CONDENSATE, DEGASATION, LPG, HYDROCARBON CONDENSATE, WIDE FACTIONS OF LIGHT HYDROCARBONS, CONDENSATION, RECTIFICATION.

Основными продуктами установок подготовки газа к транспорту пластовой продукции газоконденсатных месторождений являются газ высокого давления в соответствии с СТО Газпром 089-2010 и нестабильный конденсат. В состав последнего входят практически все компоненты сырьевого газа, включая воды, а также некоторое количество механических примесей. Широкая гамма углеводородов (ароматические, нафтеновые, метановые и т.д.) в составе нестабильного конденсата обуславливает необходимость его переработки с целью производства различных продуктов (усредненный состав нестабильного конденсата представлен в таблице 1).

Таблица 1 - Усредненный состав конденсата ГКМ

Температурные пределы отбора фракций, °С	Массовая доля выхода фракций на конденсат, %	Массовая доля углеводородов, %		
		ароматических	нафтеновых	метановых
60-95*	23,6÷25,2	10,9÷11,5	21,5÷22,8	67,6÷72,7
95-122	16,3÷20,4	21,2÷23,7	33,0÷34,4	45,8÷49,5
122-150	17,7÷21,5	22,7÷23,1	23,6÷26,9	53,7÷62,3
Выше 150	12,4÷16,3	22,7÷24,3	76,3÷81,2	
НК -150		10÷11	20÷25	70÷80
*Фракция до 60 °С составляет 30-40 % от конденсата				

Для получения стабильного конденсата в основном применяют процессы ректификации и многоступенчатой дегазации (сепарации) как по отдельности, так и в

сочетании. Стабилизация газового конденсата используется в целях подготовки его к транспорту или хранению и заключается в удалении фракций легких углеводородов до бутана включительно. Согласно СТО Газпром 5.11-2008, стабильным газовым конденсатом считается конденсат, упругостью паров которого при 38 °С не превышает 500 мм рт. ст. летом и 700 мм рт. ст. зимой.

С помощью системы моделирования технологических процессов нефте- и газопереработки Aspen HYSYS рассчитаны основные физико-химические характеристики нестабильного конденсата. Результаты расчета приведены на рисунке 1. Также рассчитаны три варианта многоступенчатой дегазации и переработка по двух колонной схеме (ректификационные процессы).

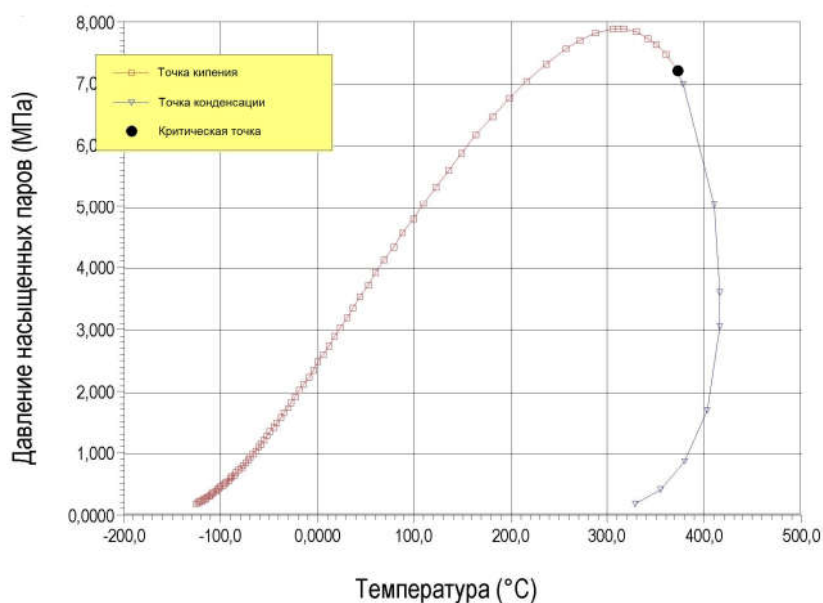


Рис. 1 – Диаграмма давления насыщенных паров от температуры нестабильного газового конденсата

В первом варианте стабилизация осуществлялась в одну ступень при давлении 0,13 МПа и температуре 40 °С. По второму варианту сырье сначала дегазировалось при 4,0 МПа и 10 °С, затем жидкая фаза подвергалась разделению во второй ступени при 0,13 МПа и 40 °С. Третий вариант предусматривал стабилизацию сырья в три ступени при следующих режимах: первая ступень 4,0 МПа и 10 °С, вторая ступень 1,6 МПа и 0 °С, третья ступень 0,13 МПа и 40 °С.

Из результатов следует, что независимо от состава сырья, чем меньше число ступеней сепарации, тем ниже концентрация углеводородов C_{5+} в газах стабилизации. С газами стабилизации в основном уносятся легкие компоненты конденсата. Это приводит к уменьшению бензиновых фракций в стабильном конденсате.

Во всех описанных вариантах газы стабилизации всех ступеней не отвечают требованиям товарной продукции (ШФЛУ, ПБФ). Дополнительная переработка газов стабилизации с целью получения сжиженных газов различных марок требует повышенных затрат.

Стабилизация конденсата путем многоступенчатой дегазации может быть применена при малых объемах перерабатываемого сырья, когда производство товарных сжиженных газов экономически нецелесообразно.

Стабилизация конденсата с применением ректификационных процессов имеют такие преимущества по сравнению со стабилизацией многоступенчатой дегазацией:

- возможность производства сжиженных газов, отвечающих требованиям ГОСТ,

- отсутствие необходимости применения искусственного холода;
- рационально используется энергия нестабильного конденсата; товарный конденсат имеет низкое давление насыщенных паров, что снижает его потери при транспортировании и хранении.

Ниже приведены результаты расчетов, полученные при переработке нестабильного газового конденсата. На диаграмме показано, что стабильный газовый конденсат соответствует СТО Газпром 5.11-2008. При этом при переработке по двух колонной схеме получены товарные продукты: деэтанализованный конденсат, пропан-бутан технический и стабильный газовый конденсат.

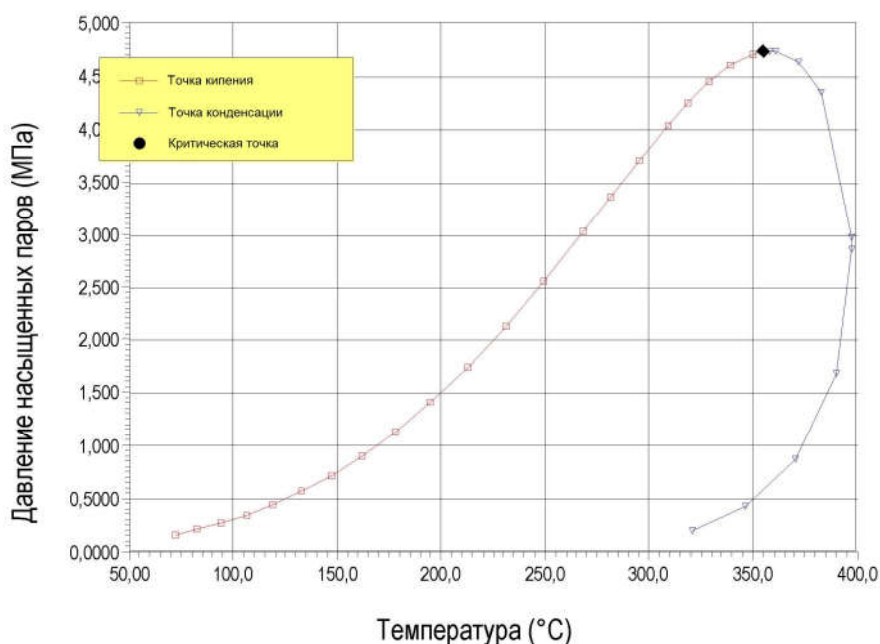


Рис. 2 – Диаграмма давления насыщенных паров от температуры стабильного газового конденсата

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Берлин М. А. Переработка нефтяных и природных газов. – М.: Химия, 2012. – 473 с.
2. Бекиров Т. М., Ланчаков Г. А. Технология переработки газа и конденсата. – М.: Недра, 1999. – 585 с.
3. Гриценко А.И., Истомин В.А., Сбор и промысловая подготовка газа на северных месторождениях России. – М.: Недра, 1999.–370 с.
4. СТО Газпром 5.11-2008 Конденсат газовый нестабильный. Общие технические условия.

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ НА 2017 ГОД ДЛЯ РАЗВИТИЯ ЛЕСНОГО И ОХОТНИЧЬЕГО ХОЗЯЙСТВА ДНР

А.В. Николенко, А.А. Блэкберн
Донецкий национальный технический университет

В докладе проанализирована возможность развития лесного и охотничьего хозяйства Донецкой Народной Республики на 2017 год. Указаны основные стратегические цели и задачи, предложены пути решения основных задач развития лесного и охотничьего хозяйства.

Ключевые слова: ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО, ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ, НАСАЖДЕНИЯ, УСТОЙЧИВОЕ УПРАВЛЕНИЕ

The report analyzes the possibility of developing the forestry and hunting economy of the Donetsk People's Republic for 2017. The main strategic goals and tasks are indicated, ways of solving the main tasks of development of forestry and hunting economy are suggested.

Keywords: FORESTRY, NATURAL RESOURCES, SITTING, SUSTAINABLE MANAGEMENT

В лесном хозяйстве ДНР накопились системные проблемы, препятствующие повышению эффективности использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов, улучшению их продуктивности и качества, сохранению экологических функций лесных насаждений и биологического разнообразия, что значительно снижает перспективы лесного комплекса в экономике ДНР, роль лесов в улучшении качества жизни граждан.

В целях повышения эффективности работы лесного хозяйства необходимо нарастить объемы искусственного лесовосстановления, повысить устойчивость лесных насаждений к неблагоприятным факторам и снизить долю гибели культур старших возрастов, увеличить кратность и качество уходов за лесными культурами.

В целях увеличения в ДНР площадей насаждений таких ценных пород как: дуб, сосна, ясень, клен и других основных лесообразующих пород, требуется развитие селекционно-семеноводческого и питомнического хозяйства.

Недостаточное финансирование на охрану лесов от пожаров и отсутствие эффективной системы государственного пожарного надзора в лесах может привести к нарушению правил пожарной безопасности, к снижению уровня профилактики, тушению лесных пожаров.

Основными проблемами лесного хозяйства ДНР является наличие в лесах очагов вредителей и болезней леса, влияние других неблагоприятных природно-климатических факторов (засуха и другие), а также выжигание сухой растительности на землях сельскохозяйственного назначения зачастую самими землепользователями.

В целях недопущения гибели лесов от вредителей и болезней леса, увеличения площади очагов лесных вредителей необходимо ежегодно проводить лесозащитные мероприятия.

В рамках устойчивого развития Республики особое значение приобретает сохранение животного мира ДНР и среды его обитания. Одним из важнейших показателей использования лесных ресурсов является ведение охотничьего хозяйства.

Решение указанных проблем требует проведения скоординированных мероприятий по развитию лесного и охотничьего хозяйства на более высокий современный уровень, организации непрерывного многоцелевого использования лесов, применения новых технологий и прогрессивных методов лесных ресурсов

управления лесным хозяйством, совершенствование нормативной правовой базы в области лесных отношений.

Основными стратегическими целями являются:

- развитие лесного и охотничьего хозяйства,
- обеспечение устойчивого управления лесами, сохранение и повышение их ресурсно-экологического потенциала, повышение вклада лесного хозяйства в социально- экономическое развитие ДНР,
- обеспечение экологической безопасности и стабильного удовлетворения общественных потребностей в ресурсах и услугах леса.

В соответствии с указанными целями и с учетом основных проблем лесного хозяйства предусматривается решение следующих основных задач:

- сокращение потерь лесного хозяйства от лесных пожаров, вредных организмов и незаконных рубок;
- создание условий для рационального и интенсивного использования лесов при сохранении их экологических функций и биологического разнообразия, а также повышение эффективности контроля за использованием и воспроизводством лесов;
- обеспечение баланса выбытия и восстановления лесов, повышение продуктивности и качества лесов;
- повышение эффективности управления лесами;
- рациональное использование животного мира, развитие охотничьего хозяйства.

Достижение целей и решение задач обеспечивается путем выполнения мероприятий и работ по направлениям лесохозяйственной деятельности и охотничьего хозяйства, которые могут корректироваться по мере решения задач.

Решение задачи «Сокращение потерь лесного хозяйства от пожаров, вредных организмов и незаконных рубок» предполагает осуществление следующих мер:

- реализацию мероприятий по охране лесов от пожаров, обеспечивающих создание в ДНР эффективной системы мониторинга, профилактики, своевременного тушения лесных пожаров,
- своевременное назначение и проведения локализации и ликвидации очагов вредных организмов, а также комплекса санитарно-оздоровительных мероприятий, развитие интегрированной защиты лесов;
- совершенствование методов лесопатологического мониторинга на основе развития технологий прогнозирования динамики численности вредных организмов, наземного, авиационного и космического зондирования лесов, объективный прогноз патологической ситуации в лесах.

Решение задачи «Создание условий для рационального и интенсивного использования лесов при сохранении их экологических функций и биологического разнообразия, а также повышения эффективности контроля за использованием и воспроизводством лесов» предполагает:

- организацию устойчивого лесопользования и управления лесами, стимулирования интенсивной деятельности в лесном секторе экономики посредством расширения объемов различных видов использования;
- проведение мероприятий по лесоустройству, связанных с выявлением, учетом и оценкой количественных и качественных характеристик лесных ресурсов;
- снижение объема нелегальных рубок в результате повышения эффективности работы лесной охраны.

Решение задачи «Обеспечение баланса выбытия и восстановления лесов» предполагает:

- улучшение породного состава лесных насаждений;

-сохранение объемов производства лесных культур посредством создания постоянной лесосеменной базы, формирование фонда лесных семян, обеспечение регулярного ухода за лесными культурами.

Решение задачи «Повышение эффективности управления лесами» предполагает:

- формирование законодательной основы для обеспечения непрерывного, неистощительного, рационального и комплексного использования лесных ресурсов;
- развитие системы прогнозирования и стратегического планирования в лесном хозяйстве;
- развитие государственного лесного надзора (лесная охрана) и государственного пожарного надзора в лесах, что позволит существенно сократить объемы нарушений лесного законодательства.

Решение задачи «Рациональное использование животного мира, развитие охотничьего хозяйства» предполагает:

- обеспечение рационального использования и воспроизводства охотничьих ресурсов, решение которых позволит сохранить среду обитания и ресурсную базу для жизни и деятельности будущих поколений.

В целом реализация задач будет способствовать:

- повышению эффективности и доходности лесного и охотничьего хозяйства;
- обеспечению гражданам права на благоприятную окружающую среду, повышению качества жизни, связанных с улучшением экологической ситуации в ДНР;
- наиболее полному удовлетворению собственных нужд граждан, обеспечению занятости населения и развитию бизнеса.

Ожидаемыми результатами реализации задач являются:

- создание эффективной системы профилактики возникновения, обнаружения и тушения лесных пожаров, оптимизация системы подготовки, переподготовки и повышения квалификации специалистов и руководителей по тушению лесных пожаров
- повышение оперативности информированности и оповещения населения, противопожарных служб о пожарной опасности в лесах и лесных пожарах,
- улучшение санитарно-гигиенической, экологической обстановки, защиты от воздействий лесных пожаров, вредных организмов, других неблагоприятных факторов; снижение объема незаконных рубок;
- внедрение интенсивного воспроизводства лесов посредством создания постоянной лесосеменной базы, лесного селекционно-семеноводческого центра или лесного питомника по выращиванию посадочного материала;
- повышение продуктивности создаваемых лесных насаждений путем улучшения качества посадочного материала;
- улучшение породного состава лесных насаждений путем регулярного проведения ухода за лесными культурами, рубок ухода в молодняках, выборочно-санитарных рубок;
- обеспечение рационального использования и воспроизводства охотничьих ресурсов.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Аксенов, С. Постановление Совета Министров Республики Крым от 30 декабря 2014г. №654 /С.Аксенов, - Крым,2014. – 60 с.
2. Миронова, С.А. Проблемы при использовании лесных массивов / С.А. Миронова. – Е.: Лебедь, 1995. – 545 с.

ВЫБОР СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРЕТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В.В. Лымарь, А.А. Бывалец, В.В. Ошовский
Донецкий национальный технический университет

В докладе проанализирована возможность получения электретных материалов, изготовленных на основе вторичных пластиков. Обоснован выбор компонентов для изготовления опытного образца. Приведено описание установки для проведения испытания.

Ключевые слова: ЭЛЕКТРЕТЫ, ВТОРИЧНЫЕ ПЛАСТИКИ, ТЕРМИЧЕСКАЯ ПОЛЯРИЗАЦИЯ.

In the report the possibility of receiving the electret materials made on the basis of secondary plastics is analyzed. The choice of components is reasonable for making of pre-production model. Description over of setting is brought forttesting.

Keywords: ELECTRETS, SECONDARY PLASTICS, THERMAL POLARIZATION.

Вопрос необходимости переработки использованных пластмассовых изделий на сегодняшний день во всех странах мира стоит особенно остро. Связанно это в первую очередь с тем, что пластмасс стали производить достаточно много, и постепенно этими отходами начали наполняться мусорные полигоны. Как известно, пластик относится к неразлагаемым отходам, и если не предпринимать меры по его утилизации, то скоро планета «задохнется» в горах пластмассы. Еще одной причиной, по которой необходимо перерабатывать пластиковые отходы является то, что пластмассы могут стать заменой для многих природных компонентов при производстве тех или иных материалов, а это выгодно с точки зрения рационализации использования природных ресурсов.

Одним из вариантов переработки пластмассовых отходов, является получение электретных материалов, которые затем могут быть использованы в различных сферах жизнедеятельности человека.

Электретом называется диэлектрик, длительное время сохраняющий поляризованное состояние после снятия внешнего воздействия, которое привело к поляризации (или заряджению) этого диэлектрика, и создающий в окружающем пространстве квазипостоянное электрическое поле, т.е. постоянные времени, характеризующие заряд электрета, существенно превосходят интервалы времени, в течение которых изучается данный электрет. Таким образом, электрет является электрическим аналогом постоянного магнита.

Диэлектрики способны приобретать поляризованное состояние при воздействии внешнего электрического поля. При поляризации происходит нарушение статически равновесного распределения в веществе заряженных частиц и наблюдается появление отличного от нуля результирующего электрического момента. Одной из главных характеристик электрета является время релаксации. Время релаксации τ – это время смещения или ориентации частиц диэлектрика под действием переменного электрического поля, которое определяет время установления поляризации. Время релаксации τ – это промежуток времени, в течение которого начальное значение поляризованности уменьшается в e раз. Время жизни электрета $t_{ж}$ – это промежуток времени, в течение которого сохраняются электретные характеристики материала. Различные полимеры сохраняют электретные характеристики от трех до десяти лет. Повышение температуры ускоряет процессы релаксации, что снижает время жизни

электрета, так как при этом происходит его деполяризация и разрушение свободных зарядов [2].

В зависимости от типа электрета, существует несколько способов их изготовления. Большинство способов изготовления электретов основаны на том, что происходит дополнительное физическое воздействие на диэлектрик, помещенный в электрическое поле, таким образом, получают электроэлектреты, термоэлектреты, фотоэлектреты, радиоэлектреты, магнитоэлектреты и др. [1].

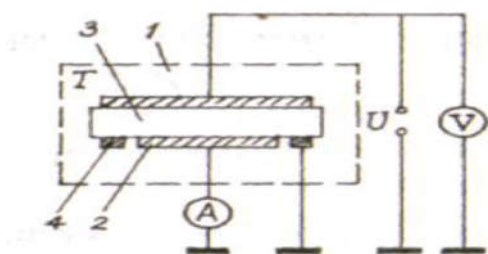
Исходя из методов получения электретных материалов, можно говорить о том, что существует два процесса, которые приводят к появлению электретного состояния в диэлектрике, это поляризация и инжекция. Способность диэлектриков поляризоваться в значительной мере обусловлены их природой и строением [3].

Электреты из органических материалов условно делят на электреты, полученные из природных материалов, и электреты из синтетических материалов. В качестве природных материалов для изготовления электретов используют смолы (канифоль, шеллак, янтарь) и их смеси, а также сахар, асфальт, эбонит, слюду и др. Эти электреты обладают низкой стабильностью величины заряда, очень высокой чувствительностью к условиям хранения, временем жизни не более 1 года. Природные электреты не применяются для изготовления изделий радиоэлектроники. В качестве синтетических материалов для изготовления электретов используют тонкие органические слабополярные и нейтральные полимерные пленки с высокими диэлектрическими свойствами [2].

Постановка эксперимента на первом этапе включает в себя сравнительный анализ возможности использования различных видов отходов бытовых пластиков (упаковочная тара, бутылки ПЭТ и т.д.), а так же создание полимерной пленки для дальнейшего использования ее в производстве электрета. В качестве объектов исследования выступают: полиэтилен высокого давления (ПЭВД), полистирол (ПС), полипропилен (ПП), фторопласт (ФП). На выбор материалов для эксперимента влияет то, что полиэтилен и полипропилен являются одними из самых распространенных крупнотоннажных полимеров.

Образец для поляризации планируется получать путем смешения полимеров друг с другом с помощью лабораторных микровальцов и экструдера с регулируемым электрообогревом. Полученные образцы должны иметь вид пластин или прутка толщиной приблизительно 0,4 – 1,8 мм.

На втором этапе проводится эксперимент в лабораторных условиях для получения полимерного электрета. Схема установки для поляризации имеет следующий вид (рис.1):



1, 2 – электроды, 3 – поляризуемый диэлектрик, 4 – охранный кольцо,
U – источник напряжения, A – измеритель тока, V – вольтметр

Рис. 1 – Схема установки для получения электрета

Сущность эксперимента заключается в методе термической поляризации, т.е. нагреве полимера или смеси полимеров одновременно с поляризацией их нагревом между обкладками из двух различных металлов, взятых из ряда Zn-Al, Al-Cu, и последующем охлаждении в данном электрическом поле. Температура нагрева для полимеров должна быть примерно равна температуре стеклования ($150-200^{\circ}\text{C}$) и заметно ниже температуры плавления. Поля, используемые для создания такого рода электретов в зависимости от величины образца имеют заряд от 10 до 50 кВ/см.

В качестве анализируемого выходного параметра выступает величина поверхностной плотности заряда, главной задачей является получение электрета с плотностью на несколько порядков выше чем 10^{-9} Кл/см², т.к. это поможет увеличить мощность электрета. Полученный таким способом электрет является термоэлектретом.

Для проверки правильности проведения поляризации основные характеристики электрета, такие как: напряженность электрического поля E , потенциал поверхности V_s , и эффективная поверхностная плотность заряда $\sigma_{эф}$ могут быть измерены с помощью измерителя параметров электростатического поля. Электретный потенциал поверхности заряженных образцов можно измерить также методом вибрирующего электрода.

В современном мире термоэлектреты получили широкое применение вследствие их способности длительно сохранять электрические заряды на поверхности и являться источниками постоянного электрического поля. Традиционной областью применения электретов стали газовые фильтры, микрофоны, дозиметры и системы электронной фокусировки. В последнее время открываются и новые области применения электретов: в медицине (в качестве антитромбогенных имплантатов), в машиностроении (в узлах трения, системах защиты от коррозии) и т.д.

Не смотря на широкий спектр применения электретных материалов, самым главным, пожалуй, является возможность создания альтернативных источников энергии, принцип работы которых основан на индуцировании переменного тока в постоянном электрическом поле электрета либо на взаимодействии полей электрета и электродов. Примерами данных источников являются: полностью бестоковый электромотор электретно-механического типа со штоками и комбинированный мотор-генератор поступательно-вращательного типа [3].

Полученный экспериментальным путем электрет планируется испытать в качестве основы для создания фильтра для очистки газа от вредных веществ, а также как компонент для создания источника автономного питания портативных устройств.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что исследования методов получения электретов могут открыть новые возможности для решения проблемы рационального использования природных ресурсов, дать новые альтернативные источники энергии, а так же помочь решить одну из главных глобальных задач, главной целью которой является поиск экологически чистых путей утилизации вторичных пластиков.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Мяздриков О.А., Манойлов В.Е. Электреты / О.А. Мяздриков, В.Е. Манойлов. - М.; Л.: Госкомэнергоиздат, 1962. - 99 с.
2. Сесслера Г. Электреты / Г.Сесслера.- М.: Мир, 1983. - 487 с.
3. Луцейкин Г.А. Полимерные электреты / Г.А. Луцейкин - М.: Химия, 1984. - 184 с.

ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРНО-ГРУППОВОГО СОСТАВА УГЛЕЙ РАЗНЫХ ТИПОВ ПО ВОССТАНОВЛЕННОСТИ ПРИ ПИРОЛИЗЕ

И.В. Подройко, В.Н. Шевкопляс, Г.Н. Бутузов
Донецкий национальный технический университет

В докладе исследовано изменение структурно-группового состава углей разных типов по восстановленности в процессах полукоксования и коксования. Установлено влияние серы на ход процесса пиролиза.

Ключевые слова: ГАЗОВЫЕ УГЛИ, СЕРА, ИК-СПЕКТРОСКОПИЯ, ПОЛУКОКС, КОКС.

In the report, a study was made of the change in the structural-group composition of coals of different types of reductivity in the processes of semi-coking and coking. The influence of sulfur on the pyrolysis process is established.

Key words: GAS COAL, SULFUR, IR-SPECTROSCOPY, SEMICOKE, COKE.

Объектом исследования в данной работе были малосернистые и высокосернистые газовые угли. Запасы газовых углей в Донбассе значительные. При этом основное направление их использования – в качестве энергетического и коммунально-бытового топлива, а также в коксохимической промышленности. Возможность применения данной марки углей в шихте для коксования и для сжигания на ТЭЦ ограничена содержанием серы, поэтому значительный интерес представляет сравнительное изучение поведения газовых углей разных типов по восстановленности в процессах полукоксования и коксования.

Цель работы заключается в сравнении результатов пиролиза малосернистых и сернистых газовых углей до стадии полукоксования и коксования методом ИК-спектроскопии.

ИК-спектры углей регистрировали на спектрометре «Bruker» FTS-7 с использованием техники DRIFT в Институте органической химии с центром фотохимии Болгарской Академии Наук. Угли для анализа готовили в форме 5%-ных смесей с бромидом калия. Коррекцию базовой линии проводили с использованием компьютерной программы «Origin».

Таблица 1 – Элементный и технический анализы образцов

Шахта, пласт	Технический и элементный состав									
	W ^a	A _d	V ^{daf}	C ^{daf}	H ^{daf}	(N ₂ +O ₂) ^{daf}	S _t ^d	S _{so4} ^d	S _{FeS2} ^d	S _o ^d
Центральная, К ₇	1,9	6,4	7,7	91,2	2,60	6,20	0,94	<0,01	0,05	0,89
Димитрова, I ₁	1,9	7,2	7,6	92,1	2,40	5,50	1,96	<0,01	0,04	1,89

По данным DRIFT-спектроскопии, основными структурными фрагментами исследуемых образцов являются следующие:

1. Ароматические углеводороды (в том числе карбонил- и фенолсодержащие), о чем свидетельствует наличие характерных полос поглощения C = C связи при $\approx 1600 \text{ см}^{-1}$; C = O связи в области $1705 - 1650 \text{ см}^{-1}$ (включая хиноидные группы в области $1653 - 1663 \text{ см}^{-1}$), поглощение в области валентных колебаний -ОН-групп

(3400-3300 см^{-1}), интенсивное поглощение $-\text{C}-\text{O}-$ групп (1300–1100 см^{-1}), которое относят к деформационным колебаниям фенольных и эфирных групп, а также пики поглощения инфракрасных волн в области валентных и деформационных колебаний $\text{C}_{\text{ар}}-\text{H}$ связей при 3100 – 3000 см^{-1} и 900 – 700 см^{-1} соответственно;

2. Аليفатические насыщенные $\text{C}_{\text{ал}}-\text{H}$ группы, которые идентифицировали по наличию интенсивного поглощения в области валентных колебаний 3000 – 2800 см^{-1} (CH_3 , CH_2 , CH группы) и в области деформационных колебаний: 1480 см^{-1} – 1430 см^{-1} , 1380 см^{-1} – 1370 см^{-1} (CH_3 – группы); 1485 см^{-1} – 1445 см^{-1} , 1305 см^{-1} , 1250 см^{-1} , 720 см^{-1} (CH_2 – группы); 1340 см^{-1} (CH – группы).

3.– $\text{C}=\text{O}$ группы в насыщенных соединениях, хорошо определяемые по полосам поглощения в интервале частот 1750–1700 см^{-1} (альдегиды, кетоны, карбоновые кислоты, сложные эфиры).

Полуколичественную обработку сигналов DRIFT-спектров проводили методом базовой линии. Данный метод дает хорошо воспроизводимые результаты и широко применяется в углехимии. Построение базовой линии проводилось по локальным минимумам, которые регистрируются при определенной длине волны и являются характеристическими для всех ИК-спектров углей. Оптическая плотность интерпретируемых полос поглощения исчислялась в относительных величинах I_x/I_{1600} , где I_x – оптическая плотность исследуемой полосы, I_{1600} – оптическая плотность полос при длине волны 1600. Результаты занесены в таблицу 2.

Таблица 2 – Относительная интенсивность I_x/I_{1600}

Тип	Шахта, пласт	Термо обработка	Относительная интенсивность I_x/I_{1600}				
			3400	3020 3040	2950	2920	2850
а	Центральная К ₇	уголь	0.311	0.125	0,338	0.610	0.462
		ПК	0.272	0.205	0,098	0.157	0.107
		кокс	1.835	0,741	0,435	0.453	0.353
в	Димитрова L ₁	уголь	0.473	0.130	0,374	0.615	0.490
		полукокс	0.581	0.482	0,253	0.283	0.286
		кокс	6.105	0.699	0,384	0.316	0.301

Продолжение таблицы 2									
Т и п	Шахта, пласт	Термо обработка	Относительная интенсивность I_x/I_{1600}						
			1700	1440	1370	1250	860	800	740
а	Центральная К ₇	Уголь	0.007	0.529	0.089	0.326	0.260	0.317	0.236
		ПК	0.078	0.330	0,292	0,075	0.668	0.606	0.526
		Кокс	0,165	0,041	0,071	0,612	-	2.577	1,247
в	Димитрова L ₁	Уголь	0.026	0.576	0.069	0.270	0.226	0.298	0.208
		ПК	0.121	0.121	0.042	0.163	0.684	0.786	0.852
		Кокс	0.181	0.030	0.053	0.564	0.158	0.241	-

Из этой таблицы видно, что при переходе от углей к полукоксам уменьшается относительное количество мостиковых связей, алифатического водорода, увеличивается количество С=О связей и ароматического водорода как для слабо восстановленных, так и для восстановленных углей. Количество фенольных групп при переходе к стадии полукоксования для слабо восстановленных уменьшается, а для восстановленных увеличивается.

Спектр кокса имеет нетипичный вид. Наблюдается резкое увеличение относительного содержания кислородсодержащих и алифатических групп, что не соответствует результатам элементного анализа. Следовательно, невозможно сделать правильную оценку интенсивности С=С (1500, 1580, 1600) полос, так как она очень низкая. Причины этого явления следующие. Полоса 1600 соответствует С=С валентным колебаниям ароматики. На стадии коксования, когда происходит значительная ароматизация органической массы возникают графитоподобные фрагменты. При этом абсорбция С=С связи становится неактивной. Эта полоса в коксах может появляться только в том случае, если есть поверхностные С-Н_{ар} (700-900) и кислородсодержащие функциональные группы. При наличии достаточного количества С-Н_{ар} или кислородсодержащих групп на крайних кольцах сетки, появляется небольшая асимметрия С=С связи. Поэтому анализ структурно-группового состава коксов проводим по отношению интенсивности полос поглощения различных функциональных групп к полосе 2920 как показано в таблице 3.

Таблица 3 - Относительная интенсивность I_x / I_{2920}

Т И п	Шахта, пласт	Термообработка	Относительная интенсивность I_x / I_{2920}		
			I_{1700} / I_{2920}	I_{2950} / I_{2920}	I_{3040} / I_{2920}
а	Центральная, К ₇	Уголь	0,011	0,544	0,205
		ПК	0,497	0,624	1,306
		Кокс	0,364	1	1,636
в	Димитрова, L ₁	Уголь	0,042	0,608	0,211
		ПК	0,428	0,894	1,703
		Кокс	0,573	1,215	2,212

Из таблицы 3 видно, что термические превращения на стадиях полукоксования и коксования приводят к увеличению межмолекулярных взаимодействий, увеличению относительного количества коротких парафиновых цепей, а также к росту количества ароматического водорода.

Относительная интенсивность полосы 1250-1150см⁻¹, отвечающая за поглощение простых эфиров, снижается на стадии полукоксования, что свидетельствует о разрушении кислородсодержащих и серосодержащих мостиков.

Сернистые угли, а также полученные из них полукоксы и коксы, характеризуются большим относительным количеством ароматического водорода и С=О групп по сравнению с малосернистыми. Кроме того, при пиролизе углей восстановленного типа интенсивнее разрушаются парафиновые цепочки и доля коротких заместителей значительно выше, чем при пиролизе угля типа «а».

Таким образом в работе показано различие структурно-группового состава углей разного типа по восстановленности и продуктов их пиролиза.

ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ ТЕРМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТЬЮ И РАСТВОРИМОСТЬЮ УГЛЕЙ В ДИХЛОРМЕТАНЕ

Л.Р. Некрасова, В.А. Колбаса, Л.Ф. Бутузова
Донецкий национальный технический университет

В работе установлено наличие корреляционных связей между структурно-групповым, элементным составом твердых топлив, их растворимостью в органических растворителях и поведением при термической переработке.

Ключевые слова: УГОЛЬ, ПИРОЛИЗ, СТРУКТУРА, КОЭФФИЦИЕНТ КОРРЕЛЯЦИИ, ДИСПРОПОРЦИОНИРОВАНИЕ ВОДОРОДА

The presence of correlations between the structural-group composition of solid fuels and their solubility in organic solvents and behavior during heat processing was established in the work.

Keywords: COAL, PYROLYSIS, STRUCTURE, THE CORRELATION COEFFICIENT, THE DISPROPORTIONATION OF HYDROGEN

Целью настоящей работы является оценка изменений элементного и функционального состава органической массы углей в процессе полукоксования и установление взаимосвязи между этими изменениями и выходом продуктов пиролиза, а также продуктов, растворимых в органических растворителях.

Для реализации поставленной задачи, использовали совокупность термических и физико-химических методов исследования.

Полукоксование проводили классическим методом в реторте Фишера - «Метод определения выхода продуктов полукоксования» (ГОСТ 3168-93, ИСО 647-74).

Элементный и технический анализ образцов, выполнены по ГОСТ 12113-94, ГОСТ 27314-91, ГОСТ 11022-95.

ИК-спектры углей и полукоксов регистрировали на спектрометре “Bruker” FTS-7 с использованием техники DRIFT в Институте органической химии с центром фитохимии Болгарской Академии Наук. Угли для анализа готовили в форме 5 %-ных смесей с бромидом калия. ИК-спектры образцов снимали в области волновых чисел $\gamma = 4000 - 400 \text{ см}^{-1}$. Коррекцию базовой линии проводили с использованием компьютерной программы “Origin”. Корреляционные связи были определены с помощью программы «Microsoft Excel 2016».

Угли экстрагировали дихлорметаном при температуре 75°C и давлении 50 бар.

В качестве объектов исследования использовали пары восстановленных и слабовосстановленных углей Донецкого бассейна разных стадий метаморфизма. Характеристика исходных углей приведена в Табл.1.

Как видно из таблицы, угли восстановленного типа **в** сравнении с их изометаморфными парами типа **а**, отличаются повышенным содержанием водорода, серы и большим выходом летучих веществ. Все отобранные угли содержат более 80% микрокомпонентов группы витринита.

Изучение изменений элементного и группового состава исследуемых углей позволило установить новые, неизвестные ранее корреляционные связи, которые представлены на рис.1-4. Из рис.1 видно, что степень конверсии ОМУ в жидкие и газообразные продукты изменяется симбатно с изменением растворимости в дихлорметане. Расчётное значение коэффициента корреляции между выходом растворимых продуктов и степенью конверсии в парогазовые продукты в температурном интервале полукоксования составляет 0,986.

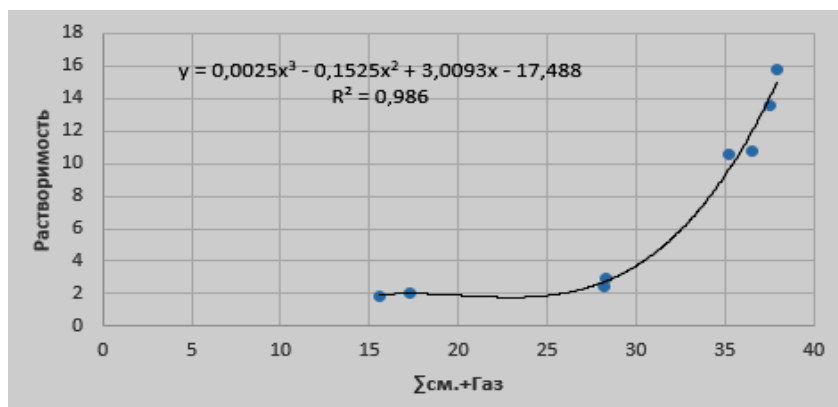


Рис. 1 – $\Sigma_{\text{см.}+\text{Газ}}$ – Растворимость

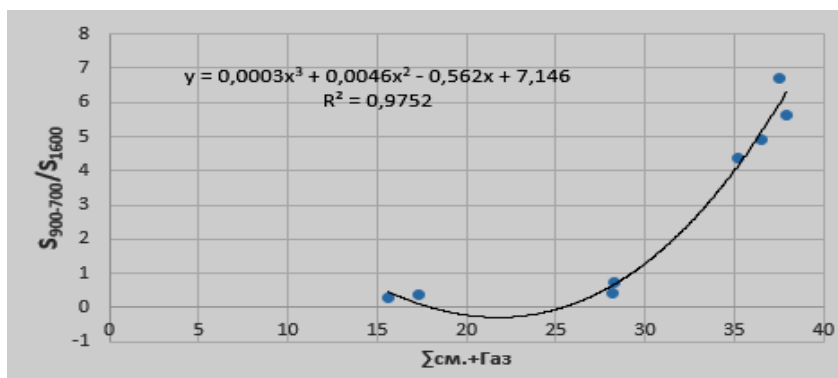


Рис. 2 – $\Sigma_{\text{см.}+\text{Газ}}$ – Растворимость

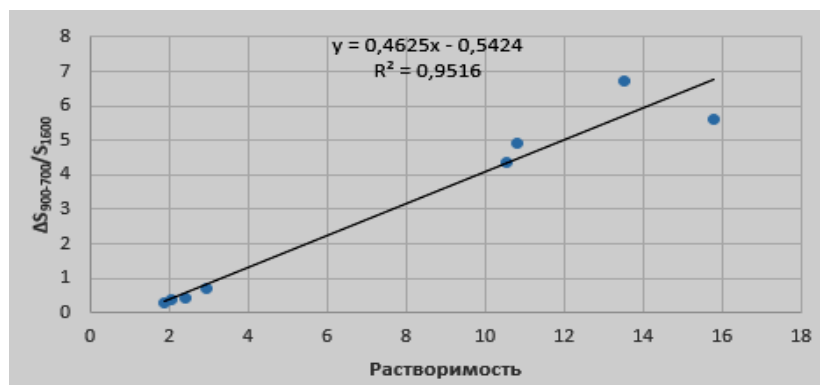


Рис. 3 – Растворимость - $\Delta S_{900-700}/S_{1600}$

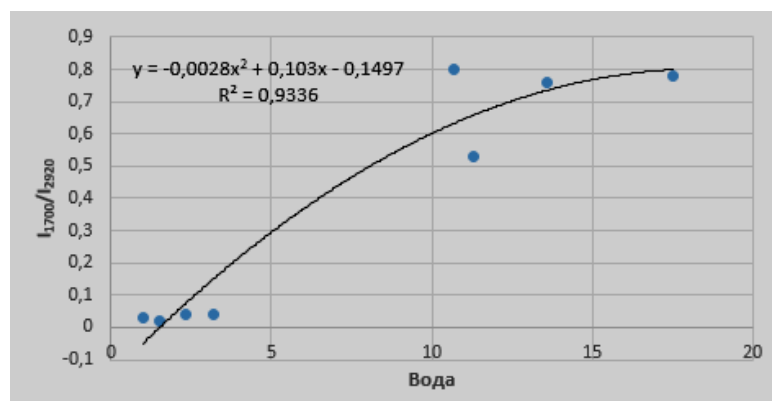


Рисунок 4 – Вода- I_{1700}/I_{2920}

Этот факт, по нашему мнению, согласуется с данными Грязнова [1] о том, что уменьшение содержания кислорода при нагревании выше 300⁰С приводит к увеличению растворимости в органических растворителях. Однако, в настоящем эксперименте не обнаружено вышеупомянутой связи между выходом растворимых продуктов и потерей кислорода ($R^2 \leq 0,5$).

Необходимо отметить, что описанные в углехимической литературе корреляции, как правило, касаются связи между свойствами углей и их элементным составом.

Таблица 1 - Характеристика исследуемых углей

Шахта пласт марка	Тип	R _{o,r} , %	Петрографический состав об. %			Технический и элементный состав					
			Vt	L	I	W ^a	A ^d	V ^{daf}	C ^{daf}	H ^{daf}	S ^d _t
Челюскинцев, l ₄ , Д	<i>a</i>	0.71	87	8	5	0.8	2.4	35.6	79.3	4.94	2.17
Трудовская l ₄ , Д	<i>a</i>	0.55	86	5	9	1.0	1.6	37.3	78.4	4.95	1.05
Засядько, l ₄ , Ж	<i>a</i>	1.01	89	6	5	1.4	2.6	31.6	87.8	5.16	1.09
Гагарина, m ₃ , Ж	<i>a</i>	1.18	85	3	12	1.2	3.7	28.7	87.4	5.06	0.70
Украина, k ₈ , Д	<i>в</i>	0.57	83	6	11	1.5	9.9	41.8	77.9	5.30	2.87
Трудовская k ₈ , Д	<i>в</i>	0.49	80	8	12	0.9	4.6	46.2	76.1	5.43	5.85
Засядько, k ₈ , Ж	<i>в</i>	0.96	83	3	14	0.8	2.7	31.7	87.3	5.23	2.81
Гагарина, m ₄ ⁰ , Ж	<i>в</i>	0.96	87	3	10	0.8	12.2	35.6	83.6	4.88	3.75

В данной работе проведено изучение взаимосвязи между групповым составом углей, определённым методом ИК-спектроскопии, и их технологическими характеристиками. Как следует из рис.2 и 3, имеет место превосходная корреляция между растворимостью углей, выходом паро-газовых продуктов полукоксования, с одной стороны, и изменением содержания ароматического водорода, с другой стороны.

Исходя из представлений о том, что в процессе низкотемпературного пиролиза и растворения происходит разрушение межмолекулярных взаимодействий в структуре высокомолекулярных соединений, входящих в ОМУ, представлялось интересным проанализировать изменение этого параметра при полукоксовании. Прочность межмолекулярных взаимодействий оценивали по отношению интенсивностей полос поглощения I₁₇₀₀/I₂₉₂₀. Как следует из рис.4, существует тесная корреляционная связь между прочностью межмолекулярных взаимодействий и выходом пирогенетической воды.

Таким образом, результаты проведенного исследования показывают влияние межмолекулярных взаимодействий и процессов перераспределения водорода на результаты низкотемпературного пиролиза и растворимость углей.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Грязнов, Свердловск. Пластическое состояние и спекание углей / Н.С. Грязнов. – Свердловск, 1962. – 191 с.

ПОЛУЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ РАЗЛАГАЕМЫХ ПОЛИМЕРОВ НА РАСТИТЕЛЬНОЙ ОСНОВЕ

А.В. Мирошниченко, И.О. Грачёв, В.В. Ошовский
Донецкий национальный технический университет

В докладе описана проблема переработки отходов пластмасс. Также предложена альтернатива неразлагаемым полимерным материалам в виде полимеров, полученным на растительной основе. Проведены опыты по получению таких полимеров в лабораторных условиях.

Ключевые слова: ПОЛИМЕРЫ, ОТХОДЫ, КРАХМАЛ, СИНТЕЗ, ПЕРЕРАБОТКА

The report describes the problem of recycling plastic waste. An alternative to non-degradable polymeric materials in the form of polymers obtained on a plant basis is also proposed. Experiments have been carried out to obtain such polymers under laboratory conditions.

Key words: POLYMERS, WASTE, STARCH, SYNTHESIS, PROCESSING

Одним из наиболее осязаемых результатов антропогенной деятельности является образование отходов, среди которых отходы пластмасс занимают особое место в силу своих уникальных свойств.

Пластмассы – это химическая продукция, состоящая из высокомолекулярных, длинноцепных полимеров. На современном этапе развития человеческих технологий, производство пластических масс ежегодно возрастает в среднем на 5-6 %. В то же время, их потребление на душу населения в индустриально развитых странах за последние несколько десятилетий удвоилось [2].

К настоящему моменту уже насчитывается около 150 различных видов видов пластиков, из которых 30 % являются смесями других полимеров. Для придания нужных свойств, для достижения необходимой полноты переработки, в состав полимеров вносятся специальные химические добавки, которых насчитывается уже около двадцати видов, и некоторые из них токсичны. Выпуск добавок непрерывно возрастает. Если в 1980 г. Их было произведено 4000 т, то к 2000 г. Объем выпуска возрос уже до 7500 т, и все они будут введены в пластики. А со временем потребляемые пластики неизбежно переходят в отходы[2].

На 100% выпускаемых полимерных материалов 41 % применяется для изготовления различных упаковок, из этого количества 47 % идет на упаковку пищевых продуктов. Удобство в эксплуатации, относительная безопасность, низкая стоимость и высокая эстетика являются ведущими причинами, почему использование пластических масс набирает такие масштабы.

Такую широкую популярность пластмассы приобрели благодаря их легкости, экономичности и набором ценнейших рабочих качеств и, по этим же причинам, пластики являются серьезными конкурентами металлу, стеклу, керамике. К примеру, на изготовление стеклянных бутылей требуется в среднем на 21 % больше энергии, чем на изготовление пластмассовых.

Естественно, без недостатков не обошлось. Наряду с этим возникает проблема с утилизацией отходов, которых существует свыше 400 различных видов, появляющихся в результате использования продукции полимерной промышленности.

Существует три основных способа утилизации пластических масс:[3]

- термическое разложение путем пиролиза;

- разложение с получением мономеров, олигомеров;
- вторичная переработка.

Все эти методы, актуальны и справедливы, но всё же весьма энергозатратны.

В связи с этим, уже несколько десятков лет назад была разработана и предложена методика получения биоразлагаемого пластика, безвредного для человека и окружающей среды, и разрушаемого в естественных условиях без дополнительных энергозатрат за значительно более короткий срок. При этом, для его производства используются широко распространенные, компоненты, список которых значительно шире, чем для пластмасс, полученных на основе нефти.

Способов получения подобного рода пластмасс к 2017 году изобретено уже вполне достаточно, чтобы отчасти заменить неразлагаемые пластмассы в мировом использовании.

Тем не менее, ни одна из этих методик ещё не используется в достаточной мере. И связано это с достаточно высокой стоимостью производства и с немногими химико-физическими свойствами этих получаемых полимеров.

При современной популярности данной темы имеет смысл рассмотрения путей усовершенствования технологии получения биоразлагаемого пластика с целью удешевления и унификации получаемого продукта для расширения спектра возможной продукции.

Для достижения этой цели необходимо:

- испробовать популярные и менее популярные методы синтеза биоразлагаемых полимеров;
- исследовать процесс полимеризации с деполимеризацией и поликонденсации продукта;
- изучить полученные продукты на предмет их химических, физических свойств и продумать направления для применения, например как формование посуды или сырья для 3D-прототипирования. Разработать условия и технологию проведения вышеуказанных процессов;
- исследовать возможность добавления различных пластификаторов, уплотнителей, загустителей и т.п. для ускорения процесса или изменения свойств конечного продукта.

На частичное решение этой проблемы направлена и наша работа.

В первую очередь, из всех найденных рецептурных вариантов был выделен один, наиболее простой и наименее ресурсозатратный, поскольку ингредиенты для получения полимера можно без проблем найти даже в бытовых условиях.

Итак, суть рецепта лежит в том, что к 70 миллилитрам воды добавлялось 5 миллилитров глицерина, 5 миллилитров уксуса и 15 грамм картофельного крахмала (так как сама вода служит в основном в качестве среды для создания раствора, её объём не играет особенной роли в конечном продукте). После смешивания всех ингредиентов, стакан с взвесью доводится до кипения на электрической печи при постоянном перемешивании. К моменту, когда состав закипел, содержимое стакана загустело и по консистенции стало близко к густому непрозрачному гелю белого цвета (в рецептуру нескольких образцов были добавлены пищевые красители различных цветов для лучшей наглядности результата). После этих несложных манипуляций, содержимое стакана было вылито на гладкую поверхность и оставлено на воздухе до высыхания.

Полное высыхание в нормальных условиях, без подвергания высоким температурам и давлениям проходит достаточно долго, приблизительно в течение недели.



Свежий продукт



Продукт после высыхания

После высыхания, продукт значительно теряет в объёме, затвердевает и принимает вид прозрачной тонкой пластичной пленки.

Вторым этапом было определение зависимости влияния атомарности используемых спиртов на качестве готового продукта.

Были получены образцы полимеров с использованием этанола, сорбитола и этиленгликоля. Полученные результаты отличались от образца с глицерином. Они получились более твердыми и прочными, практически полностью утратили эластичность и пластичность. Образец на основе сорбитола тактильно и визуально напоминает стекло.

Дальнейшее направление исследований предполагает более подробное изучение альтернативных путей синтеза биополимера с дальнейшим исследованием диэлектрических свойств полученных образцов.

Вывод: Получение полимеров из натурального сырья является актуальным вопросом. Биопластик имеет потенциал к замене обычных пластиков в некоторых отраслях за счет экологически чистого производства, существенного уменьшения выброса в окружающую среду твёрдых отходов.

Таким образом, разработка новых технологий производства биопластиков представляется более экологичным и экономически целесообразным в перспективе.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Власов С.В., Кулезнев В.Н. Основы технологии переработки пластмасс. – М.: 2006. -596 с.
2. Елена Тростянская, Иван Лосев. Химия синтетических полимеров. – М.: Химия, 1971. -616 с.
3. Р. В. Торнер, М. С. Акутин. Оборудование заводов по переработке пластмасс. –М.: 1986. -400 с.

МЕТОДЫ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОДНОГО ПЕКА

В.А. Вытовтов, А.В. Кипря

Донецкий национальный технический университет

В докладе проанализированы существующие методы улучшения качества электродного пека, широко применяемого в качестве связующего при производстве графитированной продукции и анодных масс. Более подробно описан метод, применявшийся на ЧАО «МАКЕЕВКОКС» для повышения показателей α_1 -фракции.

Ключевые слова: ЭЛЕКТРОДНЫЙ ПЕК, ХИНОЛИН, ТЕРМООБРАБОТКА, АНТРАЦЕНОВАЯ ФРАКЦИЯ

The report analyzed the existing methods of improving the quality of electrode pitch, is widely used as a binder in the manufacture of graphite products and anode mass. Described in more detail the method used in the PJSC «MAKEEVKOKS» for performance gains α_1 -fraction.

Keywords: ELECTRODE PITCH, QUINOLINE, THERMAL TREATMENT, ANTHRACENE FRACTION

Каменноугольный пек — наиболее массовый продукт переработки каменноугольной смолы, образующейся при производстве кокса для металлургической промышленности.

В зависимости от температуры размягчения пеки разделяются на: мягкие, средние и твердые. Мягкие пеки имеют температуру размягчения 40–55°C (плотность 1286 кг/м³), средние 65–90°C (плотность 1290 кг/м³) и твердые 135–150°C (плотность 1320 кг/м³). Отечественная коксохимическая промышленность выпускает пеки двух видов: среднетемпературные (марки А, Б, Б1 и В) и высокотемпературный пек.

Существующий в настоящее время в промышленности способ получения среднетемпературного каменноугольного пека путем однократного испарения каменноугольной смолы, предварительно нагретой в трубчатой печи до 360–420°C, практически не позволяет регулировать содержание α (вещества, нерастворимые в толуоле) и α_1 – фракции (вещества, нерастворимые в хинолине) в пеке, поэтому эти показатели пека практически полностью определяются свойствами смолы, поступающей на переработку. В свою очередь, при изменении плотности смолы, поступающей на переработку, возникают трудности с получением пека требуемого качества, особенно по содержанию α и α_1 - фракции.

Отдельно стоит отметить, что содержание α -фракции практически обратно пропорционально выходу летучих веществ. То есть, повышая содержание веществ, нерастворимых в толуоле, тем самым снижается выход летучих веществ.

Кроме того, внедрение на некоторых коксохимических предприятиях технических условий, расширяющих определяемые показатели качества пека (вязкость, коксуемость, дистилляция и т.д.), создало дополнительные предпосылки для поиска методов, повышающих качество пека.

Существующие на сегодняшний день методы условно можно разделить на методы воздействия на исходное сырье или на продукт – пек каменноугольный.

Предлагаемые способы воздействия - это дополнительная термообработка, увеличение времени пребывания пека в реакторах или добавление различных химических веществ (химические продукты коксования; смола, антраценовая фракция, пековые дистилляты, поглотительная фракция; твердые кислоты Льюиса, стабилизаторы).

Дополнительная термическая обработка пека неизбежно приводит к росту температуры размягчения, что ухудшает пластические свойства коксопексовых композиций и затрудняет проведение стадии смешения в электродном производстве. Возникает необходимость в контроле собственно температуры размягчения пека и его вязкостных характеристик. Образовавшаяся за счет жидкофазных реакций уплотнения, протекающих при термообработке пека, α_1 -фракция отрицательно влияет на качество электродной продукции.

Зачастую, авторы предлагают совместить вышеуказанные способы для получения лучшего эффекта. В литературе, кроме того, встречаются предложения по добавкам различного рода стабилизаторов, но ввиду их отсутствия на коксохимических предприятиях, эти способы являются, скорее, лабораторными и малопригодными для производства.

Отдельного внимания требуют предлагаемые методики по улучшению качества пека путем воздействия на исходное сырье – каменноугольную смолу. Наиболее значимыми факторами, влияющими на содержание α -фракции в пеке, являются температура и расход сырья. Найденные закономерности использованы для управления качеством пека: путём регулирования температуры и расхода сырья на второй ступени для α -фракции, по α_1 -фракции - путём шихтовки смол.

Широко применявшийся ранее метод отдувки летучих веществ из пека кислородом воздуха, на сегодняшний день, становится менее распространенным в силу ряда причин. Вопросы же перемешивания в реакторе пека без воздуха стали более злободневными и дают возможность для дальнейших исследований.

Также, одним из перспективных направлений в улучшении качества пека является увеличение времени пребывания пека в аппаратуре. Реализуется этот метод путем использования каскада реакторов.

Практически отсутствуют предложения по повышению содержания α_1 -фракции в пеке электродном марки «В», по существующим техническим условиям на который регламентируются верхний и нижний предел (6-12%). С подобной проблемой приходится сталкиваться при использовании смолы низкой степени пиролиза и содержанием α_1 -фракции ниже 2%. Предлагаемый метод шихтовки смол, безусловно, прост и эффективен, но зачастую не может быть использован ввиду отсутствия на предприятии возможности приобретения смолы высокой степени пиролиза. Как альтернативу такой смоле можно предложить использование антраценовой фракции, прошедшей дополнительную термообработку в течение определенного промежутка времени. В этом случае контроль состояния и качества термообработки можно вести по плотности фракции и коксовому числу. Объемы подаваемой фракции в смолу первой или второй ступени трубчатого агрегата и будут корректировать коксуемость пека электродного и α_1 -фракцию.

В целом ситуация такова, что предприятиям, выпускающим каменноугольный пек по техническим условиям, содержащим более жесткие требования по показателям качества, приходится подстраиваться под качество используемого сырья – смолы каменноугольной и оперативно реагировать на изменение характеристик получаемого продукта, используя имеющийся опыт и аппаратурное оформление в повышении качества того или иного показателя. И, следовательно, наличие и многообразие предлагаемых методов улучшения качественных показателей пека позволит предприятию своевременно вносить эффективные коррективы в технологический процесс производства.

СО-ПИРОЛИЗ УГЛЕЙ С АНТРАЦЕНОМ

В.А. Печень, С.Г. Лысенко, Л.Ф. Бугузова
Донецкий национальный технический университет

В докладе исследовано влияние выхода продуктов термофилтрации из неспекающихся и хорошо спекающихся углей, в присутствии добавки антрацена. Установлен положительный эффект воздействия добавки на выход жидких нелетучих продуктов.

Ключевые слова: ДОБАВКИ, АНТРАЦЕН, ЖИДКИЕ НЕЛЕТУЧИЕ ПРОДУКТЫ, ТЕРМОФИЛЬТРАЦИЯ.

The effect of the yield of thermofiltration products from non-caking and well-caking coals, in the presence of anthracene additive has presented in paper. The positive effect of the action of the additive on the yield of liquid non-volatile products was established.

Keywords: ADDITIVES, ANTHRACENE, LIQUID NON-VOLATILE PRODUCTS, THERMOFILTRATION.

Коксование является наиболее крупномасштабной отраслью термической переработки угля. Угли должны обладать целым рядом определенных свойств, среди которых главное – спекаемость. Непременным условием спекаемости углей является их способность превращаться при нагревании в пластическое состояние.

В коксохимии все больше внимания уделяется разработке новых процессов подготовки и коксовании шихт с повышенным содержанием слабоспекающихся и неспекающихся углей.

Одним из методов, позволяющих в значительной мере сократить долю участия в шихтах дефицитных хорошоспекающихся малосернистых углей, является использование органических спекающих добавок, которые дают возможность получить кокс требуемого качества из шихт с высокой долей участия углей пониженной спекаемости. Этот метод заслуживает внимания еще и потому, что не требует больших капитальных и эксплуатационных затрат и позволяет сохранить традиционный метод слоевого коксования. Как показали многочисленные исследования, технология коксования шихт со спекающими добавками позволяет рассматривать ее как возможную альтернативу брикетированию, трамбованию и термоподготовке шихт.

Одним из главных факторов, тормозящим крупномасштабное применение спекающих добавок, является недостаточная изученность механизма взаимодействия спекающих добавок с органической массой углей, а также отсутствие надежных научно обоснованных критериев подбора добавок.

Рассматривается три вида их воздействия. Первое – это физическое или пластифицирующее действие, связанное с увеличением количества жидких нелетучих продуктов (ЖНП), что способствует набуханию зерен угля и улучшению их спекания. Второй тип воздействия – физико-химическое, при котором добавка, помимо пластифицирующего воздействия, участвует в процессах, протекающих при термической деструкции. Третий тип воздействия – химическое, которое сопровождается процессами рекомбинации свободных радикалов.

Таким образом, применение органических добавок представляет большой интерес в связи с их способностью влиять на спекаемость угля, выход и качество кокса, а также на выход химических продуктов коксования. Это может стать одним из путей решения проблем, возникающих в связи с ухудшением сырьевой базы коксования и ростом требований металлургов к качеству кокса. При всем разнообразии соединений и

веществ до сих пор не дифференцирована направленность действия добавок в зависимости, например, от их химических свойств и молекулярного строения угля.

В литературе отсутствует описание влияния добавок на процесс формирования пластического слоя углей разного типа по восстановленности, а также не изучено их влияние на процесс коксования сернистых углей.

Ранее было показано, что спекаемость углей связана, прежде всего, с наличием в ЖНП ПАУ, антраценов, фенантронов и бифенилов, которые присутствуют, в основном, в виде алкилзамещенных соединений, содержащих 1-4 заместителя. [1]

Выбор антрацена в качестве добавки основан на том, что его содержание значительно выше в нейтральном масле ЖНП спекающихся жирных углей в сравнении со слабоспекающимися газовыми. Температура кипения антрацена (340°C) близка к температуре разложения угля, т.е. возможно его взаимодействие с продуктами разложения ОМУ. Как известно, для антрацена характерна высокая реакционная способность атомов углерода в положении 9 и 10. Он легко взаимодействует со свободными радикалами.

Целью настоящей работы является исследование влияния добавок антрацена на выход продуктов термофльтрации донецких углей, характеристика которых приведена в Таблице 1.

Таблица 1 - Характеристика исследуемых углей

Шахта	Марка угля, пласт	Т и п	Технический анализ, %				Элементный анализ, % daf		
			W ^a	A ^d	S ^d _t	V ^{daf}	C	H	O+N
Центральная	Г, k ₇	<i>a</i>	2,2	5,2	1,22	36,0	85,1	5,11	8,71
Димитрова	Г, l ₁	<i>в</i>	2,1	4,4	2,49	38,7	83,8	5,34	9,50
Засядько	Ж, l ₄	<i>a</i>	1,4	2,6	1,09	31,6	87,8	5,16	7,00
Засядько	Ж, k ₈	<i>в</i>	0,8	2,7	2,81	31,7	87,3	5,23	7,20

Экспериментальная часть

Метод термофльтрационного центрифугирования ориентирован на углубленное изучение механизма процессов спекания и коксообразования углей. Этот метод является единственным, с помощью которого можно выделить пластическую массу до начала вторичных преобразований, изучить ее состав, свойства и оценить факторы, которые главным образом влияют на процесс коксообразования.

Сущность метода заключается в нагревании угля в загрузочном патроне трубчатой электропечи центрифуги с параллельным отфильтровыванием жидкоподвижных продуктов термической деструкции в момент их образования под действием центробежной силы. Одновременно с выходом жидкоподвижных продуктов определяют выход твердого остатка и парогазовых летучих продуктов термической деструкции.

Термофльтрационное центрифугирование проводили в аппарате ХПИ по ГОСТ 17621-89.

Печь трубчатая с электрическим обогревом обеспечивает нагревание пробы угля со скоростью до 100°C в минуту в интервале температур от 20 до 600°C.

Для определения выхода жидкоподвижных продуктов готовили навеску угля массой $6 \pm 0,01$ г, состоящую из двух отдельных частей – класса 1 – 3 мм и 0 – 1 мм, пропорционально содержанию этих классов в исходной воздушно-сухой пробе угля.

Для угля с применением добавки также готовили навеску угля и добавки $6 \pm 0,01$ г, состоящую из трех отдельных частей – класса 1 – 3 мм, 0 – 1 мм и 10% добавки.

Жидкоподвижные продукты взвешивали вместе с приемником. Подтеки жидкоподвижных продуктов, прошедшие через сетку, но оставшиеся на ее внешней стороне, отделяли от сетки и взвешивали совместно с жидкоподвижными продуктами. Твердый остаток отделяли от вкладыша и асбестовой прокладки, помещали на кальку и также взвешивали. Выход парогазовой фазы определяли по разности между массой исходной навески угля и суммой масс жидкоподвижных продуктов и твердого остатка.

Было проведено два параллельных опыта с индивидуальным газовым восстановленным углем (Гв). Также проведено два опыта с жирным восстановленным углем (Жв) без и а присутствием добавки.

Как видно из таблицы 2, в результате со-пиролиза наблюдается увеличение выхода ЖНП по сравнению с выходом ЖНП из индивидуального угля. У угля Жв с добавкой выход ЖНП увеличился на 3,98%, следовательно возросла его спекаемость.

Известно, что антраценовое масло является хорошим растворителем для ароматики. По-видимому это объясняет положительный эффект добавки.

По двум параллельным опытам видно, что выход ЖНП из угля Г ниже на 20%, чем из угля Ж. Кроме того антрацен является носителем ароматических конденсированных структур, обеспечивающих образование анизотропной жидкокристаллической фазы.

Таблица 2 - Выход продуктов термофилтрации

Уголь	Выход жидкоподвижных нелетучих продуктов (ЖНП), % daf	Выход надсеточного остатка, %daf	Выход парогазовой фазы, %daf
		эксп.	эксп.
Гв	6,20	64,86	28,94
Гв	6,40	66,04	27,56
Жв	27,25	50,96	21,79
Жв+10% добавка	31,23	47,18	21,59

Вывод

Показано, что при переходе в пластическое состояние антрацен может играть роль внутреннего растворителя, что приводит к увеличению выхода ЖНП.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Печень В.А., Колбаса В.А., Бутузова Л.Ф. Оценка спекаемости углей по анализу нейтрального масла из жидких нелетучих продуктов термофилтрации / Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов: сборник докладов X Международной конференции аспирантов и студентов. – Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2016. – с 380-382.

2. Бутузова, Л.Ф. Экстракты жидкоподвижных продуктов, полученных из разновосстановленных углей и шихт на их основе / Л.Ф. Бутузова, Р.В. Маковский, С. Маринов, Г.Н. Бутузов // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Хімія і хімічна технологія. – 2013. – Вип. 2(21). – с.189-198.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ В КАЧЕСТВЕ ГИДРОФОБИЗАТОРА

Д.А. Нестерова, А.В. Кипря

Донецкий национальный технический университет

В статье рассмотрены вопросы смачиваемости сыпучих веществ, установлено влияние различных факторов на их гидрофильные свойства. Исследована возможность придания водоотталкивающих свойств порошкообразным материалам путем нанесения тонкой гидрофобной пленки на частицы материала. Предложено в качестве гидрофобизатора использовать продукты низкотемпературного пиролиза бытовых отходов пластмасс.

Ключевые слова: СМАЧИВАЕМОСТЬ; СЛЕЖИВАЕМОСТЬ; ГИДРОФОБИЗАТОР; ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТ; ОГНЕТУШАЩИЕ ПОРОШКИ, ОРГАНИЧЕСКАЯ КИСЛОТА.

The article discusses the wettability of solids, it is determined the influence of various factors on their hydrophilic properties. The possibility of imparting water-repellent properties of powder materials by applying a thin hydrophobic film on the material particles. It is proposed to use the products of low-temperature pyrolysis of household plastic waste as a repelling agent.

Keywords: WETTABILITY; TRACEABILITY; WATER REPELLENT; POLYETHYLENE TEREPHTHALATE; EXTINGUISHING POWDER, ORGANIC ACID.

В последнее время наибольшее распространение в быту, на транспорте и различных отраслях народного хозяйства для локализации и тушения местных возгораний получили порошковые огнетушители. Порошковые огнетушители имеют значительные сроки хранения, которые обусловлены только возможной потерей давления в течении времени и возможным изменением физической структуры порошкового материала под воздействием различных физико-химических факторов.

Одним из таких факторов, влияющих на эффективность пламегашения и способность порошкового материала сохранять свои свойства в течении длительного срока ожидания является склонность порошка к поглощению влаги из окружающей среды и склонность порошкового материала к слеживанию. Улучшить качество порошка по этим показателям можно путём его гидрофобизации [1]. В представленной работе проведены исследования смачиваемости сыпучих веществ и установление влияния различных факторов на их гидрофильные свойства.

При внедрении результатов работы решается также актуальная проблема утилизации отходов бытовых полимеров, в частности наиболее распространенной тары для хранения пищевых и технических жидкостей, которые изготовлены из биологически не разлагаемого инертного материала – полиэтилентерефталата (ПЭТ).

В качестве метода переработки ПЭТ нами был выбран низкотемпературный пиролиз без доступа воздуха. Термическую деструкцию полиэтилентерефталата проводили при температуре 400°C с улавливанием продуктов разложения.

Полученные в результате пиролиза полиэтилентерефталата бензойная и терефталевая кислоты обладают гидрофобными свойствами. В связи с этим было решено провести исследования влияния указанных кислот на гидрофобные свойства различных порошковых материалов.

Для проведения исследований в качестве стенда для оценки гидрофобных свойств порошковых материалов, в качестве прототипа использовали установку, представленную в ГОСТ 14839.13-2013 [2].

Исследуемый материал, высушенный при комнатной температуре до воздушно-сухого состояния, просеивали через сита с сеткой из цветного металла с номинальным размером сторон ячеек от 1,0 мм до 0,08 мм. Для нанесения водоотталкивающей пленки на частицы порошка к исследуемому материалу в количестве 100 г приливали 35 мл раствора гидрофобизатора в бензоле, отстаивали в течение 30 минут. Затем исследуемый материал раскладывали тонким слоем на подложке и сушили при комнатной температуре в течение суток до воздушно-сухого состояния. Перед испытанием исследуемый материал тщательно перемешивали. Для анализа отбирали пробу определённой фракции в количестве 30 г.

Постоянную скорость подъёма воды (константа гидродинамического прибора) поддерживали равной 20 см/мин.

Время смачивания определялось от момента подачи воды в сборку из напорного сосуда до момента появления влажного пятна на поверхности кружка фильтровальной бумаги, покрывающего слой исследуемого материала.

Для каждого образца проводили три параллельных определения, по результатам которых вычисляли среднее арифметическое, округляемое до 1 с.

Для исследований зависимости гидрофобных свойств материала от его дисперсности (см. рис. 2) использовали диоксид кремния фракций 1,0 – 0,5 мм, 0,315 – 0,250 мм, $\leq 0,250$ мм.

Как видно из диаграммы смачиваемость зависит от размера частиц исследуемого материала. Чем крупнее частицы, тем легче вода проникает в поры материала.

Дальнейшие исследования проводили с целью определения влияния гидрофобных добавок на смачиваемость порошковых материалов. Как было сказано ранее, в качестве гидрофобных добавок мы использовали полученные в результате пиролиза полиэтилентерефталата бензойную и терефталевую кислоты.

Для нанесения на частицы дисперсного материала нанопленок гидрофобизатора, последний растворяли в бензоле и полученным раствором обрабатывали дисперсный материал с последующей сушкой на воздухе (в вытяжном шкафу) при комнатной температуре.

Провели две серии экспериментов с диоксидом кремния фракции $\leq 0,250$ мм.

В первом эксперименте диоксид кремния обработали чистым бензолом (контрольная проба), а во втором – раствором гидрофобизатора в бензоле.

Результаты эксперимента представлены на диаграммах рис. 3 и рис. 4.

Как видно из представленных на рисунках результатов, нанесение гидрофобизатора увеличивает время, необходимое для полного промокания порошкового материала в соответствии с ГОСТ 14839.13-2013 почти в два раза.

Незначительное уменьшение времени полного промокания порошкового материала после обработки чистым бензолом можно объяснить вымыванием жиров с поверхности указанного материала.

Результаты проведенных исследований позволяют сказать, что смачиваемость зависит от размера частиц исследуемого материала: чем крупнее частицы, тем легче вода проникает в поры материала. Нанесение на поверхность частиц сыпучего материала нанопленки гидрофобизатора значительно увеличивает время полного промокания порошкового материала. Возможно использование в качестве гидрофобизатора продуктов пиролиза полиэтилентерефталата - бензойной и терефталевой кислот.

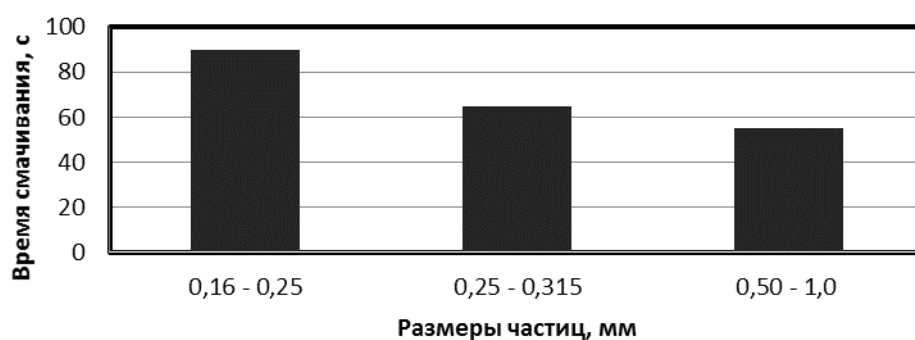


Рисунок 1 — Зависимость времени смачивания песка от дисперсности

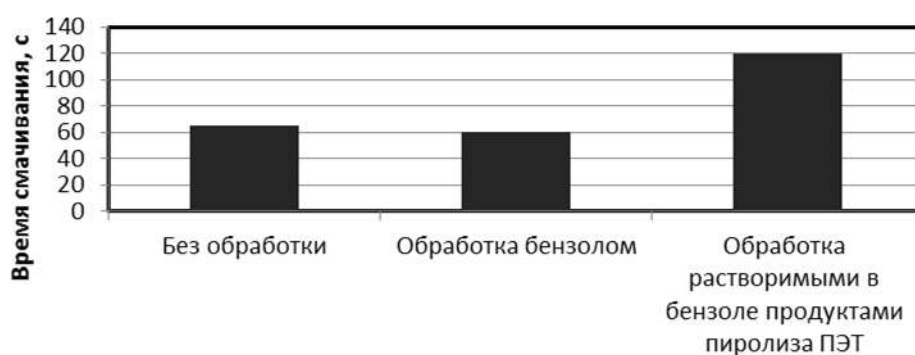


Рисунок 2 — Зависимость времени смачивания песка от природы гидрофобизатора.

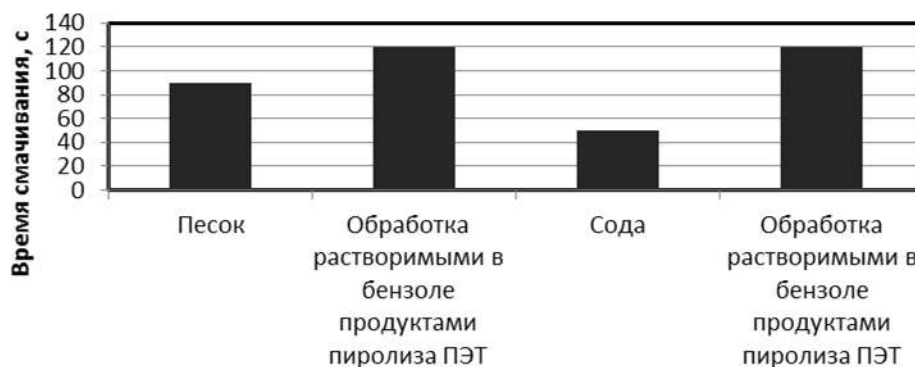


Рисунок 3 — Зависимость времени смачивания от природы материала.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Бобрышева, С.Н. Технологические особенности обеспечения гидрофобности огнетушащих порошков / С. Н. Бобрышева, В. Б. Боднарук, Л. О. Кашлач, О. Г. Горовых // Чрезвычайные ситуации: образование и наука. - 2008. – №2 (3). – С. 24-33.
2. ГОСТ 14839.13-2013. Вещества взрывчатые промышленные. Метод определения водоустойчивости. – М.: Стандартинформ, 2014. – 13 с.

ИК СПЕКТРОСКОПИЯ МНПВО И КВАНТОВОХИМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ ИЗОМЕРОВ ХЕЛАТНЫХ N,O-КОМПЛЕКСОВ Cu(II)

Г.М. Гелашвили, Т.В. Берестова
Башкирский государственный университет

В докладе представлены результаты по изучению изомеров хелатных бис- и разнолигандных аминокислотных комплексов Cu(II) методом ИК спектроскопии МНПВО и квантовохимическим моделированием. Сделаны отнесения характеристических валентных колебаний в средневолновой области ИК спектра.

Ключевые слова: БИС(R,S-ВАЛИНАТ)МЕДИ(II), РАЗНОЛИГАНДНЫЕ АМИНОКИСЛОТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ МЕДИ(II), ЦИС-ИЗОМЕРЫ, ТРАНС-ИЗОМЕРЫ, МНПВО СПЕКТРОСКОПИЯ, ТЕОРИЯ ФУНКЦИОНАЛА ПЛОТНОСТИ.

In the report the isomers of bis- and mixed chelate amino acids complexes Cu(II) were investigated by ATR-FTIR spectroscopy and quantum chemical modeling. The characteristic stretching vibrations in the mid-wave region of the IR spectrum are established.

Keywords: BIS(R,S-VALINATO)COPPER(II), MIXED (A-AMINO ACIDS)COPPER(II) COMPLEXES, CIS-ISOMERS, TRANS-ISOMERS, ATR-FTIR SPECTROSCOPY, DENSITY FUNCTIONAL THEORY.

N,O-хелатные комплексы d-металлов находят широкое применение в промышленности в качестве красителей, а также в фармацевтической промышленности в качестве лекарственных препаратов и БАДов, поэтому, их синтез и идентификация является одним из приоритетных направлений координационной химии.

В то же время, известно, что подобные соединения могут играть важную роль в биологических системах. Согласно литературным данным, фармакологическое действие комплексов биогенных металлов в организме может зависеть не только от лигандного окружения металла, но и пространственной конфигурации аддентов [1].

Известно, что хелатные бис- и разнолигандные аминокислотные N,O-комплексы Cu(II) принимают участие в самосборке белковых молекул [1], а также могут рассматриваться в качестве моделей активных центров медьсодержащих ферментов. Недавно было установлено, что низкомолекулярные аминокислотные хелаты Cu(II) обладают достаточной стабильностью в водных растворах при стандартных условиях [2].

Таким образом, на сегодняшний день, выявление критериев для идентификации геометрических изомеров аминокислотных N,O-комплексов и изучение процессов их цис-транс-изомеризации остается актуальной задачей, решение которой позволит установить механизм их фармакологического действия и разработать на их основе препараты для регуляции гомеостаза в биологических системах.

Методом ИК спектроскопии МНПВО (многократного нарушенного полного внутреннего отражения) и квантовохимическим моделированием (M06-L, mPWPW91, OLYP, M06, B3LYP, LC-wPBE, базисный набор 6-311+G(d)) изучены транс-(a) и цис-(b) изомеры хелатных аминокислотных комплексов $[Cu(^bL_1L_2)]$ (^bL - bidentate ligand: gly, S-ala, S-val, R,S-val) [3] в области характеристических валентных колебаний карбоксилат-иона $\nu(C=O)$, $\nu_{as}(C-O)$ и $\nu_s(C-O)$. Показано, что полученные экспериментально ИК-характеристики геометрических изомеров a,b хорошо коррелируют с теоретическими расчетами (метод M06-L/6-311+G(d)).

По результатам исследования сделаны отнесения характеристических полос поглощения полученных изомеров и установлено, что валентные колебания карбонильной группы $\nu_{as,s}(C=O)$ для цис-изомеров **b** имеют уширенный характер и сдвигаются в более длинноволновую область по сравнению с транс-изомерами **a**. Область асимметричных и симметричных валентных колебаний $\nu_{as,s}(C-O)$ (1370-1400 cm^{-1}) транс-изомеров **a** из-за возможного наложения имеет большую интенсивность по сравнению с цис-изомерами **b**, для которых характерно уменьшение интенсивности и расщепление соответствующих полос поглощения (рис.1).

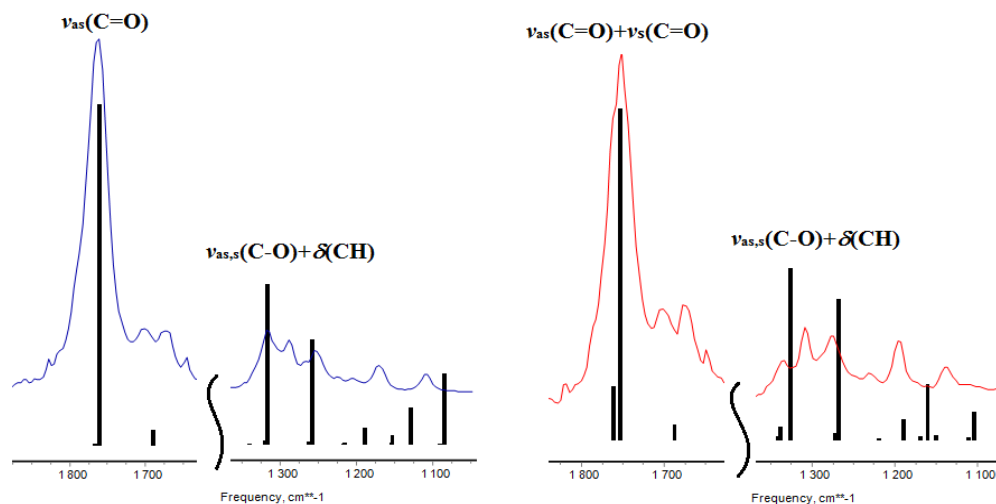


Рис. 1 - Фрагменты экспериментальных и теоретических (M06-L/6-311+G(d)) ИК спектров **1a** (синий) и **1b** (красный) **1a,b**

Показано, что симметричные и/или асимметричные колебания карбоксильной группы характерны для свободного аниона, либо, в крайнем случае, для структур с близкими значениями межатомных расстояний C-O в COO группе, а, следовательно, с близкими значениями порядков обеих C-O связей и силовых констант этих связей. Рентгеноструктурные данные свидетельствуют, что в транс- и цис-комплексах бис-валината меди(II) наблюдается существенное альтернирование связей C-O: атом кислорода, координированный по атому меди, связан с атомом углерода связью, порядок которой близок к единице, тогда как другой атом кислорода карбоксильной группы образует с атомом C двойную связь. Частоты колебаний таких C-O связей должны существенно различаться, а проявление составных колебаний COO группы симметричного или асимметричного типа в данном случае маловероятно. Таким образом, для получения дополнительной информации о структуре исследуемых изомеров **a,b** в колебательном спектре соединений и более обоснованном отнесении наиболее характерных колебаний в ИК-спектрах были проведены теоретические расчеты с использованием различных функционалов плотности и валентно-расщепленного базисного набора Попла 6-311+G(d).

Результаты проведенных DFT-расчетов позволяют установить, что все изученные функционалы плотности дают близкие результаты по геометрическим параметрам **a,b**. Несколько большее расхождение наблюдается для частот колебаний в ИК-спектрах, однако это различие носит систематический характер, последовательность полос поглощения и их состав практически не изменяются при замене функционала плотности. Данная закономерность обусловлена погрешностью квантово-химического метода вследствие использования гармонического приближения при расчете частот и часто устраняется умножением величин частот колебаний на поправочный множитель. Поскольку не для всех использованных уровней теории масштабирующий коэффициент известен, в настоящей работе корректировку частот колебаний не проводили. В соответствии с экспериментальными данными было установлено, что в оптимальной структуре комплексов **a,b** реализуется плоскоквадратное окружение

центрального катиона меди(II) атомами O и N анионов L-валина. DFT-расчет такой структуры приводит к локальному минимуму, энергия которого выше на 21 кДж/моль как для цис-, так и для транс-комплекса бис-валината Cu(II).

Данный результат наглядно характеризует необходимость учета сольватного окружения в растворе или ближайшего кристаллического окружения, формирующего диэлектрическую среду с возможными специфическими взаимодействиями исследуемой структуры. Действительно, расчет энергий комплексов а,б с учетом влияния воды снижает разницу свободных энергий комплексов до 4.5 кДж/моль. Учесть эффект ближайшего окружения в кристаллической структуре сложнее, поэтому в данной работе дополнительно приведены расчеты с использованием модельного ограничения, согласно которому строение комплексов и их спектральные свойства определяли для условий диэлектрической континуальной среды, создаваемой молекулами воды (табл.1).

Таблица 1 - Экспериментальные и теоретические ИК-характеристики цис- и транс-изомеров Cu(S-val)₂] (1a,b)

	$\nu_s(\text{C=O})$	$\nu_{as}(\text{C=O})$	$\delta(\text{NH}_2)$	$\nu_{as,s}(\text{C-O})+\delta(\text{CCH})$	$\nu(\text{C-N})+\delta(\text{NH}_2)+\delta(\text{CH})$
Экспериментальные данные					
trans-	1618vs		1587m, 1572m	1389s; 1373m	1125s
cis-	1619 + 1615vs		1587m, 1574m	1387m; 1373m	1125s
Теоретические данные					
trans-	1624(10)	1620(2170)	1635(231)	1346(298); 1336(382); 1268(374)	1156(258); 1048(193)
cis-	1622(342)	1617(1900)	1637(203)	1340(574); 1271(351)	1155(204); 1047(211)
trans *	1767(3)	1762(945)	1691(48)	1319(441); 1260(288)	1086(195); 1038(78)
cis *	1763(117)	1755(724)	1689(39)	1340(30), 1327(374) 1269(308)	1161(133), 1105(67); 1030(98)

* - расчеты проводились с учетом диэлектрической континуальной среды, создаваемой молекулами воды

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. O. Yamauchi, A. Odani, M. Takani // J. Chem. Soc. Dalton Trans. 2002, p. 3411.
2. O.M.D. Lutz, C.B. Messener, T.S. Hover, B.M. Rode // J. Phys. Chem. Lett. 2014, p. 1502.
3. Berestova T.V., Kuzina L.G., Amineva N.A., Faizrakhmanov I.S., Massalimov I.A., Mustafin A.G. // J. Mol. Struct. 2017, doi: 10.1016/j.molstruc.2017.02.023.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ В РАБОЧИХ РАСТВОРАХ ХЕЛАТНЫХ МИКРОУДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ ЭДТА

Т.В. Голевич, И.Л. Сидак
ГУ «НИИ «Реактивэлектрон»

На основе математического моделирования процессов комплексообразования в растворах оптимизирован химический состав жидких хелатных микроудобрений на основе комплексов ЭДТА с биогенными металлами: Fe, Co, Cu, Zn, Mn. Получены образцы указанных микроудобрений, рабочие растворы которых устойчивы в слабощелочных водах ($pH \leq 8$) средней жёсткости и могут применяться в почвенно-климатических условиях Донбасса.

Ключевые слова: ХЕЛАТНЫЕ МИКРОУДОБРЕНИЯ, КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ В РАСТВОРАХ, МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ.

A chemical composition of the liquid chelate microfertilizers based on EDTA complexes with the biogenic metals (Fe, Co, Cu, Zn, Mn) has been optimized on the basis of the mathematical modelling of the complexing in solutions. Patterns of the mentioned microfertilizers have been got. Their process solutions are stable in alkaliescent waters ($pH \leq 8$) with the moderately hard and can be applied in the soil and climatic conditions of the Donbass.

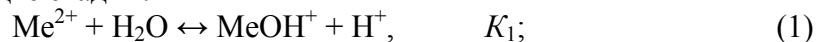
Keywords: CHELATE MICROFERTILIZERS, COMPLEXING IN SOLUTIONS, MATHEMATICAL MODELLING.

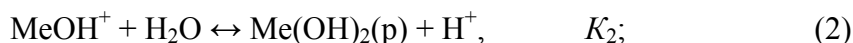
В настоящее время в качестве микроудобрений на основе соединений меди, цинка, марганца и кобальта используют, как правило, сульфаты ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) и так называемые комплексонаты – хелатные комплексные соединения металлов, в состав которых входят разнообразные органические лиганды. Сульфаты и другие неорганические соли обычно применяют на кислых почвах. На нейтральных и слабощелочных почвах, характерных для Донбасса, эффективность применения сульфатов, вследствие образования малорастворимых основных солей, может снижаться в десятки раз. Общеизвестно, что комплексонаты металлов значительно более эффективны, чем сульфаты и другие неорганические соли. В качестве комплексообразователей (комплексонатов) для синтеза комплексонатов микроэлементов применяются различные органические кислоты [1].

Чаще всего для синтеза комплексонатов микроэлементов используют наиболее доступную и дешёвую этилендиаминтетрауксусную кислоту $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}_8\text{N}_2$ или её соль – дигидрат этилендиамин-N,N,N',N'-тетраацетата динатрия $\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{O}_8\text{N}_2\text{Na}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (трилон Б). Однако применение хелатных микроудобрений на основе ЭДТА может быть существенно ограничено, когда для приготовления рабочих растворов используют слабощелочные воды средней жесткости.

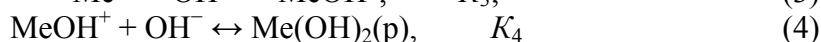
Целью настоящей работы является разработка математической модели для определения оптимального химического состава хелатных микроудобрений на основе комплексов ЭДТА с Fe, Co, Cu, Zn, Mn (так называемых монохелатов), устойчивых в характерных для Донбасса слабощелочных почвах ($pH \leq 8$), а также слабощелочных водах ($pH \leq 8$) средней жёсткости (не более 7 мг-экв/л).

Известно, что гидролиз по катиону для переходных металлов в степени окисления (+2) протекает ступенчато в две стадии:





Образование же осадков гидроксидов переходных металлов $\text{Me(OH)}_2(\text{т})$ происходит при достижении концентрации $\text{Me(OH)}_2(\text{p})$ в растворе некоторой критической величины и определяется (при постоянной температуре) не только исходной концентрацией катионов Me^{2+} , pH и величиной произведения растворимости, но и величиной констант равновесия K_1 и K_2 [2, 3]. Для составления математической модели образования осадков $\text{Me(OH)}_2(\text{т})$ удобно рассматривать как процессы комплексообразования, в которых гидроксид-ионы являются замещающими лигандами:



Условие образования осадков $\text{Me(OH)}_2(\text{т})$ определяли, исходя из неравенства [2]:

$$[\text{Me(OH)}_2(\text{p})] \geq K_{(\text{т})} = PP \cdot K_3 \cdot K_4,$$

где произведение растворимости $PP = [\text{Me}^{2+}] \cdot [\text{OH}^-]^2$.

Формальная константа равновесия $K_{(\text{т})}$ отражает суммарный процесс, учитывающий образование всех возможных частиц в системе.

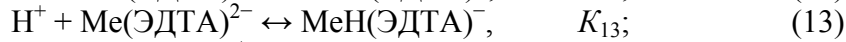
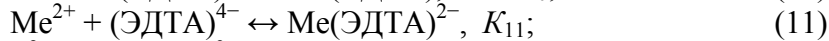
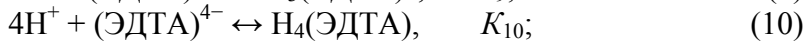
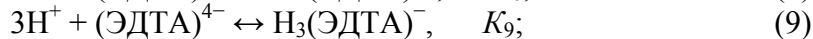
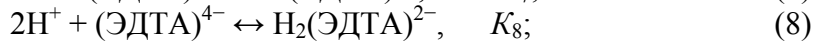
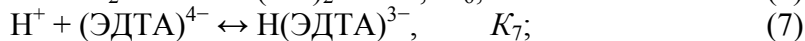
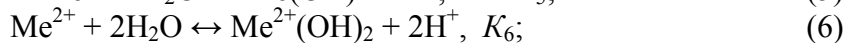
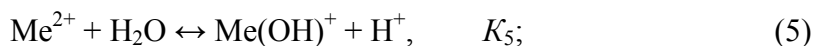
Для расчетов равновесных концентраций Me^{2+} , MeOH^+ и $\text{Me(OH)}_2(\text{p})$ использовали также уравнение материального баланса:

$$[\text{Me}^{2+}] + [\text{MeOH}^+] + [\text{Me(OH)}_2(\text{p})] = C_0(\text{Me}^{2+}),$$

где $C_0(\text{Me}^{2+})$ – исходная концентрация катионов Me^{2+} .

Рассмотренная модель позволяет достаточно точно (даже без учёта ионной силы раствора) определять pH осаждения гидроксидов переходных металлов $\text{Me(OH)}_2(\text{т})$ из растворов простых солей.

Для определения равновесных концентраций частиц в растворах в присутствии комплексообразователя использовали модель, основы которой изложены в работе [3]. Рассмотрим раствор, который получен растворением простой соли Me^{2+} и трилона Б. Процессы, протекающие в данном растворе, можно представить в виде следующих уравнений реакций:



Подобное представление оказывается весьма удобным при составлении достаточно простой математической модели с использованием формальных констант равновесия [3]:

$$\begin{aligned} \Phi(\text{Me}) &= 1 + K_5 \cdot 10^{-pH} + K_6 \cdot 10^{-2 \cdot pH}, \\ \Phi(\text{ЭДТА}) &= 1 + K_7 \cdot 10^{-pH} + K_8 \cdot 10^{-2 \cdot pH} + K_9 \cdot 10^{-3 \cdot pH} + K_{10} \cdot 10^{-4 \cdot pH}, \\ \Phi(\text{MeЭДТА}) &= 1 + K_{13} \cdot 10^{-pH}. \end{aligned}$$

Логарифм кажущейся константы равновесия для реакции (11) равен $\lg K^* = K_{11} - \lg \Phi(\text{Me}) - \lg \Phi(\text{ЭДТА}) + \lg \Phi(\text{MeЭДТА})$. Используя значение константы $\lg K^*$ и начальные концентрации Me^{2+} и $(\text{ЭДТА})^{4-}$, рассчитывали вначале приближённую концентрацию $C^*(\text{Me}(\text{ЭДТА})^{2-})$. Равновесную концентрацию ионов $\text{Me}(\text{ЭДТА})^{2-}$ рассчитывали по формуле: $[\text{Me}(\text{ЭДТА})^{2-}] = C^*(\text{Me}(\text{ЭДТА})^{2-}) \cdot \Phi^{-1}(\text{MeЭДТА})$. Подобным

образом рассчитывали равновесные концентрации других форм соединений металлов, присутствующих в данном растворе [3].

В качестве иллюстрации на рис. 1 приведены результаты расчётов равновесных концентраций в рабочем растворе хелатных кобальтсодержащих микроудобрений (хелатирующий агент ЭДТА) и расчёты pH образования гидроксида кобальта(II) в рабочих растворах сульфата кобальта и сульфата кобальта хелатированного ЭДТА.

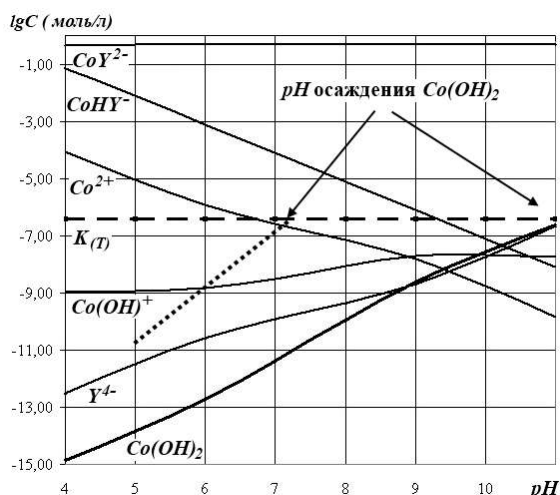


Рис. 1 - Равновесные концентрации различных форм Co в рабочем растворе хелатных кобальтсодержащих микроудобрений (хелатирующий агент ЭДТА) $C_0(Co^{2+}) = C_0(Y^{4-}) = 0,01$ моль/л; $Y^{4-} = (ЭДТА)^{4-}$

Расчёты показывают, что в результате комплексообразования pH осаждения гидроксида кобальта(II) при стехиометрическом соотношении ионов Co^{2+} и $(ЭДТА)^{4-}$ и их концентрации равной 0,01 моль/л возрастает с 7,1 до 11,0. Учитывая, что на практике для приготовления рабочих растворов хелатных микроудобрений в Донецком регионе используют, как правило, слабощелочные воды ($pH \leq 8$) средней жёсткости (≤ 7 мг-экв/л), нами были проведены дополнительные расчёты с учётом содержания в растворе катионов магния и кальция.

Таким образом, в результате расчетов (по приведенной выше математической модели) с последующей их экспериментальной проверкой было установлено, что оптимальным для жидких концентрированных хелатных микроудобрений (с концентрацией биогенных металлов Fe, Co, Cu, Zn, Mn от 30 до 50 г/л) является определенное избыточное содержание трилона Б. Для Co-, Cu-, и Zn-содержащих микроудобрений оптимальный избыток трилона Б в концентрате составляет 2% от стехиометрического соотношения, для Mn-содержащих — 3% и для Fe-содержащих — 7%. Лабораторные и полевые испытания в ГУ Донецкий ботанический сад подтвердили эффективность применения указанных хелатных микроудобрений в почвенно-климатических условиях Донбасса.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Булыгин С.Ю. и др. Микроэлементы в сельском хозяйстве: (Издание третье, переработанное и дополненное) / С. Ю. Булыгин. — Днепропетровск.: Січ, 2007. — 100 с. — ISBN 978-966-511-306-2.
2. Дж. Н. Батлер. Ионные равновесия: Пер. с англ. / Дж. Н. Батлер. — Л.: «Химия», 1973. — С. 448.
3. Бугаевский А.А. Расчёт химических равновесий в растворе / А. А. Бугаевский. — Харьков: Вища школа. Изд-во при Харьк. Ун-те, 1980. — 136 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА КОМПЛЕКСНЫХ ХЕЛАТНЫХ МИКРОУДОБРЕНИЙ ДЛЯ ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР, КУЛЬТИВИРУЕМЫХ В УСЛОВИЯХ ВОСТОЧНОГО РЕГИОНА ДОНБАССА

Т.В. Голевич, И.В. Мысник
ГУ «НИИ «Реактивэлектрон»

Оптимизирован химический состав комплексных хелатных микроудобрений на основе ЭДТА с учетом потребности злаковых культур в микроэлементах и наличия этих элементов в суглинистых почвах черноземья Восточного Донбасса. На основе лабораторных исследований с применением вегетативного метода на образцах пшеницы и ячменя определен наиболее эффективный состав комплексного микроудобрения.

Ключевые слова: КОМПЛЕКСНЫЕ ХЕЛАТНЫЕ МИКРОУДОБРЕНИЯ, ПРЕПОСЕВНАЯ ОБРАБОТКА СЕМЯН, ПШЕНИЦА, ЯЧМЕНЬ

A chemical composition of the complex chelate microfertilizers based on EDTA has been optimized in terms of the grain crop need for microelements and of these elements presence in loam soils of the East Donbass chernozems. The most effective complex microfertilizer composition has been defined on the basis of laboratory researches using the vegetative method for wheat and barley patterns.

Keywords: COMPLEX CHELATE MICROFERTILIZERS, PREPLANT PROCESSING OF SEEDS; WHEAT, BARLEY.

О важности и необходимости пополнения питательных свойств земельных угодий в ходе их возделывания уже никто не сомневается. Здесь особенно прослеживается принцип: «сколько взято (из почвы), столько нужно вернуть (для поддержания стабильно высокого урожая)». Большую роль в соблюдении этого принципа играют не только макроудобрения, органические и минеральные, содержащие биогенные макроэлементы N, P, S, но и микроудобрения, являющиеся поставщиками катализаторов азотного обмена растений – Cu, Mn, Mo, Zn, Fe, Co. В настоящее время наиболее «доступными» для растений из всех имеющихся форм указанных микроэлементов являются их хелатные соединения [1], к числу которых относятся комплексоны с этилендиаминтетрауксусной кислотой (ЭДТА).

Существенным фактором, влияющим как на сбалансированность подкормки микроэлементами, так и на полноту их усвоения, является агрохимическая характеристика почв: исходное валовое содержание микроэлементов (природное и техногенное), наличие щелочноземельных элементов – конкурентов для микроэлементов их в фитометаболизме, а также значение pH, влияющее на образование подвижных форм микроэлементов в почве.

Так как импортные микроудобрения не отвечают заявленному эффекту на почвах Восточного Донбасса, перед коллективом ГУ «НИИ «Реактивэлектрон» поставлена задача разработки исходных данных для создания в ДНР производства собственных комплексных хелатных микроудобрений эффективных для нашего региона. Термин «комплексные хелатные микроудобрение» в данном контексте означает сбалансированную смесь соединений микроэлементов Cu, Zn, Mn и Co с ЭДТА, молибдатом аммония (Mo не образует хелатов с ЭДТА), фосфатов, мочевины. Комплексное микроудобрение представляет собой концентрированный водный раствор этих соединений. Путем создания буферной среды определенного значения pH такое удобрение является стабильным как при хранении, так и при приготовлении рабочих

растворов. Высокая концентрация комплексных микроудобрений – до 50 г/л – по сравнению с аналогами мировых производителей, устойчивость состава и свойств, а также значительная экономичность, являются результатом первичных исследований ГУ «НИИ «Реактивэлектрон» [2].

Целью настоящей работы является определение оптимального состава микроудобрений для злаковых культур, адаптированных к почвенно-климатическим условиям Донбасса.

Нами были разработаны три состава концентрата микроудобрений, в которых варьируется содержание Mn, Mo и Zn. Рабочие растворы готовили путем разбавления концентрата в 200 раз водой из центрального водопровода. Испытания составов проводили в лабораторных условиях на образцах семян пшеницы и ячменя. Эффективность микроудобрений оценивали на этапе предпосевной обработки семян и подкормки на начальной стадии онтогенеза (прорастания семян).

Замачивание, прорастание и вегетацию семян осуществляли в чашках Петри при строгом контроле однотипности внешних условий, что обеспечивает соблюдение однофакторности опыта. Для этого чашки Петри помещали в боксы из оргстекла, в которых поддерживалась постоянная влажность 75% и температура 15°C. Боксы располагались на хорошо освещенной солнечным светом площадке лабораторного помещения.

Предпосевную обработку семян пшеницы и ячменя проводили путем замачивания в течение 4 часов в рабочих растворах комплексного микроудобрения составов №№ 1, 2, 3, а также в водопроводной воде (контрольный образец). Объем пробы составлял 40 семян. По истечении 4 часов семена для проращивания переносили в чашки Петри на грунтовой субстрат, который однократно смачивали 1,2 г рабочего раствора соответствующего состава. В дальнейшем при поддержании постоянных условий опыта и влажности субстрата (смачивали одинаковым количеством водопроводной воды) наблюдали всхожесть (количество проросших семян) и развитие ростков в течение 22 дней. По окончании опыта произвели замеры биометрических показателей ростков пшеницы и ячменя. Статистическую обработку результатов наблюдений проводили по методу доверительных интервалов.

Наблюдения и замеры биометрических показателей показали следующее. Начало прорастания семян пшеницы и ячменя наблюдалось на третий день. В этот период отмечалось массовое появление зародышевых корешков обеих культур. Рост и развитие корней у проростков проходило интенсивно, и на 22 день их длина у пшеницы превысила 3 см, у ячменя – 1 см.

Изучение всхожести выявило позитивный эффект удобрений всех трех составов для семян пшеницы, тогда как для ячменя такой эффект отмечен только под воздействием удобрений состава № 3. Всхожесть семян пшеницы под воздействием удобрений всех трех составов колебалась в пределах 83–85 %, тогда как в контрольном образце она составила 80 %. Всхожесть семян ячменя, обработанных удобрениями состава № 3, составила 85 %, что выше чем в контрольном образце на 7 %. Первые листки у пшеницы зафиксированы на 15 день после посадки семян, у ячменя – на 16 день.

Влияние удобрений на развитие корневой системы имело неоднозначный характер. Для ячменя был выявлен явный положительный эффект, чего не наблюдалось для пшеницы. Для семян ячменя увлечение длины корней проростка зафиксировано после обработки зерновок удобрением состава № 3, которое составило более 24 % относительно контроля. В образце семян пшеницы, обработанном составом № 3, отмечено даже уменьшение длины корней на 14 % по сравнению с контролем.

Все биометрические показатели сведены в таблицу и представлены на диаграммах (рис.1). Для наглядности, все показатели контрольного образца приняты за 100 %.

Таблица 1 - Всхожесть и биометрические показатели ростков пшеницы и ячменя при использовании комплексных удобрений трех составов

Состав	Всхожесть, %	Длина главного корня, см		Длина ростка, см	
		X _S	%	X _S	%
Пшеница					
№1	106,25	3,87	99,80	9,39	112,47
№2	103,75	3,34	86,04	9,39	112,47
№3	106,25	3,78	97,53	8,94	107,04
контроль	100,00	3,88	100,00	8,35	100,00
Ячмень					
№1	100,00	1,49	95,16	4,41	89,32
№2	89,74	1,48	95,04	4,77	96,46
№3	108,97	1,93	123,73	6,16	124,60
контроль	100,00	1,56	100,00	4,94	100,00

Примечание: X_S – среднее значение, % – процент относительно контроля.

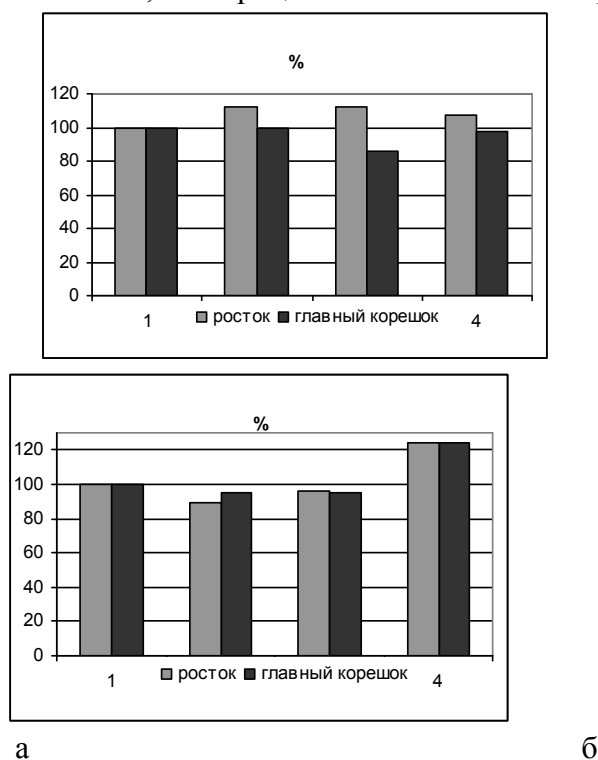


Рис. 1 - Диаграмма биометрических показателей ростков пшеницы и ячменя при использовании комплексных удобрений трех составов

а – семена пшеницы; б – семена ячменя; 1 – контроль; 2 – состав № 1; 3 – состав № 2; 4 – состав № 3.

Из трех составов удобрений наибольший эффект по совокупности показателей продемонстрировали удобрения состава № 3 с повышенным содержанием Mn и Mo и пониженным содержанием Zn, что согласуется с «избыточностью» Zn и «недостаточностью» Mn и Mo в почвах нашего региона. Таким образом, впервые разработаны базовые составы жидких комплексных микроудобрений для злаковых

культур (пшеница, ячмень), которые являются эффективными для предпосевной обработки семян в почвенно-климатических условиях Донбасса.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Битюцкий Н.П.* Микроэлементы и растение. Учеб. Пособие. – СПб.: Изд-во С.-Петерб. Ун-та, 1999. – 232 с.

2. *Удодов И.А., Погибко В.М., Сидак И.Л.* Перспективы организации комплексного извлечения и переработки химических соединений цветных металлов из техногенного сырья Донбасса.- Сб. трудов: Материалы международной научно-практической конференции «Инновационные перспективы Донбасса». 20-22 мая 2015. Донецк. 200 с.

ИЗУЧЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ЧАСТИЦ S_8 В РЕАКЦИИ $Na_2S_2O_3$ С РАСТВОРАМИ ОДНО- И ДВУХОСНОВНЫХ КИСЛОТ

Э.Р. Сабитова, И.А. Массалимов, Т.В. Берестова
Башкирский государственный университет

В докладе изучена реакция $Na_2S_2O_3$ с растворами одно- и двухосновных кислот. Установлено, что при действии растворов малых концентраций на $Na_2S_2O_3$ образуются частицы S_8 (200 нм).

Ключевые слова: МОЛЕКУЛЯРНАЯ РОМБИЧЕСКАЯ СЕРА S_8 , НАНОЧАСТИЦЫ, ТИОСУЛЬФАТ НАТРИЯ, ЯНТАРНАЯ КИСЛОТА, ВИННАЯ КИСЛОТА, УКСУСНАЯ КИСЛОТА

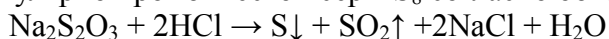
In the report, the reaction of $Na_2S_2O_3$ with solutions of mono- and dibasic acids was studied. It was found that this reaction with solutions mono- and dibasic acids on small concentrations are form particles S_8 (200 nm).

Keywords: S_8 MOLECULAR ROMBIC SULFUR, NANOPARTICLES, SODIUM THIOSULPHATE, AMBER ACID, WINE ACID, ACETIC ACID

В настоящее время во многих отраслях человеческой жизнедеятельности прогрессирует использование наночастиц и наноматериалов. Так, например, наноразмерная ромбическая сера S_8 находит широкое применение в медицине, сельском и других областях народного хозяйства. В связи с этим, получение частиц S_8 заданного размера является важной и приоритетной задачей.

Из литературных данных [1] известно, что в реакции тиосульфата натрия с кислотами, размер частиц серы S_8 увеличивается с ростом концентрации $Na_2S_2O_3$ и зависит от основности и силы кислоты. Однако, динамика размера частиц образующейся в реакции серы в области низких концентраций растворов практически не изучена.

Известно [1], что взаимодействие растворов сильных одноосновных кислот (в частности HCl , $K_d = 1 \cdot 10^7$) с раствором $Na_2S_2O_3$ осуществляется с образованием частиц молекулярной ромбической серы S_8 согласно общему уравнению реакции:



Установлено [2], что инициатором этой реакции выступает наличие H^+ в реакционной среде.

В этом случае, увеличение концентрации исходных растворов способствует образованию и агрегации частиц серы [1].

Также установлено, что применение в подобных реакциях сильных двухосновных кислот, например, H_2SO_4 ($K_1 = 1 \cdot 10^3$; $K_2 = 1,15 \cdot 10^{-2}$) способствует некоторому замедлению роста частиц образующейся серы S_8 , что может быть обусловлено их ступенчатой диссоциацией и уменьшением силы кислоты.

В данной работе изучено взаимодействие растворов $Na_2S_2O_3$ с одно- и двухосновными кислотами (CH_3COOH ($K = 1,8 \cdot 10^{-5}$), $HOOC-CH_2-CH_2-COOH$ ($K_1 = 7,4 \cdot 10^{-5}$; $K_2 = 4,5 \cdot 10^{-6}$), $HOOC-CH(OH)-CH(OH)-COOH$ ($K_1 = 1,02 \cdot 10^{-3}$, $K_2 = 4,0 \cdot 10^{-5}$) (25 °C), приводящее к образованию наноразмерной серы в зависимости от концентрации.

По результатам исследования было установлено, что общие тенденции реакции тиосульфата натрия с кислотами сохраняются. Так, увеличение концентрации исходных компонентов закономерно приводило к увеличению размера частиц S_8 , что согласуется с литературными данными [1].

Так, например, реакция $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ с растворами CH_3COOH 0,1М, 0,3М и 0,5М соответственно, приводила к прямому росту частиц серы с увеличением концентрации (рис.1).

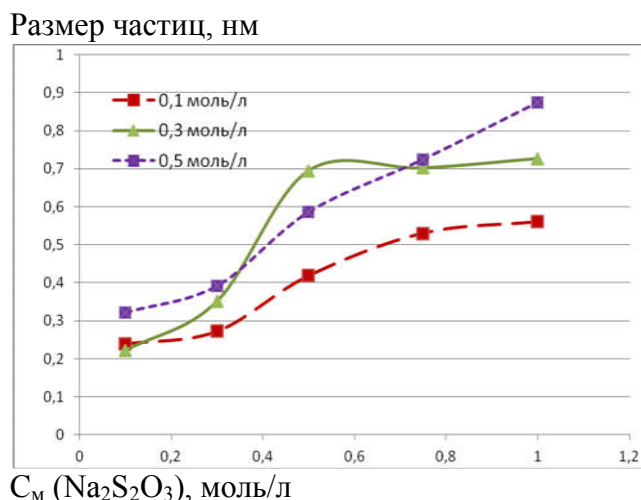


Рис. 1 - Изменение размера частиц S_8 в реакции растворов низких концентраций $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ с уксусной кислотой, $\mu\text{м}$.

Однако, оказалось, что область взаимодействия растворов двухосновных кислот низких концентраций с раствором $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ не стабильна: этот период характеризуется изменениями нелинейного характера и включает как минимум три периода: 1, 2 и 3 (рис.2.).

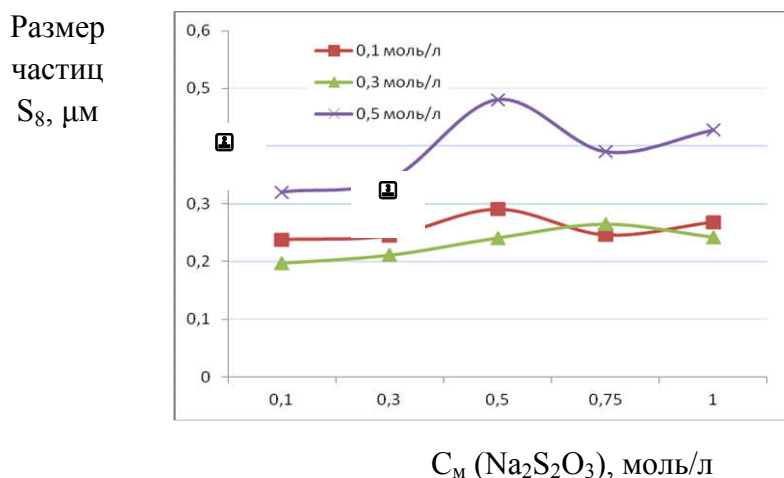


Рис. 2 - Изменение размера частиц S_8 , образующихся в реакции растворов низких концентраций $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ с янтарной кислотой, $\mu\text{м}$.

Подобные колебания в изменении роста частиц S_8 могут быть связаны с наличием определенного количества протонов H^+ в реакционной среде (pH), изменение которого зависит от количества введенных в реакцию исходных компонентов и, может быть обусловлено ступенчатой диссоциацией двухосновной кислоты [3], что в свою очередь может привести к взаимодействию $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ и янтарной кислоты в две стадии.

Так, по-видимому, **1** период графика (рис.2) характеризует стадию процесса, обусловленную диссоциацией янтарной кислоты по I ступени; **2** период – появление свободных H^+ и образование частиц серы, **3** - установление химического равновесия и снижение в реакционной массе свободных H^+ , обусловленное диссоциацией янтарной кислоты по II ступени. Дальнейший рост частиц S_8 обусловлен законом действующих масс, согласно которому скорость данной реакции изменяется согласно уравнению $v = k[T]^{1,5}[A]^{0,5}$ (Т и А - концентрация тиосульфата и кислоты соответственно) [4].

Подобная картина наблюдалась и в результате реакции $Na_2S_2O_3$ с винной кислотой (рис.3).

Размер
частиц S_8 ,
мкм

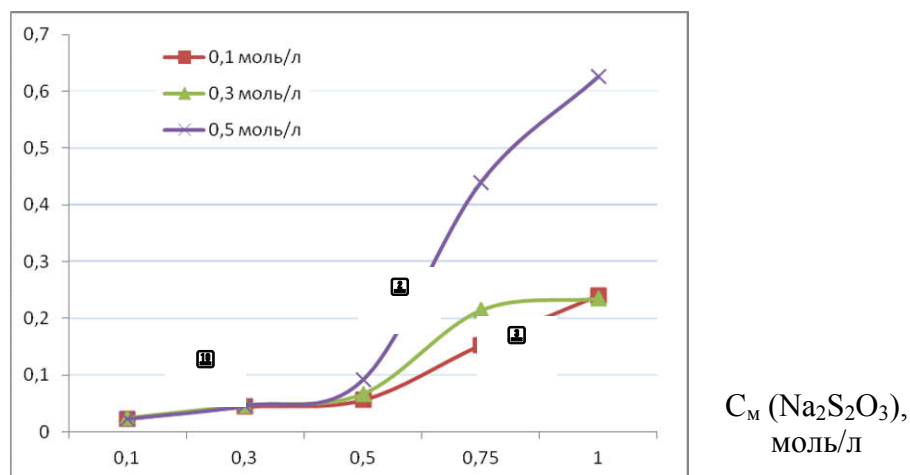


Рис. 3 - Изменение размера частиц S_8 в реакции растворов низких концентраций $Na_2S_2O_3$ с винной кислотой, мкм

В этом случае, периоды **1-3** оказались менее выраженными, что согласуется с данными констант диссоциации винной кислоты.

Таким образом, варьирование концентрацией растворов исходных компонентов реакции, в частности, использования низких концентраций раствора $Na_2S_2O_3$ и янтарной кислоты, позволяет оптимизировать получение частиц S_8 заданного размера.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. R.G. Chaudhuri, S. Paria // *Journal of Colloid and Interface Science* 343 (2010) 439–446
2. Flinn Scientific, Inc. *All Rights Reserved*, 2009, 91860
3. Zhang et al. // *Nanoscale Research Letters* 2012, 7:337

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ ХЕМОСОРБЕНТЫ ДИОКСИДА СЕРЫ НА ОСНОВЕ СОЕДИНЕНИЙ ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ

Ю.В. Сопина, Т.В. Шаповалова

Донецкий национальный технический университет

Предложены адсорбенты диоксида серы на основе оксидов и карбонатов щелочноземельных металлов, модифицированных солями щелочных металлов. Установлен факт активации процесса хемосорбции и предложен вероятный механизм процесса.

Ключевые слова: ДИОКСИД СЕРЫ, ОКСИДЫ МЕТАЛЛОВ, ХЕМОСОРБЦИЯ, МЕХАНИЗМ ПРОЦЕССА

The adsorbents of the dioxide of sulfur on the basis of oxides and carbonates of alkaline earth metals modified by alkali salts are proposed. The fact of the activation of the process of chemical adsorption is established and the probable mechanism of process is proposed.

Keywords: DIOXIDE OF SULFUR, THE OXIDES OF METALS, CHEMICAL ADSORPTION, THE MECHANISM OF THE PROCESS

Одним из существенных загрязнителей атмосферы является диоксид серы или сернистый газ - SO_2 . Выбросы диоксида серы в мире составляют 100 - 150 млн. тонн/год. Это вещество 3-й степени опасности. Загрязнение атмосферы оксидами серы повышает уровень заболеваемости и, попадая в атмосферу, вызывает выпадение «кислотных дождей». Сернистый ангидрид, образуется при сгорании серы, сероводорода, а также при нагревании различных сульфидов в потоке воздуха или кислорода. В обычных условиях SO_2 представляет собой бесцветный газ с резким запахом горящей серы. Техногенные источники поступления оксидов серы в атмосферу — топливная энергетика (55 %), металлургическая промышленность (25 %), очистка и переработка нефти и угля (10 %), химическая промышленность, транспорт и другие виды хозяйственной деятельности человека (10 %). Преимущественно загрязнение атмосферы оксидами серы происходит при сжигании топлива (нефти, угля, природного газа, древесины). Другим важным источником диоксида серы являются металлургическая промышленность, переработка полиметаллических руд.

Вследствие высокой активности основная часть SO_2 депонируется в почве и в биоте, около 1/3 выносятся в океаны. Антропогенная эмиссия оксидов серы превышает природную эмиссию. Фоновые уровни содержания сернистого ангидрида в атмосфере составляют 5 - 10 мкг/м³. ПДК разового поступления SO_2 в воздухе составляет 500 мкг/м³, среднесуточный уровень ПДК равен 50 мкг/м³. Лишь на высоте 3 - 4 км в атмосфере нивелируется концентрация сернистого ангидрида. Во всех крупных городах за счет локальных источников загрязнения этот уровень содержания SO_2 в атмосфере превышен.

По вопросу о вредном действии относительно невысоких концентраций двуокиси серы на человека пока накоплено немного данных. Было изучено влияние выбросов теплоэлектростанции на здоровье людей, проживающих в районах с различной интенсивностью загрязнения атмосферного воздуха, в результате чего было установлено наличие неблагоприятного влияния выбросов на санитарно-бытовые условия и здоровье населения в зоне задымления при максимальной концентрации SO_2 в атмосфере 3,3–4,0 и пыли 2,5–4,6 мг/м³. Общее число жалоб и частота заболеваний верхних дыхательных путей по некоторым формам в этой зоне оказалась в два раза выше, чем в относительно чистом районе.

Методы очистки газовых выбросов от SO₂ принято разделять на «мокрые» и «сухие». Абсорбция диоксида серы с применением жидкой фазы осуществляется при сравнительно низких температурах.

Процессы, основанные на взаимодействии газа с твердой фазой, протекают обычно при высоких температурах. Для очистки дымовых газов от диоксида серы используют твердые хемосорбенты путем их введения в пылевидном состоянии в топки или газоходы теплоэнергетических агрегатов. В качестве хемосорбентов могут быть использованы известняк, доломит или известь. Для увеличения активности хемосорбентов вводят специальные добавки в виде неорганических солей. К сухим способам относится поглощение диоксида серы углеродными поглотителями (активные угли и полукокс) при температуре (110 ÷ 150)°C.

Разработка и внедрение принципиально новых технологических процессов и систем очистки является сейчас основным направлением технического прогресса и становлением перехода к безотходному производству и безотходным технологиям. Несмотря на большое количество работ посвященных проблемам очистки газов от SO₂, поиск новых сорбентов является весьма актуальным. В [1] установлено, что нитрат лития значительно ускоряет реакцию

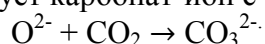


По данным [1, 2] причиной активации реакций в системе CaO - LiNO₃ - CO₂ является разупорядочивание кристаллической решетки нитрата лития с образованием ионов лития, которые проникают в кристаллическую решетку CaO и вызывают ее дестабилизацию.

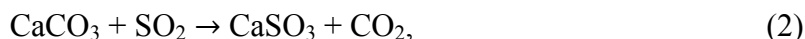
Таблица 1 - зависимость температуры начала взаимодействия систем CaCO₃–MeNO₃ и CaCO₃– MeNO₃ с SO₂

Соединение	Активатор MeNO ₃	Температура плавления активатора, °C	Температура начала взаимодействия с SO ₂ , °C
CaCO ₃	LiNO ₃	255	210
	NaNO ₃	306	283
	KNO ₃	334	296
	CsNO ₃	414	378
	-	-	>590
CaO	LiNO ₃	255	200
	NaNO ₃	306	272
	KNO ₃	334	325
	CsNO ₃	414	363
	-	-	>390

В таком состоянии окись кальция легко присоединяет диоксид углерода (IV) при температуре 200 °C. Наиболее подвижен в такой разрыхленной решетке CaO ион кислорода, который легко образует карбонат-ион с CO₂:

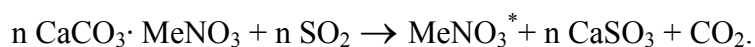
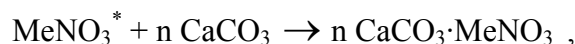
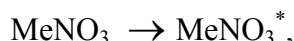


Нами установлено, что нитраты щелочных металлов активируют также не только взаимодействие CaO с SO₂ (табл.1), но и реакцию



что является весьма важным при извлечении SO_2 из дымовых газов. Как известно, одним из основных компонентов дымовых газов является CO_2 , концентрация которого значительно превосходит концентрацию SO_2 . Очевидно, что при использовании в качестве активного компонента оксида кальция он будет в основном реагировать по схеме (1), что понизит эффективность адсорбции диоксида серы. При использовании же активированного CaCO_3 будет осуществляться селективное извлечение из газа только SO_2 . Немаловажным является и тот факт, что CaCO_3 является основной составной частью многих природных минералов, в то время как CaO нужно получать в результате энергозатратных технологических операций.

Взаимодействия активированного CaCO_3 может быть представлено следующей вероятной схемой:



где MeNO_3^* – нитрат металла с разупорядоченной кристаллической структурой;
 $n \text{CaCO}_3 \cdot \text{MeNO}_3$ – активный комплекс.

Таблица 2 – Сорбционная способность CaO и CaCO_3 по отношению к SO_2

Соединение	Моль соединения металла	количество LiNO_3 , моль	доля активатора, мольн. %	Адсорбировано SO_2 , моль/моль
CaO	0,00220	0,000261	10,58824	0,4512
	0,00305	—	—	0,4178
CaCO_3	0,00203	0,00034	14,34599	0,8866
	0,00244	—	—	0,8748

Обращает на себя внимание тот факт, что, несмотря на то, что согласно уравнению (2) количество адсорбированного SO_2 должно составлять 1 моль на 1 моль CaO или CaCO_3 , в реальных условиях эта величина (табл.2) меньше. Причем если в случае с CaCO_3 она приближается к 1, то для CaO она существенно меньше. Причина, вероятно, заключается в том, что в случае с CaO осуществляется реакция присоединения, что приводит к увеличению плотности образца и затруднению доступа SO_2 к поверхности CaO . Реакция (2) является реакцией обмена без существенного увеличения плотности и пористости образца.

В присутствии кислорода сульфит кальция CaSO_3 , как показали данные ИК-спектроскопии, окисляется до сульфата CaSO_4 . Последний в виде гипса представляет ценный строительный материал.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Шаповалова Т.В., Куликовская О.В., Модель взаимодействия в системах $\text{LiNO}_3 - \text{CaO}$ и $\text{LiNO}_3 - \text{CaO} - \text{CO}_2$ // Научные труды ДонНТУ. Серия: Химия и химическая технология. – 2010. – Вып. 15 (163). – С. 76 – 86.
2. Куликовская О.В., Шаповалов В.В. Взаимодействие в системе $\text{CaO} - \text{LiNO}_3$ // Научные труды ДонНТУ. Серия: Химия и химическая технология. – 2010. – Вып. 14 (162). – С. 57 – 62.

ХЛОРАТ НАТРИЯ В КАЧЕСТВЕ ХИМИЧЕСКОГО ИСТОЧНИКА КИСЛОРОДА

В.В. Шлома, В.В. Шаповалов
Донецкий национальный технический университет

Представлены способы получения кислорода. Изучен процесс получения кислорода из хлората натрия. Установлено, что соединения Co(II) являются эффективными катализаторами разложения хлората натрия.

Ключевые слова: КИСЛОРОД, СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ, ХЛОРАТ НАТРИЯ, КАТАЛИЗАТОР

Are represented methods obtaining oxygen. The process of obtaining oxygen from the sodium chlorate is studied. Ustonovleno, that the connections so Co(II) are the effective catalysts of the decomposition of sodium chlorate.

Keywords: OXYGEN, THE METHOD OF OBTAINING, SODIUM CHLORATE, THE CATALYST

Трудно представить себе область существования или практической деятельности человека без потребления кислорода. Ведущими компаниями, занимающимися производством кислорода, проводятся интенсивные поиски новых способов получения O₂, число которых приближается к двадцати. Более 60% получаемого O₂ используется в металлургии, 25% - в химической промышленности, около 10% - в сварке и резке металлов, остальное - в медицине, для создания дыхательной атмосферы в герметичных объемах (на подводных судах, космических кораблях и пр.) и для других нужд. Развивается применение кислорода для решения экологических проблем, связанных с очисткой сточных вод и с уничтожением опасных отходов.

Известно более десяти способов получения O₂. При этом выделяются две группы процессов: классические, открытые к началу XX века, и новые, разрабатываемые с шестидесятых годов (табл. 1).

Таблица 1 Способы получения кислорода [1]

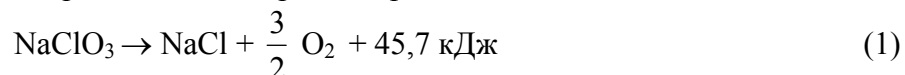
КЛАССИЧЕСКИЕ	
1. Термическое разложение	4. Гидролиз перекисных соединений
2. Электролиз воды	5. Термохимическое выделение из воздуха
3. Каталитическое разложение пероксида водорода	6. Криогенное выделение из воздуха
НОВЫЕ	
7. Термохимическое разложение составов	12. Разложение воды в термохимическом цикле
8. Абсорбция из воздуха растворителями	13. Магнитное выделение из воздуха
9. Адсорбционное выделение из воздуха	14. Фотохимическое разложение воды
10. Выделение из воздуха в мембранных аппаратах	15. Радиолитиз воды
11. Электрохимическое выделение из воздуха	16. Радиочастотное разложение воды
	17. Резонансное разложение воды

Особое значение имеет способ получения кислорода методом термохимического разложения специально разработанных твердофазных химических композиций. Кислород в химически связанном состоянии позволяет создать системы сочетающие преимущества как баллонного хранения: простоту, высокую надежность, постоянную готовность к работе, отсутствие потерь, так и хранения при криогенных параметрах:

высокие удельные и объемные характеристики. Для реализации преимуществ химические источники O_2 должны удовлетворять ряду основных, порой противоречивых, требований: 1-легкость получения O_2 ; 2-устойчивость при хранении; 3-высокая чистота получаемого кислорода; 4-безопасность и надежность в эксплуатации; 5-выделение большого количества кислорода из единицы объема химического источника кислорода. Этим требованиям удовлетворяют две группы веществ: -хлораты и перхлораты щелочных и щелочноземельных металлов; -пероксиды, супероксиды и озониды металлов.

Цель работы состояла в выяснении возможности получения кислорода путем каталитического разложения хлората натрия и выбору эффективного катализатора.

Преимущественное разложение хлората натрия по схеме



происходит лишь в присутствии катализаторов. В их отсутствии существенную роль играет экзотермический процесс диспропорционирования хлората натрия по схеме:



вклад которой в термическое разложение чистого $NaClO_3$ может достигать 75%.

Температурный интервал разложения хлората натрия зависит от параметров динамического нагрева. В квазиизотермическом режиме при регулируемой скорости потери массы его разложение протекает в две плохо разделенные стадии: 370-470 °С с выделением ~0,45 моля O_2 на моль $NaClO_3$ и 480-520 °С с полным выделением кислорода. В условиях динамического нагрева при скорости 15 град/мин в отсутствие катализаторов $NaClO_3$ плавится при 260°С и начинает разлагаться при температуре >400 °С. Интенсивное его разложение протекает при $t \approx 480-580$ °С также в две плохо разделенные стадии. Тепловыделения при разложении $NaClO_3$ (45,7 кДж/моль) достаточно для разогрева продуктов реакции ($NaCl$ и O_2) от 25 °С до температуры 470 °С. Более низкий уровень температуры реакции, чем температура интенсивного разложения $NaClO_3$, делает проблематичным процесс получения кислорода из $NaClO_3$ в режиме самораспространяющейся реакции.

Вследствие достаточно высокого тепловыделения реакция (1) может принципиально протекать в режиме самодерживающегося процесса после инициирования образца высокотемпературным источником.

Результаты численного эксперимента разложения хлората натрия при различных наборах кинетических параметров k_0 и E/R показывают, что самораспространяющееся разложение $NaClO_3$ может осуществляться в адиабатических условиях в том случае, если снизить температуру разложения хлората натрия до 300 – 400 °С. При наличии теплопотерь температура разложения должна быть 200–280 °С. Следовательно, самораспространяющееся разложение хлоратов может быть осуществлено в присутствии катализаторов, снижающих температуру разложения примерно на 200 °С.

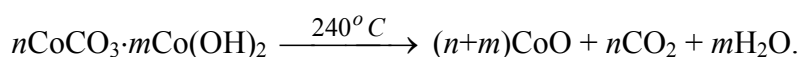
Для проверки расчетных данных было изучено разложение хлората натрия в присутствии ряда веществ. Среди катализаторов разложения $NaClO_3$ выделяются соединения $Co(II)$ (табл. 2). В их присутствии $NaClO_3$ разлагается в твердой фазе без признаков плавления.

Наиболее эффективным катализатором оказался основной карбонат кобальта(II). В его присутствии (табл.3) $NaClO_3$ разлагается в режиме самораспространяющейся реакции.

Таблица 2 - Температура разложения NaClO_3 в присутствии соединений некоторых металлов

Соединение	Содержание, %	Температура, °C
Основной карбонат кобальта(II)	3,0	256
	5,0	252
CoCl_2	30	235
CoC_2O_4	3.0	240
$\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2$	20	260
CoO (получен в вакууме)	3.0	240
CoO ,(получен нв воздухе)	7.0	265
Основной карбонат меди(II)	10,0	280-290
CuCl	10.0	320
CuO	10.0	300-540
Основной карбонат никеля	10,0	270

Началу выделения O_2 из NaClO_3 предшествует разложение $n\text{CoCO}_3 \cdot m\text{Co}(\text{OH})_2$, протекающее по суммарной схеме



Активным каталитическим компонентом является CoO полученный в вакууме разложением основного карбоната кобальта.

Таблица 3 - Характеристики разложения NaClO_3 в присутствии соединений кобальта и никеля

Катализатор	Сод-ние, % масс.	Масса кислорода, %	Скорость разложения U , мм/мин	Т во фронте, °C
$n\text{CoCO}_3 \cdot m\text{Co}(\text{OH})_2$	0.3	44.3		
	3.0	44,6	13,2-13,8	472
	5.0	37,2	16,8-18,0	468
	7.0	37,7	28,6-29,4	465
$(\text{NiOH})_2\text{CO}_3^{**})$	1.0	44.3		
NiO	1.0	43.5		

Таким образом, реакция каталитического разложения хлората натрия может быть использована для создания устройств получения кислорода. Такие устройства могут представлять интерес для передвижных медицинских систем, для сварки и резки металла и т.д.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Сиявский Ю.В., Боярский М.Ю. Оптимизация систем хранения кислорода. – М.: МЭИ. 1972. – 46 с.

ИЗУЧЕНИЕ УСЛОВИЙ СИНТЕЗА, ОСОБЕННОСТЕЙ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ И ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ $Pb_{8-x}Sr_xLa_2(GeO_4)_4(VO_4)_2$

С.А. Макарова, Н.В. Яблочкова
Донецкий национальный университет

Методом рентгенофазового анализа установлено, что синтез соединений состава $Pb_{8-x}Sr_xLa_2(GeO_4)_4(VO_4)_2$ (где $x = 0 \div 1,5$) можно осуществить твердофазным методом при температуре 800°C. Уточнение кристаллической структуры показало, что атомы лантана занимают преимущественно позицию Pb(1). Для исследуемых составов получены зависимости электрической проводимости от температуры при переменном токе, которые подчиняются уравнению Аррениуса.

Ключевые слова: КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА, АПАТИТ СВИНЦА, РЕНТГЕНОФАЗОВЫЙ АНАЛИЗ.

X-ray diffraction revealed that the synthesis of compounds of composition $Pb_{8-x}Sr_xLa_2(GeO_4)_4(VO_4)_2$ (where $x = 0 \div 1,5$) solid phase method can be carried out at a temperature at 800°C. Refinement of the crystal structure showed that lanthanum atoms localization in the position Pb(1). The investigation samples were obtained depending on the temperature of the electrical conductivity at temperature that obey the Arrhenius equation.

Key words: CRYSTAL STRUCTURE, LEAD APATITE, X-RAY DIFFRACTION.

Соединения со структурой апатита привлекают внимание исследователей, благодаря своим уникальным свойствам прикладного характера. Среди таковых, в первую очередь, следует отметить способность к изоморфным замещениям в катионной и анионной подрешетке, что обуславливает получение модифицированных составов, которые приобретают важные для практического использования характеристики.

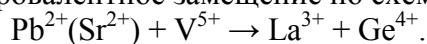
Структура апатита в общем виде представлена формулой $M_{10}(ZO_4)_6X_2$, где в качестве М могут выступать I – III валентные катионы, такие как Ca, Pb, Cd, Sr, Ni, Eu, Al, Y, La, Ce, Na, K и т.д. Положение Z могут занимать P, As, V, Cr, Si, C, S, Re и т.д. А положение X – OH, F, Cl, Br, I, O, CO₃, и др.

Способность апатитов к образованию устойчивых твердых растворов при вхождении в его структуру различных примесей позволяет предвидеть технологическую полезность их в качестве возможного кристаллического материала для захоронения радиоактивных отходов. Кроме того, известно, что соединения со структурой апатита разного состава, допированные РЗЭ, могут быть использованы, например, в качестве сорбентов, твердых электролитов, катализаторов, люминофоров, лазерных материалов и во многих других случаях. Путем варьирования наименований и количеств заместителей можно регулировать свойства конечных материалов. В частности, путем частичного замещения в структуре апатита ионов двухвалентных элементов на ионы РЗЭ и других элементов получают люминесцентные и лазерные материалы.

Высокая реакционная способность и химическая устойчивость создают предпосылки для широкого использования представленных материалов в практике ионного обмена, в частности, очистке сточных вод от токсичных компонентов, катионов металлов и анионов. С помощью экологически чистого материала можно очищать промышленные сточные воды от вредных примесей как органического так и неорганического происхождения.

Кристаллическое строение составов данного структурного типа таково, что позволяет также повышать величину ионной проводимости за счет гетеровалентных замещений анионообразующих элементов (Si, P, Ge, V). Перспективным является направление, которое исследует возможность использования веществ, подобных $\text{Pb}_4\text{Ln}(\text{GeO}_4)_2(\text{VO}_4)\text{O}$, в качестве люминофоров, катализаторов, сорбентов.

В данной работе синтезированы твердые растворы состава $\text{Pb}_{8-x}\text{Sr}_x\text{La}_2(\text{GeO}_4)_4(\text{VO}_4)_2$ (где $x = 0 \div 1,5$), уточнена их кристаллическая структура и определены электрофизические свойства. В исследованных твердых растворах реализовано сопряженное гетеровалентное замещение по схеме



На основании литературных данных, а также экспериментальным путем был выбран метод получения исследуемых составов. Синтез проводили традиционным твердофазным способом. В качестве исходных реактивов использовали оксиды соответствующих элементов: PbO , V_2O_5 , La_2O_3 , GeO_2 и нитрат стронция. Компоненты шихты взвешивали на аналитических весах типа ВЛА-200 с точностью $\pm 0,0002$ г, а затем измельчали в агатовой ступке в течение 30 минут. После этого навеску подвергали термическому обжигу в алундовых тиглях, постепенно повышая температуру. Температурный режим синтеза варьировали от 500°C до 800°C с шагом 100°C . При каждом промежуточном значении температуры образец выдерживали 5 – 10 ч, при 800°C обжиг вели до получения однофазных образцов со структурой апатита.

Для подтверждения однофазности образцов использовали рентгенофазовый анализ. Рентгенограммы на каждом этапе синтеза снимали на дифрактометре ДРОН-3 с использованием CuK_α -излучения и Ni фильтра. Скорость движения счетчика составляла 2° в минуту (2θ). Идентификация соединений проводилась с использованием программы Match и базы данных PDF-2 (ICCD) (International Centre for Diffraction Data). Таким образом была установлена начальная температура кристаллизации фазы со структурой апатита, а также продолжительность синтеза. Для определения относительных интенсивностей по высоте пика находили расстояние от линии фона до вершины пика, приняв наибольшую на изучаемой рентгенограмме интенсивность за 100%.

Было установлено, что в образцах указанного состава фаза со структурой апатита начинает кристаллизоваться на втором этапе синтеза при 600°C , однако количество ее при этой температуре еще незначительно. Наряду с пиками основной фазы присутствуют рефлексы исходных оксидов. Достичь же постоянства фазового состава и получить однофазные образцы удалось после прокаливания при температуре 800°C , время прокаливания составило 35 часов.

Кристаллическая структура гидроксиапатита относится к гексагональной сингонии пространственная группа $\text{P6}_3/\text{m}$ и параметрами решетки $a = 9,432 \text{ \AA}$ и $c = 6,881 \text{ \AA}$. Одной из основных особенностей структуры апатита является наличие в ней двух кристаллографически неэквивалентных катионных позиций: $\text{Ca}(1)$ с кратностью 4 лежат на осях третьего порядка и выстроены в бесконечные колонки, направленные вдоль осей третьего порядка. Координационный полиэдр для атомов $\text{Ca}(1)$ – девятивершинник: они окружены девятью атомами кислорода от шести различных фосфатных групп. Атомы $\text{Ca}(2)$ с кратностью 6 образуют треугольники в плоскости перпендикулярной оси c , повернутые друг относительно друга на 60° и расположены на винтовых осях шестого порядка, эти треугольники образуют канал, в котором располагаются OH^- -группы. Во фторапатитовой структуре атомы фтора размещены в центре таких треугольников, в случае же гидроксиапатита группы OH^- располагаются несколько выше или ниже центра. Са-каналы, в которых размещаются ионы OH^- ,

наиболее доступны для изоморфных замещений иона гидроксидов на ионы $X = Cl^-, F^-$. В состав окружения Ca(2) входят шесть атомов кислорода от пяти фосфатных групп и один ион гидроксидов. Таким образом, координационный многогранник для атомов Ca(2) - семивершинник. Положение Ca(1) обладает более высокой точечной симметрией C_3 , так как находится на оси третьего порядка по сравнению с Ca(2) (точечная симметрия C_s). Позиция Ca(1) приблизительно на 38% крупнее, чем Ca(2), поэтому следовало ожидать, что катион, замещающий в структуре апатита кальций, будет преимущественно заселять положение Ca(1), если он больше по размеру. Однако экспериментальные данные полностью расходятся с этим предположением. Даже бериллий, в 3 раза меньший, чем кальций, целиком попадает в позицию Ca(1) и вытесняет кальций в позицию Ca(2). С другой стороны, крупный барий предпочитает заселить неудобную с геометрической точки зрения позицию Ca(2).

Для уточнения кристаллической структуры исследуемых составов использовался массив экспериментальных интенсивностей и углов отражения в интервале от 15 до 140° (2θ), полученных из поликристаллических образцов в пошаговом режиме съемки на том же дифрактометре. Время экспозиции в каждой точке и шаг сканирования составляли соответственно 10 секунд и $0,05^\circ$. Расчет теоретических интенсивностей и уточнения параметров элементарной ячейки, координат атомов, изотропных температурных параметров атомов, коэффициентов заполнения правильных систем точек проводили с использованием программы FullProf.2k (version 2.80) из пакета программ WinPLOTR. В качестве исходных данных для расчетов использовали координаты атомов в гидрок시아патите кальция. Кристаллическая структура была уточнена для образца состава $Pb_8La_2(GeO_4)_4(VO_4)_2$. По результатам такого исследования установлено распределение атомов свинца и РЗЭ по двум неэквивалентным катионным позициям структуры апатита, определены некоторые межатомные расстояния. Также установлено, что при замещении свинца на лантан атомы последнего располагаются в основном в позиции Pb(1).

Исследовавшие ранее замещения в структуре гидрок시아патита кальция показали, что преимущественное заселение катионных позиций определяется разностью эффективных зарядов замещающих друг друга ионов. В том случае, если эффективный заряд у замещающего иона меньше, чем у кальция, то он преимущественно занимает большую по размерам позицию Ca(1). В случае же большего эффективного заряда у замещающего иона, он преимущественно заселяет меньшую по размерам позицию Ca(2). Для исследованного соединения наблюдается обратная картина: при вхождении в структуру лантана атомы РЗЭ располагаются в основном в позиции Pb(1), хотя эффективный заряд La^{3+} больше, чем эффективный заряд Pb^{2+} .

Среднее расстояние Pb(1)–O(1,2,3), равное $2,65 \text{ \AA}$, в пределах погрешности, практически, равно среднему расстоянию Pb(2)–O(1,2,3) – $2,62 \text{ \AA}$. Выравнивание этих расстояний, по-видимому, связано с тем, что атомы лантана, меньшие по размеру, чем атомы свинца, размещаются преимущественно в позиции Pb(1).

Для получения зависимости электрической проводимости от температуры выполняли измерение сопротивления на измерителе LCR Meter DE-5000 на переменном токе при частотах 100 Гц, 1000 Гц, 10 кГц, 100 кГц. Было выяснено, что зависимость проводимости исследуемых образцов от температуры подчиняется уравнению Аррениуса и спрямляется в координатах $\ln \sigma - 1/T$. Значения энергии активации образцов состава $Pb_{8-x}Sr_xLa_2(GeO_4)_4(VO_4)_2$ (где $x = 0 \div 1,5$) были рассчитаны для двух участков кривой зависимости $\ln \sigma - 1/T$.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ НИТРАТОВ

Е.А. Павловская, Р.А. Поденок

Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского

В работе оценивается экологическое качество пищевой продукции растительного происхождения по содержанию нитратов. Приведены практические рекомендации по снижению нитратов и нитритов в пищевом сырье.

Ключевые слова: НИТРАТЫ, НИТРИТЫ, ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ, РАСТИТЕЛЬНАЯ БИОМАССА

The paper evaluated the environmental quality of food products of plant origin on the content of nitrates. Practical recommendations for the reduction of nitrates and nitrites in food raw materials.

Key words: NITRATES, NITRITES, FOOD, PLANT BIOMASS

Нитраты важные питательные вещества для высших растений. Опасность нитратов, содержащихся в повышенной концентрации в пищевых продуктах питания, заключается в том, что они при определенных условиях могут окисляться до нитритов, которые влекут за собой серьезное нарушение здоровья.

Экологическое качество пищевых ресурсов – основа экологической безопасности в современном мире. Пищевые растительные ресурсы, выращиваемые в современных условиях сельскохозяйственного производства, требуют пристального экоаналитического контроля по содержанию токсически опасных компонентов, нитратов.

Валовую концентрацию нитратов в растительной продукции определяли дифениламинным методом, в овощах и фруктах, наиболее часто потребляемых населением в условиях средней полосы РФ [1].

Оценивали валовое содержание нитратов в свежей растительной продукции. Результаты эксперимента описаны в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание нитратов в продуктах растительного происхождения весной

Исследуемое растение	Часть	Содержание нитратов в мг/кг
Картофель	- сердцевина	250
	- периферия	250
Редька чёрная	- сердцевина	3000
	- периферия	3000
Яблоко	- сердцевина	750
	- периферия	750
Груша	- сердцевина	230
	- периферия	200
Капуста (приобретённая в магазине)	- жилка	3000
	-межжилковое пространство	3000
Капуста (выращенная на садовом участке)	- жилка	190
	-межжилковое пространство	200
Лук	- стебель	250
	- лист	250
Салат	- жилка	3000
	-межжилковое пространство	250
Банан	- сердцевина	500
	- периферия	500

Результаты исследования показали следующее. Нитраты обнаружены во всех продуктах, т.к. действительно безнитратных продуктов не должно быть [2-3]. В овощах и фруктах, выращенных на своем садовом участке, содержание нитратов ниже, чем в приобретенных в магазине. Это связано с тем, что при выращивании многих культур используется минеральная подкормка, содержащая, в том числе и азотные соединения. А культуры, выращенные в теплицах, всегда содержат в 2 раза больше нитратов.

Содержание нитратов в продуктах, кроме редьки чёрной, капусты и салата, соответствует ПДК. Очень низкое содержание нитратов в капусте (выращенной на садовом участке), груше, луке, картофеле, также связано с длительным хранением этих продуктов, при котором количество нитратов снижается сильно. Самая высокая концентрация нитратов определена в корнеплодах редьки чёрная, листьях кочанной капусты (приобретена в магазине).

Высоко содержание нитратов также в листовых овощах, но их выращивают при недостатке света в теплицах с добавлением минеральных удобрений [2-3].

Нитраты хорошо растворимы в воде, активно поглощаются и выводятся растениями. Основное значение кулинарной обработки как способа выведения нитратов отражено в таблице 2, рисунке 1.

Таблица 2 – Содержание нитратов в растительных продуктах и изменения их концентрации в процессе вымачивания и варки

Продукты	Содержание NO_3^- , мг/кг					
	Первоначальное содержание	После вымачивания	Снижение, %	После варки	Снижение, %	Общее снижение, %
Капуста	250	200	20	40	80	84
Морковь	200	160	20	60	63	70
Свекла столовая	1000	700	30	300	43	70
Картофель	80	50	37,5	20	60	75
Петрушка	2000	Не обнаружены	100	-	-	-
Лук перо	1500	Не обнаружены	100	-	-	-
Укроп	2000	Не обнаружены	100	-	-	-

После кулинарной обработки содержание нитратов в продукции ощутимо уменьшается, так как соли азотной кислоты хорошо разрушаются при нагревании.

Длительность хранения оказывает существенное влияние на содержание нитратов в растительной продукции (табл. 3).

Таблица 3 – Изменение содержания нитратов в растительных продуктах в результате хранения

Растительные продукты	Содержание NO_3^- , мг/кг		
	Осень	Ранняя весна	% повышения
Капуста	250	300	20
Морковь	200	240	20
Свекла столовая	1000	1100	10
Картофель	80	100	12

Таким образом, в результате хранения (с течением времени) содержание нитратов в овощной продукции увеличивается. Это связано с превращением нитрит-ионов в нитрат-ионы, вызванное активностью бактериальной флоры и фауны, в частности нитрифицирующих бактерий. Содержание нитратов в овощной продукции увеличивается достоверно. Однако весной всю хранящуюся овощную продукцию рекомендуется вымачивать.

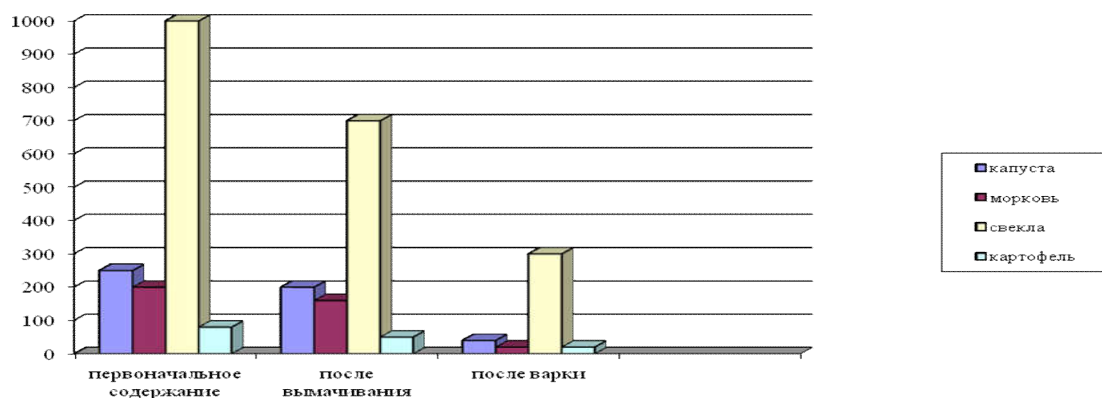


Рис. 1 – Изменение концентрации нитратов в исследуемых растительных продуктах (мг/кг)

Больше всего нитратов в листовой зелени, кольраби, редисе. Можно выделить следующие источники поступления соединений азота в организм человека: в составе продуктов питания, содержащих соединения азота вследствие своего природного происхождения; с мясными изделиями, содержащими нитратные пищевые добавки; с продуктами питания, изготовленными из продовольственного сырья, полученного в условиях нарушения технологии использования азотных удобрений.

Нами определялось содержание нитратов в овощах и фруктах, потребляемых повседневно. Наибольшее содержание нитратов имели картофель, банан и редька зеленая.

Практические рекомендации, сформированные в результате наблюдений, следующие. Необходимо снижать содержание нитратов и нитритов в пищевом сырье следующими способами и приемами [2-3]:

- строгое соблюдение агротехники;
- очистка, мытье и вымачивание продуктов, бланшировка овощей;
- не использовать быстрозамороженную зелень, выращенную с использованием азотных удобрений;
- при консервировании не использовать овощи вместе с копченостями (например, не консервировать паштет из подкопченного мяса с зеленью);
- варить продукты, при этом, не используя бульон.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учеб.пособ / О.П. Мелехова, Е.И. Егорова, Т.И. Евсеева. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 288 с.
2. Глунцев, Н.М. Как снизить содержание нитратов в продукции / Н.М. Глунцев, Л.В. Дмитриева, С.О. Макарова // Картофель и овощи. №1. 1990. – С.24-28.
3. Соколов, О.А. Особенности распределение нитратов и нитритов в овощах / О.А. Соколов // Картофель и овощи. №6. 1997. – С.3-6.

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ РЕАЛИЗАЦИИ РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Е.В. Минакова, М.Н. Шафоростова
Донецкий национальный технический университет

В докладе рассмотрено одно из направлений деятельности по сбалансированному природопользованию. На его основе проведено научное исследование в сфере ресурсосберегающих технологий с целью обоснования целесообразности внедрения солнечных фотоэлементов в хозяйственную деятельность предприятия. Представлены выводы с указанием экономического, экологического и социального эффектов от реализации данного проекта.

Ключевые слова: РЕСУРСОБЩЕБЕРЕЖЕНИЕ, СОЛНЕЧНЫЕ ФОТОЭЛЕМЕНТЫ, БИЗНЕС-ПЛАН, УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ, ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ

The report considers one of the directions of activity on balanced nature management. On its basis, a scientific study was conducted in the field of resource-saving technologies with the purpose of justifying the feasibility of introducing solar photocells into the economic activities of the enterprise. The conclusions with an indication of the economic, environmental and social effects from the implementation of this project are presented.

Keywords: RESOURCE-BREAKING, SOLAR PHOTOELEMENTS, BUSINESS PLAN, SUSTAINABLE DEVELOPMENT, ECONOMIC EFFECT

Конференции ООН по окружающей среде и развитию (1992, 2002) провозгласили важность для человечества идеологии устойчивого развития. Разработка механизма его обеспечения должна занять главенствующее положение в системе экономических знаний и сформировать новое мировоззрение. В этих условиях чрезвычайно актуальной становится проблема экологизации экономической сферы хозяйственной деятельности человека.

Сбалансированное природопользование является составной частью научного управления экономическим развитием, нацеленного на достижение социальных, экономических и экологических целей не только в данный период времени, но и в сравнительно отдаленной перспективе. Кроме того, оно позволяет определить рациональные принципы хозяйственной деятельности и избежать истощения и уничтожения природных ресурсов нашей планеты.

В рамках выпускной квалификационной работы бакалавра было проведено научное исследование в сфере ресурсосберегающих инновационных технологий, а именно, практического внедрения солнечных фотоэлементов в хозяйственной деятельности и разработан бизнес-план реализации данных технологий с определением экологического, экономического и социального эффектов.

Работа была построена согласно следующим задачам экономики природопользования: 1) разработка перспективных направлений структурной перестройки производства на базе экологических приоритетов и экологизации экономики; 2) рассмотрение концепции эффективного социально-эколого-экономического устойчивого развития; 3) определение экономической ценности отдельных элементов окружающей природной среды и социально-экономическая оценка природных ресурсов; 4) формирование системы управления в области природопользования; 5) развитие экологического предпринимательства, формирование рынка экологических товаров и услуг; 6) определение путей и методов повышения эффективности мероприятий в области рационального природопользования.

В ходе исследования рассмотрены альтернативные источники энергии как актуальные виды замены использования традиционных источников, которые являются исчерпаемыми и невозобновляемыми, в отличие от первых. К тому же, при использовании горючих природных ресурсов наносится огромный экологический ущерб для окружающей природной среды, который вынуждает предприятия кроме как выплачивать экологический налог за загрязнение окружающей природной среды, так и ликвидировать образовавшиеся последствия хозяйственной деятельности компаний. А это является дополнительными неучитываемыми расходами, которые, применив инновационные природоохранные технологии и обеспечивая функционирование системы управления в области природопользования, можно значительно снизить.

Бизнес-план был разработан по использованию альтернативного источника энергии — солнечной энергии. Количество солнечной энергии, поступающей на Землю, превышает энергию всех мировых запасов нефти, газа, угля и других энергетических ресурсов, в т. ч. возобновляемых. Мировые объемы вырабатываемой электроэнергии с помощью Солнца сейчас уже превышают отметку в 102 ГВт/год и с каждым годом объемы полученной альтернативной экологической энергии только увеличивают свои значения, а цена такой энергии значительно уменьшается в размере, что делает солнечную энергетику кроме как экологически значимой, еще и экономически выгодной [1].

С целью отражения экономической выгоды от внедрения ресурсосберегающих солнечных батарей и был разработан бизнес-план для конкретного предприятия. Объектом была выбрана гостиница «Моряк», расположенная в п. Седово на побережье Азовского моря. По данному объекту был осуществлен расчет по объемам потребления электроэнергии гостиницей в месяц, который составил 0,9 – 2 МВт. Исходя из потребляемой мощности гостиницы был выбран тип солнечной батареи LDK 250Вт/24В в необходимом количестве 20 штук. Для обеспечения накопления вырабатываемой электроэнергии выбраны аккумуляторные батареи МНГ12-200А (12В-200А) в количестве 8 штук. Для полноценной работы солнечной станции выбраны так же следующие устройства: контроллер заряда Juta eMPPT6048 (2 шт.) и гибридный ИБП APC 5000 (5000 Вт/пиковая 18000Вт) (1 шт.) [2]. Общая сумма капитальных затрат на оборудование составила 605150 руб.

Для обоснования эколого-экономической эффективности затрат на получение альтернативной энергии для гостиницы на основе экономических расчетов были определены показатели: амортизационные затраты на оборудование солнечной станции – 40279 руб./год, месячный объем потребления электроэнергии для гостиницы – 5520 руб./мес., годовой объем – 66240 руб./год., срок окупаемости ресурсосберегающей технологии – 10 лет. Ввиду того, что срок функционирования фотоэлектрических установок равен примерно 15 годам, с учетом вычета срока окупаемости рассчитаны также дополнительные сэкономленные финансовые средства потом составили 331200 руб. в течении 5 лет. На основе выполненного технико-экономического обоснования внедрения ресурсосберегающей технологии был сделан вывод о целесообразности реализации проекта: 1) экономический эффект достигается путем экономии финансовых средств на оплату счетов по электроснабжению гостиницы; 2) ведется потребление альтернативного источника энергии – Солнца, вместо традиционного, что оказывает экологический эффект по ресурсосбережению; 3) использование данной установки позволяет экономить электроэнергию городской централизованной электросети; 4) улучшается имидж гостиницы как эко-отеля; 5) повышается конкурентоспособность гостиницы в качестве эко-предприятия.

Однако, несмотря на перечисленные достоинства данного ресурсосберегающего

проекта, он также обладает и своеобразными недостатками, которые являются проблемами на пути достижения поставленных выше задач для экологизации экономики.

Наряду с общими вопросами ресурсопотребления в каждом регионе любой страны исследование и решение проблем природопользования имеет свою специфику. Эта специфика весьма многообразна и зависит от преобладания того или иного вида ресурсов, уровня их использования, технико-технологических, экономических, социальных, географических, геополитических и других факторов, предопределяющих пути рационализации ресурсопотребления и их воспроизводства, формирования территориального рынка ресурсов и т. д.

Среди возможных проблем реализации данного эколого-экономического проекта можно выделить следующие: 1) проблемы финансирования (источники: государственное финансирование, инвестиции, собственные средства предприятий и пр.); 2) проблемы организационного характера (организация реализации проекта, организация налогообложения и пр.).

Важной проблемой финансирования данной природоохранной деятельности является слабая инвестиционная привлекательность таких проектов. Инвесторы не видят положительных аспектов для того, чтобы вкладывать денежные средства в реализацию, по их мнению, в неприбыльные природоохранные проекты, что заставляет собственников организаций вкладывать в реализацию проектов собственный капитал предприятия, на что не всегда они соглашаются. При этом следует отметить, что в отдельных странах Евросоюза (Германия, Франция и др.) данное направление является более развитым.

Под проблемами реализации предлагаемого проекта следует рассматривать следующие: 1) необходимость учитывать географическое расположение участка, на котором будут размещаться ресурсосберегающее оборудование (имеет значение уровень инсоляции для региона); 2) для получения больших объемов солнечной энергии нужны определенные площади для обеспечения покрытия ими фотоустановками; 3) срок окупаемости финансовых затрат на установку ресурсосберегающих технологий.

Тем не менее, даже учитывая существующие недостатки этого ресурсосберегающего проекта, гораздо большее значение имеют его преимущества, описанные выше, исходя из которых и был сделан вывод о целесообразности реализации данного предложения внедрения природоохранных технологий. Воплощение в реальность такого проекта позволит, в первую очередь, существенно экономить финансовые средства предприятия, которые в дальнейшем можно направить на различные нужды данной компании.

Солнечная энергетика открыта уже довольно давно, но ее долго не рассматривали в качестве источника энергии из-за дороговизны. Развитие технологий привело к снижению цен, и солнечные панели стали серьезным конкурентом для традиционных источников энергии. С каждым годом число крупных, средних, малых предприятий и жилого сектора, использующих солнечную энергетику, только увеличивается. Это показывает, что солнечные батареи нужно рассматривать не как краткосрочный проект, о котором скоро все забудут, а наоборот, как передовые технологии, за которыми будущее. Полезные ископаемые истощаются с каждым днем, не за горами то время, когда они иссякнут полностью, и тогда останется надежда лишь на Солнце.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Hoffmann, W.* EPIA, ASE / W. Hoffmann. - Brussels, 2013.
2. Интернет-магазин солнечных батарей. URL: <https://solar-energy.kiev>

ОПЫТ СТРАН ЕС В СФЕРЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НАЛОГООБЛАЖЕНИЯ

Е.М. Орехова, М.Н. Шафоростова
Донецкий национальный технический университет

Изучен опыт стран Европейского союза по реформированию системы экологического налогообложения. Сделан вывод о целесообразности использования результатов исследования при формировании налоговой системы нового государства с учетом экологических аспектов.

Ключевые слова: НАЛОГ, НАЛОГОВАЯ СИСТЕМА, БЮДЖЕТ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ НАЛОГ

Experience of the countries of the European union on reforming of system of the ecological taxation is studied. The conclusion is drawn on expediency of use of results of research at formation of tax system of the new state taking into account ecological aspects.

Keywords: TAX, TAX SYSTEM, BUDGET, ECOLOGICAL TAX

Развитие и изменение форм государственного устройства всегда сопровождается преобразованием налоговой системы, которая зависит от степени развития демократических форм государства. В целом система налогов должна обеспечить оптимизацию структуры распределения и перераспределения национального дохода с целью стимулирования материального производства, повышения его эффективности и на этой основе наиболее полного удовлетворения государственных и социальных потребностей.

Бюджет государства по большей части формируется из поступлений от налогов, и чем более широкая база налогообложения, тем более надежная возможность пополнения и увеличения госбюджета. Таким образом, оптимизация системы налогообложения предусматривает, с одной стороны, стимулирование деловой активности предпринимателей, со второй – наличие достаточно простой, эффективной и суровой системы взыскания налогов.

Налоги олицетворяют собой ту часть совокупности финансовых отношений, которая связана с формированием денежных доходов государства, необходимых ему для выполнения различных функций: социальной, оборонной, правоохранительной, по развитию фундаментальной науки, а также по рациональному природопользованию и обеспечению экологической безопасности. Для выполнения последней функции государство использует систему экологических налогов. Они призваны стимулировать принятие налогоплательщиками профилактических мер по охране окружающей среды, а также обеспечивать их участие в устранении нанесенного ущерба согласно принципу «загрязнитель платит».

Цель статьи: изучение опыта стран Европейского Союза по взиманию экологических налогов и проведение сравнительного анализа функционирования налоговых систем этих государств.

Для анализа были выбраны страны Европейского Союза (ЕС) ввиду их богатого опыта по последовательной модернизации механизмов экологического регулирования с опорой на экономические инструменты, где важное место отведено экологическому налогообложению. Основой экологизации налоговых систем этих стран послужила идея двойного выигрыша – экономическое стимулирование охраны окружающей среды и ресурсосбережения посредством введения экологических налогов должно одновременно сопровождаться пропорциональным снижением налогового бремени,

связанного с социальными выплатами, что потенциально позволяет стимулировать рост занятости и поддерживать конкурентоспособность национальных производителей.

Экологические налоги в той или иной форме существуют во всех экономически развитых странах. Впервые необходимость их применения на официальном уровне была подтверждена в Программе действий ЕС по охране окружающей среды (1973 г.), и она связывалась с реализацией принципа «загрязнитель платит». Директорат по налогам и таможенным сборам Европейской комиссии разделил экологические налоги на группы по областям применения [2]:

- транспортные (с километража, ежегодный налог с владельца транспортного средства, акцизы при покупке нового или поддержанного автомобиля);
- платежи за загрязнение (выбросы загрязняющих веществ в атмосферу и водоемы);
- платежи за пользование природными ресурсами;
- энергетические (на моторное и энергетическое топливо, электроэнергию);
- на выбросы веществ, приводящих к глобальным изменениям;
- платежи за размещение отходов (на свалках, переработка отходов, налоги на ряд специальных продуктов из отходов);
- на шумовое загрязнение.

В Европе наибольшее распространение получили транспортные и энергетические налоги, которые по своей сути являются фискальными налогами, предназначенными для получения доходов, хотя и оказывают определенный положительный эффект на окружающую природную среду.

Комбинация и структура налогов, цель государственной политики, связанной с налогообложением в разных странах-членах ЕС различны. Так, в Швеции, Дании и Финляндии традиционно относительно высокий процент прямых налогов (более 40% в сравнении со средним показателем по Европе – 34,9%), в то время как в Ирландии, Португалии и Греции относительно высокая доля косвенных налогов (более 40% в сравнении со средним показателем по Европе – 33,7%). В Ирландии, Нидерландах, Португалии и Великобритании применяются налоги на загрязнение или пользование ресурсами, но при этом эти страны входят в число государств с наивысшим процентом дохода от экологического налога, полученного за счет энергетического и транспортного секторов. Около 80% от этих поступлений формируют налоги на моторные топлива и автомобили, которые заменяют собой более сложные в администрировании налоги на выбросы парниковых газов и ряд загрязнителей [3].

В настоящее время изучен опыт некоторых стран ЕС [1-2], которые уменьшили часть налогов на труд и капитал, увеличив налоги на загрязнение природной среды (табл.). Первоначально идея экологической реформы налогообложения была предложена скандинавскими странами, а уже потом ее поддержали или намереваются поддержать другие государства ЕС. Проведение реформы налогообложения было нацелено на уменьшение налогового бремени на работников путем сокращения выплат в форме социальных взносов и подоходного налога. Уменьшение налогов на труд увеличивает занятость и создает новые рабочие места. Повышение налогов в энергетическом секторе направлено на уменьшение выбросов парниковых газов, связанных со сжиганием ископаемых топлив. «Энергетические» налоги являются самыми высокодоходными среди всех экологических налогов, способствуя значительному пополнению государственных бюджетов.

Изучения опыта стран ЕС в сфере экологического налогообложения позволяет сделать следующие выводы:

- экологические налоги являются эффективным инструментом финансового механизма государственного управления природопользованием;

- эффективная система налогообложения позволяет активно внедрять экологические инновации, использовать альтернативные источники энергии и повышать благосостояние государства, снижать зависимость страны от изменений во внешней среде.

Таблица – Проведение экологической реформы налогообложения в странах ЕС

Страна	Налоги, которые уменьшились	Налоги, которые увеличились	Абсолютная величина сдвига налогооблагаемой базы
Дания	*ПН, **СВ	другие налоги (на бензин, электроэнергию, воду, отходы, автомобили), CO ₂ , SO ₂ , капиталовложения	3 % ВВП или более 6% всех налоговых поступлений
Швеция	*ПН, энергоналог в сельском хозяйстве, налог на непрерывное образование	налог на CO ₂ , налог на двуокись серы (SO ₂), другие налоги	2,4% всех налоговых поступлений
Голландия	корпоративная прибыль, *ПН, **СВ	CO ₂	0,3% ВВП или 0,5% всех налоговых поступлений
Велико-британия	**СВ	налог на полигоны для захоронения отходов	0,1% от всех налоговых поступлений
Финляндия	*ПН, **СВ	CO ₂ , налог на полигоны для захоронения отходов, корпоративная прибыль	0,3% ВВП или 0,5% всех налоговых поступлений
Норвегия	*ПН	CO ₂ , SO ₂ , дизельное топливо	0,2% всех налоговых поступлений
Германия	**СВ	нефтепродукты	1% всех налоговых поступлений
Италия	**СВ	нефтепродукты	0,1% всех налоговых поступлений

*подходный налог – ПН, **социальные выплаты – СВ.

Рассмотренный опыт стран ЕС может быть интересен и для нашей страны именно в современных условиях – в процессе формирования законодательной и нормативной базы нового государства, его политики, в т.ч. экологической.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Веб-сайт European Commission [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://ec.europa.eu/archives/index_en.htm
2. Веб-сайт Organisation for Economic Co-operation and Development / Environmental expenditure and taxes [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.oecd.org/statistics/>
3. Ляпина Т.М. / Экологические платежи в нашей стране и за рубежом [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://law.admtymen.ru/noframe/nic?d&nd=466200972&nh=1>

СБАЛАНСИРОВАННОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ В УСЛОВИЯХ ПЕРЕХОДНОЙ ЭКОНОМИКИ

Т.Т. Терентьева, И.А. Павлюченко

Донецкий национальный технический университет

В статье рассматриваются проблемы и перспективы сбалансированного (устойчивого) развития в условиях переходной экономики. Определяются приоритетные направления стратегии сбалансированного природопользования.

Ключевые слова: ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ, ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ, ОТНОШЕНИЯ, ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ, ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА.

The article deals with the problems and perspectives of balanced (sustainable) development in the conditions of the transition economy. Priority directions of the balanced nature management strategy are determined.

Key words: NATURE MANAGEMENT, ECONOMIC REGULATION, RELATIONS, NATURAL RESOURCES, ENVIRONMENT.

Современный мир отличается необычной сложностью и противоречивостью тенденций и альтернатив своего функционирования и перспектив дальнейшего развития. Конец минувшего и начало наступившего века характеризуются мощным рывком в развитии научно-технического прогресса, ростом социальных противоречий, резким демографическим взрывом, ухудшением состояния окружающей человека природной среды. Поистине, наша планета никогда ранее не подвергалась таким физическим и экологическим перегрузкам, какие она испытывает на рубеже XX - XXI веков. Человек никогда ранее не изымал из природы столько дани и не оказывался столь уязвимым перед мощью, которую сам же создал.

В мире складывающаяся до самого последнего времени парадоксальная ситуация «бесплатности» используемых в экономике природных благ или их минимальной цены явилась одной из причин нерационального использования природных ресурсов, гигантской расточительности экономики. Возникла иллюзия неисчерпаемости, «дарового» характера ресурсов. Промышленные предприятия вносили в бюджет плату за имеющиеся у них фонды и в то же время бесхозяйственно использовали средства производства природного происхождения, не неся при этом никакого ущерба, а зачастую и улучшая свои производственные результаты [1].

Расширяя и усиливая антропогенное и техногенное давление на природу, общество сталкивается с многократно усиленным «эффектом бумеранга»: разрушение природы оборачивается экономическим ущербом и социальным уроном. Природа не в состоянии собственными силами восстанавливать такими темпами нарушаемое экологическое равновесие, воссоздавать изъятые у нее блага в соответствующем объеме. Процессы экологической деградации приобретают характер глубокого экологического кризиса. Вопрос о сохранении природы превращается в вопрос выживания человечества.

Учет оценки ресурсов позволит более обосновано определить экономическую эффективность альтернатив развития. Применение оценок может существенно повлиять на выбор варианта капитального строительства.

В последние десятилетия XX столетия рухнули надежды на то, что растущие недуги современной цивилизации можно исцелить одним лишь развитием науки, прогрессом технологии и экономическим ростом. Экономический рост,

основывающийся на традиционных принципах, становится угрожающе опасным. Неизбежным стал переход на новую систему идей и представлений о себе и о мире, определяющий как параметры воздействия на окружающую среду, так и состояние человеческой культуры в целом. Все беспорядки и кризисы нашего времени есть одновременно и причина, и следствие неприспособленности человечества к новой реальности нашего времени.

Так, сейчас широко распространено мнение об электрической энергии, вырабатываемой на ГЭС, как о самом дешевом виде энергии по сравнению с тепловыми и ядерными электростанциями. Между тем при строительстве и эксплуатации ГЭС никогда не учитывалась цена многих тысяч гектаров затопляемых земель.

Экономисты-экологи пытаются оценить природные ресурсы и экологические функции, повысить «конкурентоспособность» природы в борьбе с техногенными решениями

Для многих природных благ и услуг нет традиционных рынков, стандартных спроса и предложения. Здесь очень важным моментом является экономическая попытка учесть последствия принимаемых решений, стадия предварительного сбора информации и ее анализа для последующего принятия решений. Чем выше экономическая ценность природных объектов, тем больше вероятность, что принятые экономические решения, воплощенные в различных проектах и программах, будут экосбалансированными, учитывать приоритеты охраны среды и экономии природных ресурсов.

Данная проблема возникла сравнительно недавно около двух десятилетий назад. Первоначально на смену натуральным показателям количественных и качественных характеристик природных ресурсов (объемы запасов, продуктивность, мощность пластов, глубина залегания ит.д.) пришла балльная оценка (производственная, технологическая). Она направлена на сопоставление однородных природных ресурсов с точки зрения благоприятности их использования с той или иной целью. Её показатели – баллы, категории, степени (леса 1-5 классов бонитета, земли 1-10 категории).

Одной из важнейших задач экономической оценки является определение материального ущерба, наносимого обществу при изъятии из хозяйственного оборота природных богатств. Экономическая оценка лежит в основе платности природопользования, что создает материальную заинтересованность предприятий в рациональном использовании ресурсов природы, совершенствовании технологических процессов с целью сокращения выбрасываемых в окружающую среду отходов.

Экономические отношения в системе взаимодействия "общество – природная среда" связаны с удовлетворением потребностей в природных ресурсах и сохранением природно-ресурсного потенциала. Формирование таких отношений предполагает адекватность затрат на охрану и воспроизводство природных ресурсов, объектов природы в масштабах их потребления и в процессе природопользования. На всех этапах этого процесса необходима целенаправленная деятельность по обеспечению оптимальных пропорций между потреблением, использованием природных ресурсов, природных объектов и их охраны, воспроизводством. Такую деятельность может обеспечить система, соответствующая целям рационального природопользования. Обычно она включает комплекс организационных и экономических средств, механизмов, действий. Работа такой системы направлена на учет экологических факторов, на разработку экономических мер стимулирования рационального природопользования в функционирующей экономике с достигнутыми технологиями производства и природопользования, на использование в механизме хозяйствования

экономических предпосылок, факторов и условий, согласующихся с новыми экологическими требованиями.

Экономическое регулирование в целях рационального неистощительного природопользования, снижения нагрузки на природную среду, ее охрану и защиту в условиях рыночных отношений предполагает привлечение бюджетных и внебюджетных средств, необходимых для осуществления природоохранной деятельности [2].

К методам экономического регулирования относятся также методы, применяемые для экономической оценки природных и природно-антропогенных объектов, а также воздействий хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду.

Среди прочих методов регулирования экономических отношений в области рационального природопользования широко применяются методы, направленные на предоставление налоговых и иных льгот.

Природные ресурсы должны не только удовлетворять потребности нынешнего и будущего поколений, но и обеспечивать соблюдение прав человека на благоприятную окружающую среду и благоприятные условия его жизнедеятельности. Решение этих глобальных задач определяется эффективным действием экономических механизмов в области охраны, воспроизводства и рационального использования природных ресурсов. Некоторые из этих механизмов уже созданы, часть из них нуждается в совершенствовании, другие – в ближайшем будущем – предстоит еще разработать и внедрить в практику природопользования и охраны окружающей среды.

Многие экологические проблемы сейчас перешагнули рамки национальных хозяйств и приобрели глобальное измерение. Для их решения требуется объединение усилий всех стран мирового сообщества, но согласование позиций различных государств сдерживается, прежде всего, экономическими соображениями. Осознание необходимости перемен в сфере экологии не обязательно должно быть продиктовано нравственными принципами, но не исключается и расчет на получение определенных выгод: либо материальных, либо таких, как приобретение репутации в деловом мире и т. п. В любом случае каждый человек должен быть заинтересован в данных экологических преобразованиях.

Как заявила Всемирная комиссия по окружающей среде и развитию при ООН ("комиссия Брутланд"): "Человечество способно сделать развитие устойчивым – обеспечить удовлетворение нужд настоящего, не подвергая риску способность будущих поколений удовлетворять свои потребности". Для того чтобы осуществить такое развитие, как заявила комиссия, "экономика должна удовлетворять нужды и законные желания людей, но её рост должен вписываться в пределы экологических возможностей планеты". Поэтому задачи, решение которых обеспечивает устойчивое развитие народного хозяйства, исключительно сложны в современном мире. Экономическое развитие не может остановиться, однако оно должно пойти по одному пути, не допускающему столь активного разрушения окружающей среды.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Возняк В.Я., Файтельман Н.Г., Арбатов А.А. и др. Экологическое оздоровление экономики / Возняк В.Я., Файтельман Н.Г., Арбатов А.А. - Москва, Наука, 1994г.*

2. *Грошев А.Р. Особенности и проблемы сбалансированного эколого-экономического развития региона в экономике переходного периода / А.Р. Грошев. - Ханты-Мансийск: РИЦ ЮГУ, 2005.-140с.*

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИОННЫЕ СТРАТЕГИИ В ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ

В.И. Слонева, В.Ю. Романова

Донецкий национальный технический университет

В работе рассмотрены современные проблемы топливно - энергетического комплекса в целом, а также возможность формирования и реализации в рамках компаний и отраслей ТЭК в Донбассе перспективной экологической научно-технической политики, согласованной с требованиями инновационной экономики.

Ключевые слова: ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС, ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ, ИННОВАЦИИ, МЕНЕДЖМЕНТ

The paper considers modern problems of the fuel and energy complex as a whole, as well as the possibility of forming and implementing within the companies and branches of the fuel and energy complex in the Donbass a promising environmental scientific and technical policy coordinated with the requirements of the innovative economy.

Keywords: FUEL AND ENERGY COMPLEX, NATURAL RESOURCES, INNOVATION, MANAGEMENT

Топливо-энергетический комплекс (ТЭК) - одна из важнейших специфических сфер научно-технического прогресса. Для этой сферы характерно влияние таких особенностей, как разнообразие природно-климатических и геологических условий функционирования ТЭК, чрезвычайно высокая социальная значимость, высокая зависимость промышленности от сырьевой базы, а также масштабные глобальные и локальные экологические последствия.

Очевидно, что сегодня даже при наличии колоссальных природных ресурсов, развитие ТЭК не представляется возможным без технологического роста, без долгосрочной государственной политики, направленной на стимуляцию науки и инноваций как в производственной сфере, так и сфере экологической безопасности.

В связи с этим отмечается актуальность темы глобальной энергетической безопасности. Более того, современные тенденции показывают, что комплексное использование энергетических ресурсов, активное привлечение альтернативных источников сырья - важнейшая движущая сила мирового экономического прогресса.

Масштабы антропогенной деятельности в сфере добычи и использования энергетических ресурсов создают многомерные неопределенности как условий разработки, так и экологических последствий этого процесса.

Например, широко известны крайне неблагоприятные геологические условия угледобычи в Донбассе, когда доля трудноизвлекаемых запасов угля превышает 90% от общих запасов. Также необходимо констатировать, что дальнейшее развитие ТЭК непременно связан с необходимостью решения сложных проблем хранения и утилизации отходов этой отрасли экономики.

ТЭК - сложная межотраслевая система добычи и производства топлива и энергии, транспортировки, распределения и использования. В его состав входят топливная промышленность (нефтяная, газовая, угольная, сланцевая, торфяная) и электроэнергетика, тесно связанная со всеми отраслями народного хозяйства.

Фундаментом топливно-ресурсного потенциала Донбасса является каменный уголь. Он распространен в части Донецкого каменноугольного бассейна. Также залежи

каменного угля есть в Луганске. В восточной и юго-восточной части бассейна преобладает энергетический уголь – антрацит (около трети Донецкого угля), на западе и северо–западе – коксующийся уголь.

Главные проблемы угольной промышленности Донбасса заключаются в неудовлетворительном состоянии шахтерского фонда и низких темпах его обновления в следствии нехватки инвестиционных ресурсов.

Средняя производительная мощность шахт Донбасса составляет меньше 2000т в сутки, что в 2-3 раза меньше, чем в угольных бассейнах, расположенных на территории стран СНГ. При этом $\frac{1}{4}$ часть шахт имеет производительную мощность менее 1000т, что меньше за единичную продуктивность современных комплексов.

Целью работы является анализ принципиальных решений обеспечения безопасного функционирования топливно-энергетического комплекса.

Для современной ситуации переориентация системы управления в компаниях топливно-энергетического комплекса особенно актуальна путем повышения интеллектуального уровня управленческих процессов, увеличение объема знаний управленческого аппарата, необходимых для решения множества новых задач [1].

Необходимо констатировать, что на сегодняшний день сфера экологически ориентированного инновационного менеджмента в топливно - энергетическом комплексе является одним из слабых мест в общей системе управления компаниями и отраслью в целом. К числу основных недостатков следует отнести:

- общую недооценку проблемы управления экологической инновационной деятельностью на всех уровнях ТЭК;
- отсутствие в компаниях системы перспективного планирования в инновационной сфере;
- неостребованность и крайнюю недостаточность проведения углубленных экологических прогнозно-аналитических исследований в инновационной сфере как необходимого этапа разработки научно-технической политики компании, отрасли;
- общее недостаточное нормативно-методическое обеспечение инновационной деятельности;
- неопределенность роли государства в инновационной сфере.

Согласно тому, что принципиальные решения в области экологически безопасного научно-технического развития и отбора приоритетов формируются именно на этапах прогнозирования и планирования, то необходимо принять во внимание следующие мероприятия:

- систематическое проведение прогнозно-аналитических работ в инновационной сфере ТЭК, разнообразное прогнозирования, которое направлено на выявление основных закономерностей, тенденций и экологических проблем развития отрасли, выработка миссии компании, ее развития и различных сценариев будущего;
- широкое внедрение аналитических методов и процедур для проведения анализа и формирования приоритетов инновационной деятельности на перспективу;
- отбор и реализация решений, новых экологически безопасных технологий, проектов и программ, ориентированных на достижение целей инновационного развития, установленных принятой научно-технической политикой;
- комплексное совершенствование управления инновационной деятельностью в рамках компаний и отраслей ТЭК.

Вышеперечисленные этапы являются важным и необходимым направлением инновационной деятельности и служат информационной базой подготовки научно обоснованных решений и формирования различных вариантов научно-технического развития компании. Однако следует отметить, что в условиях рыночной экономики

может быть сформирована рациональная межкорпоративных система комплексного прогнозирования безопасного научно-технического развития компаний ТЭК. Создание и совершенствование системы управления инновационной деятельностью и ее перевод на интенсивный путь развития - это очень многонаправленная задача. В числе проблем, связанных с будущими преобразованиями, необходимо в первую очередь назвать человеческий фактор, проблемы необходимого уровня образования и квалификации [2,3].

Переход к новым инновационным формам управления требует непереносимого пересмотра многих устоявшихся взглядов и подходов на всех этапах работ и во всех подразделениях компании. Перейти на более высокий интеллектуальный уровень управленческих процессов - значит реализовать принятую научно-технической политике и на ее основе строить повседневную инновационную деятельность. Огромная значимость проблемы перехода к инновационной экономике предъявляет повышенные требования к уровню образования специалистов, которые должны овладеть новыми современными технологиями и техникой, методами управления инновационными процессами, методами прогнозирования, планирования и анализа [4].

Таким образом, необходимыми условиями создания эффективной системы управления инновационными процессами являются:

- Высокая заинтересованность и повседневная поддержка работ высшим руководством компании (отрасли)
- Соответствующая подготовка и дисциплина команды специалистов на всех уровнях системы управления;
- Четкое нормативно-методическое, в том числе экономическое, правовое и организационное обеспечение системы управления инновационной деятельностью. В современных условиях реальные и устойчивые конкурентные преимущества получают те производители, которые добиваются постоянного сокращения расходов за счет постоянного обновления технологий.

Государственная поддержка является необходимым условием инновационного развития. Как показывает мировой опыт, предлагаемые меры на фоне масштабных структурных изменений в экономике позволяют в значительной степени снизить антропогенную нагрузку, что особенно важно для Донецкого региона.

Восстановление и развитие топливно-энергетического комплекса является перекрестком государственных и региональных интересов, благодаря которому Донбасс получит энергетическую независимость, энергетические ресурсы для других отраслей, а регионы новые рабочие места, инфраструктуру, повышение качества продукции, снижение себестоимости, и как следствие- повышение спроса на товары и услуги, улучшение жизненного уровня населения.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Шафоростова М.Н.* Развитие инновационной способности бизнеса / Проблемы экологии.-2010.- №1,2. - Стр.146 - 149.
2. *Brzezinski Z.* The Story of the Information Technology Revolution. Cambridge. 1988;
3. *Toffler A.* The Third Wave. N.Y., 1980;
4. *Иноземцев В.* За пределами экономического общества. М.: Academia, 1998. С. 323.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ ФИНАНСИРОВАНИЯ ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

К.А. Политько, М.Н. Шафоростова
Донецкий национальный технический университет

В статье проведен сравнительный анализ финансирования природоохранной деятельности в разных странах мира по определенным критериям оценки. Сделан вывод о возможности и целесообразности использования результатов исследования в современных условиях.

Ключевые слова: ПРИРОДООХРАННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ, ФИНАНСИРОВАНИЕ, ФИНАНСОВЫЕ ФОНДЫ, БЮДЖЕТ.

In article the comparative analysis of financing of environmental activity in the different countries of the world by certain criteria of an estimation is carried out. The conclusion is drawn on possibility and expediency of use of results of research in modern conditions.

Keywords: ENVIRONMENTAL ACTIVITY, FINANCING, FINANCIAL FUNDS, BUDGET.

На современном уровне развития общества при стремительных темпах роста производства и потребления решение экологических проблем выходит на новый уровень. Реализация природоохранных и ресурсосберегающих проектов требует их обоснования как с технико-технологической, так и с экономико-финансовой точек зрения. Найти экологоориентированные инвестиционные проекты с наиболее благоприятным соотношением «затраты-выгоды» – одна из основных задач, стоящих перед всеми странами, будь то высокоразвитый лидер или только развивающееся государство. Одним из направлений экологических приоритетов является разработка новых и усовершенствование имеющихся механизмов финансового обеспечения реализации природоохранной деятельности. Для обеспечения эффективной деятельности в сфере финансирования проектов по природопользованию и охране природной среды в нашей стране необходимо изучить, обобщить и перенять позитивный опыт других стран.

Цель статьи: провести сравнительный анализ системы финансирования природоохранной деятельности в разных странах по определенным критериям.

Спецификой финансов природопользования является, прежде всего, стоимостной характер опосредованных ими отношений: образование фондов; финансовое обеспечение экологической политики; наличие финансовых показателей санкций, стимулов воздействия на процессы и явления. Именно эта мысль дает возможность осуществлять поиск взаимосвязей общества и природы на границе двух наук – финансов и природопользования.

Организационная структура регулирования природопользованием нуждается в существенном развитии, а внедрение финансовых инструментов в этой сфере должны быть подконтрольны государству.

Финансирование мероприятий по охране окружающей природной среды осуществляется за счет государственного бюджета, местных бюджетов, средств предприятий, учреждений и организаций, внебюджетных фондов охраны окружающей природной среды, добровольных взносов и других средств.

При финансировании природоохранной деятельности каждое государство опирается как на законы, так и на исторически сложившиеся закономерности. Нами

был проведен анализ данной деятельности по трем странам, информация обобщена по определенным критериям и сведена в таблицу.

Таблица – Сравнительный анализ финансирования природоохранной деятельности

Элемент	Российская Федерация	США	Республика Беларусь
1	2	3	4
Цель	Сохранение качества среды проживания людей	Создание и поддержание условий, при которых человек и природа могут существовать в продуктивной гармонии	Решение природоохранных задач, восстановление потерь в окружающей среде
Задачи	- финансирование и кредитование программ и научно-технических проектов, направленных на улучшение качества окружающей природной среды и обеспечение экологической безопасности населения; - мобилизация финансовых ресурсов на природоохранные мероприятия и программы; - экономическое стимулирование рационального природопользования, внедрение экологически чистых технологий; - содействие в развитии экологического воспитания и образования, в тех случаях, если виновник вреда не установлен	- поддержка программ экологического воспитания; - финансирование научно-технических разработок, направленных на обеспечение качества окружающей среды; - внедрение экологически чистых технологий - обеспечение экологической безопасности населения	- обеспечение эколого-экономической согласованности между общественными интересами и интересами отдельных субъектов-природопользователей; - стимулирование природоохранной деятельности; - обеспечение оптимального использования финансовых ресурсов на природоохранные цели
Источники финансирования	- федеративный бюджет, бюджеты субъектов РФ и бюджеты органов местного самоуправления; - средства предприятий, учреждений и организаций; - федеральный, территориальные и местные экологические	- правительственные ассигнования; - платежи за негативное воздействие на окружающую природную среду	- республиканский и местные бюджеты; - средства юридических лиц, добровольные взносы населения, иностранных граждан; - республиканский,

	фонды; • фонды экологического страхования; • кредиты банков; • добровольные взносы населения, иностранных юридических лиц и граждан, а также других источников		местные внебюджетные фонды и общественные фонды охраны природы; • кредиты банков
Направления использования средств	• охрана водных ресурсов; • охрана атмосферного воздуха; • охрана и рациональное использование земель; • строительство установок для утилизации и переработки отходов производства; • строительство предприятий и полигонов по утилизации, обезвреживанию и захоронению отходов; • охрана недр и рациональное использование минеральных ресурсов; • охрана и рациональное использование лесных ресурсов; • охрана и воспроизводство рыбных запасов; • организация заповедников и других природоохранных территорий; • охрана и воспроизводство диких зверей и птиц	• мероприятия по обращению с отходами; • мероприятия по охране атмосферного воздуха; • охрана водных объектов; • восстановление земель; • капитальный ремонт природоохранного оборудования	• строительство очистных сооружений и полигонов; • капитальный ремонт и реконструкция природоохранных объектов; • научно-исследовательская работа; • охрана и воспроизводство растительного и животного мира; • повышение плодородия земель; • приобретение приборов и оборудования; • укрепление государственных контрольных служб

Таким образом, проведенный сравнительный анализ позволил сделать вывод, что при создании системы финансирования природоохранной деятельности в ДНР целесообразно и использовать опыт других стран с целью повышения качества данной деятельности. Особую актуальность приобретает совершенствование механизма экологического регулирования дальнейшего развития государства с помощью развития финансовых отношений в области природопользования и охраны природной среды.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. <https://www.oecd.org/env/outreach/37391703.pdf>
2. <https://www.oecd.org/env/outreach/4597560.pdf>
3. http://ekolog.org/books/32/4_6_2.htm

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

Стр.

А.И. Сафонов. Экологический фитомониторинг в Донбассе.....	4

ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ И ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД

А.А. Войташ, Ю.Н. Ганнова, Ю.В. Берестнева. Разработка сорбента для очистки сточных вод от органических загрязнителей на основе соединений тройного интеркалирования графита.....	8
Т.И. Степаненко, С.П. Высоцкий. Проблемы очистки питьевой воды методом коагуляции.....	11
Д.В. Заворотный, В.И. Нездойминов. Применение теории турбулентных струй для расчета процесса обновления взвешенного слоя ила в аэротенке-осветлителе с затопленной эрлифтной системой аэрации.....	14
В.Н. Резниченко, В.И. Потапенко. Очистка сточных вод вагонного депо.....	17
Н.М. Аверина, Г.В. Чудаева. Обеззараживание шахтной воды ОП «Шахта им. А.А. Скочинского» гипохлоритом натрия.....	20
Д.И. Ермакова, Т.И. Степаненко, С.П. Высоцкий. Очистка сточных вод от тяжелых металлов.....	23
Е.В. Липуга, О.Э. Иванова, О.Н. Калинихин. Оценка влияния внедрения технологии сжигания водоугольного топлива на выбросы тепловых электростанций.....	26
Д.А. Денисенко, В.В. Хазипова. Интенсификация работы существующих очистных сооружений....	29
В.В. Павлова, А.И. Сердюк. Анализ состава и разработка методов очистки сточных вод предприятия по производству электросварных труб г. Луганска.....	32
С.В. Хижняк, А.И. Сердюк. Очистка сточных вод предприятия по производству радиоаппаратуры от соединений свинца.....	35
Я.А. Казакова, В.С. Кравченко, А.И. Панасенко. Пути снижения техногенного воздействия от предприятий теплоэлектроэнергетики.....	38
А.С. Гавриленко В.В. Лихачева. Использование альтернативных систем десульфуризации дымовых газов.....	41
Е.В. Контурская, Ю.Н. Ганнова. Разработка мероприятий по уменьшению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу коммунальным предприятием «Компания «Вода Донбасса».....	44
А.А. Зуб, Ю.Н. Ганнова. Сравнительный анализ химического состава отработанного ила и полученного из него биогумуса методом вермикомпостирования.....	47
В.А. Юдина Ю.Н. Ганнова. Преимущества использования аспирационного пылеочистного оборудования на предприятиях горнодобывающей промышленности.....	50
В.В. Сухоруков, Д.Н. Гарькуша. Оценка эффективности очистки сточных вод канализации по концентрациям метана (на примере станции аэрации города Ростова-на-Дону).....	53
Д.С. Рожкова, С.П. Высоцкий. Обоснование требований качества охлаждающей воды для оборотных циклов металлургического производства.....	56
В.В. Павлова, С.П. Высоцкий. Анализ реагентного метода удаления из сточных вод ионов тяжелых металлов.....	59
М.В. Назарова, Т.С. Башева. Исследование возможности экологизации горноперерабатывающего предприятия ППП «Горняк-95» путем уменьшения влияния на атмосферу.....	62
Н.А. Бурдаковский, О.Н. Калинихин. Оценка влияния внедрения системы по извлечению низкопотенциального тепла коммунально бытовых стоков на состояние атмосферного воздуха.....	65
Н.С. Дорохин, Е.Л. Головатенко. Изучение изменений состава поверхностных и подземных вод в районе размещения полигона.....	68
Е.А. Милова, Ю.В. Мнускина. Определение адсорбционных характеристик трепела при его активации различными методами.....	71
Е.Л. Головатенко, С.П. Высоцкий. Некоторые экологические аспекты вовлечения шахтных вод в хозяйственный оборот.....	74
А.Г. Кравец, Е.А. Трошина. Снижение объемов выбросов соединений цинка в процессах горячего цинкования.....	77
Д.В. Чурилова, Ю.С. Сопина, В.В. Шаповалов. Получение композиционных углеродсодержащих адсорбентов на основе минеральных и органических компонентов.....	80
Д.В. Батаков, Т.Ф. Дорошенко. Исследования по деструкции органических загрязнений в сточных водах полигона твердых бытовых отходов.....	84
Е.М. Короткая, Т.Ф. Дорошенко. Очистка стоков коксохимического производства от примесей смолистых веществ методом реагентной флотации.....	87
В.И. Ковтун, Ю.В. Мнускина. Обезвреживание газовых выбросов и очистка сточных вод.....	90

Д.С. Лаушкин, Д.А. Козырь. Нетрадиционная система снижения загрязненности шахтных вод от взвешенных веществ.....	93
А.Ю. Рябцева, Ю.В. Манжос. Анализ очистки сточных вод коксохимического производства.....	96

РЕКУПЕРАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

Е.С. Рыбак, С.В. Горбатко. Применение некоторых видов вторичных материалов в технологии бетонов.....	99
Н.Н. Кононец, О.В. Ивлиева. Гарбология - новое направление экологии.....	103
Т.А. Кирилева, А.И. Панасенко. Пути снижения антропогенной нагрузки от деятельности СП «Шахта «Булавинская» РП «Орджоникидзеуголь».....	106
Е.Н. Дорошко, И.Ю. Козловская. Получение сорбентов для очистки сточных вод от тяжелых металлов из цеолитсодержащих отходов.....	109
Ю.А. Сырдий, Л.В. Пашенко. Поиск путей использования углеродсодержащих отходов.....	112
Б.А. Олешко, Н.С. Дорохин, В.В. Хазипова. Активный уголь из скорлупы абрикосовых косточек..	115
М.В. Фёдоров, О.Н. Калинихин. Обоснование технологической схемы совместной переработки твёрдых бытовых отходов и отходов коксохимических заводов.....	118
М.О. Нельга, К.А. Караханян, Е.С. Матлак. Линии сортировки мусора (ЛСМ) как вариант разделения твёрдых бытовых отходов в условиях малонаселённых городов.....	121
А.С. Зубарева, Т.Ф. Дорошенко. Регенерация отработанных промышленных отходов.....	124
М.П. Гаркушина, Т.С. Башева. Анализ возможных вариантов обращения с отходами строительства и демонтажа.....	127
К.И. Лубе, В.О. Григорьева, Е.С. Матлак. Экологические проблемы обращения с твердыми бытовыми отходами и тенденции их решения.....	130
В.А. Багмет, С.П. Высоцкий. Использование золошлаковых отходов ТЭС.....	133
О.С. Завгородняя, А.Ю. Шевченко. Огнеупорные покрытия защитного действия для тепловых агрегатов различного типа.....	136
Ю.А. Джембрий, Л. В. Чайка. Паразитологическая оценка осадков сточных вод Макеевского ПУВКХ КП «Компания «Вода Донбасса».....	139
Я.С. Власов, А.Б. Бирюков. Создание методики конструктивных параметров рекуперативной горелки.....	142
А.В. Маслов, Е.В. Новикова. Эффективность утилизации тепла в рекуперативных теплообменниках.....	145
Н.В. Павловский, Е.Г. Сапон, В.Н. Марцуль. Использование осадков сточных вод в качестве сырьевого ресурса для получения фосфора.....	147
Е.С. Иванова, Б.Т. Харьковский. Исследование возможности использования свалочного газа в качестве топливного ресурса.....	151
Н.М. Супрун, Т.Ф. Дорошенко. Исследование физико-химических свойств электросталеплавильной пыли.....	154
В.А. Головкин, А.А. Шейх. Использование промышленных отходов – путь сохранения природных ресурсов.....	157
Н.А. Метлина, Ю.Н. Ганнова. Обоснование выбора наилучших методов удаления и утилизации золошлаков ТЭС.....	160
А.А. Мельниченко, Т.Ф. Дорошенко. Утилизация пыли коксохимического производства в виде брикетов повышенной прочности.....	163
А.О. Суркова, Ю.В. Манжос. Технология переработки отходов полиэтилентерефталата.....	166
М.С. Томчик, П.А. Гнитиёв. Утилизация органических отходов с получением энергетического топлива.....	169
В.И. Слонева, В.Ю. Романова. Использование породных отвалов в строительстве.....	172

СЕКЦИЯ ОБОРУДОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЗАЩИТЫ БИОСФЕРЫ

Д. М. Кутлыбаева, Г. Я. Хусаинова. К задаче повышения производительности барабанного нефтесборщика	175
М.Г.-Г. Багомедов, Д.А. Баранов. Массообменный аппарат для улавливания паров легких углеводородов.....	178
В.М. Чайковский, Ю.С. Пелевин. Совершенствование средств механизации для ремонта оборудования химических производств.....	181

А.Н. Кузьменко, С.П. Высоцкий. Использование шахтных вод в оборотных циклах водоснабжения. Применение ингибиторов накипобразования.....	184
А.А. Бывалец, В.В. Лымарь, В.В. Ошовский. Разработка технических решений для получения вторичных пластиков из полимерных отходов бытового назначения.....	187
Н.М. Оксак, А.В. Голубев, С.П. Веретельник. Повышение производительности установок сухого тушения кокса.....	190
М.В. Василенко, А.В. Голубев, С.П. Веретельник. Повышение эффективности улавливания пыли при выдаче кокса.....	193

ОЦЕНКА И МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Л.Н. Абакуменко, Е.А. Мартынова. Шахта имени М.И. Калинина как источник негативного воздействия на окружающую среду	196
М.А. Баранова, Г.Я. Хусаинова. Разработка информационной системы мониторинга экологии почвы	199
Д.И. Божко, Д.А. Козырь. Обоснование снижения загрязнения атмосферы предприятиями топливно-энергетического комплекса	202
А.Н. Бондаренко, Л.В. Чайка. Обоснование необходимости создания полигонов ТБО для отдельных районов Донецкой Народной Республики.....	205
А.А. Гайворонская, Л.Н. Анищенко. Трутовые грибы и их распределение в лесных экосистемах	208
А.В. Лискун, И.Н. Кузык-Артамонова, В.Н. Артамонов. Анализ и определение степени устойчивости геосистем в горнодобывающем комплексе.....	211
В.В. Легкая, Д.С. Филиппов, Л.Н. Анищенко. Показатели химического качества лекарственных растений (на примере Брянской области).....	214
А.И. Мартусевич, С.А. Федотова. Оценка влияния карьерного водоотлива на месторождении «Каменка» на окружающую среду.....	217
О.Н. Лукашук, А.А. Мордась, В.Н. Артамонов. Оценка и анализ влияния технологических процессов на окружающую природную среду в условиях закрытия шахт.....	220
И.А. Перекрест, И.Н. Кузык-Артамонова, В.Н. Артамонов. Экологическая оценка территории Донбасса при построении совмещённых поверхностей с использованием программного пакета ARCGIS.....	222
Д.С. Филиппов, В.В. Лёгкая. Экологические проблемы лотических экосистем в биосфере.....	225
А. Н. Рябых, Л.Н. Анищенко. Малакоиндикация состояния водных объектов г. Брянска (на примере р. Десна).....	228
В.М. Самофалова, Е.А. Трошина. Оценка состояния окружающей среды при разработке программ производственного экологического мониторинга.....	231
А.Н. Шавшина, Л.В. Чайка. Исследование влияния талой воды (снега) как показателя загрязнения почв промышленных территорий.....	234
Е.В. Скрыпник, В.Н. Артамонов. Анализ источников антропогенного воздействия на окружающую среду в условиях интенсивного техногенеза.....	237
Е.А. Спинчевская, Т.С. Башева. Влияние отходов морозостойких бетонов на окружающую среду..	240
М.С. Строганова, А.И. Кушнеров, А.И. Шишкин, И.В. Антонов. Факторы, лимитирующие формирование кислородного режима водных объектов.....	242
Ю.В. Токарева, В.Н. Артамонов. Анализ и оценка экологических рисков при закрытии угольного предприятия.....	245
В.А. Волкова, Д.А. Козырь. Перспективы геотермальной энергетики.....	248
А.А. Вострикова, А.В. Ткачева, А.В. Левин. Обоснование необходимости проведения оптимизации программного обеспечения в области мониторинга окружающей среды.....	251
Е.А. Бондарчук, Е.В. Кочина. Оценка воздействия Донецкой фильтровальной станции на окружающую природную среду	254
Ю.С. Потапенко, Е.В. Кочина. Оценка экологического состояния реки Кальмиус.....	257
Е.В. Сурова, Е.В. Кочина. Анализ экологических проблем горнодобывающих предприятий и путей их снижения.....	260
О.В. Фоменко, Г.Н. Молодан. Историко-культурные наследия в рекреационном кластере Донецкого Приазовья.....	262
О.Н. Прохорова, В.И. Черных. Организация системы локального мониторинга угледобывающего предприятия.....	265
Н.Н. Пензева, Г.Н. Молодан. Рекреационная привлекательность природно-заповедных объектов и определяющие ее факторы.....	267

Е.Р. Михайлёва, Е.В. Кочина. Оценка влияния предприятий по добыче угля на водные ресурсы....	270

ФИТООПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОГЕННОЙ СРЕДЫ И ОХРАНА РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА

А.Н. Первый, Ю.Н. Ганнова. Фитонцидные свойства насаждений на участках с различной антропогенной нагрузкой г. Донецка.....	273
А.В. Авдеева. Пылефильтрующая способность некоторых древесных растений в г. Донецке.....	276
Д.В. Киселева. Индикаторные шкалы <i>Cichorium intybus</i> L. для экологического мониторинга.....	279
С.Г. Ржевский. <i>Artemisia armeniaca</i> Lam., как эфиромасличное растение – охрана и перспективы использования.....	282
А.Л. Золотой, А.И. Сафонов. Комплексная оценка состояния промышленных экотопов с помощью <i>Reseda lutea</i> L.....	285
Е.А. Петракова, Л.Н. Анищенко. Моделирование биоконплексов макрофитов для фиторемедиационных работ по очистке сточных вод.....	288
А.В. Калинина. Ценопопуляционный анализ видов растений на отвалах угольных шахт г. Макеевки.....	291
А.В. Сенина, А.И. Сафонов. Архитектурные вариации рокариев г. Донецка.....	294
А.В. Москалевский, О.А. Гридько. К вопросу о влиянии физиологически активных веществ на корнеобразовательную способность стеблевых черенков некоторых видов рода <i>Populus</i> L. при их искусственном вегетативном размножении.....	297
А.Ю. Борисова, О.А. Гридько. Особенности семенного размножения однолетних декоративных злаков в интродукционных условиях Донбасса.....	300
В.В. Садловская, Н.С. Захаренкова. Особенности формирования водорослей «цветения» Первого и Второго городских прудов Донецка.....	303
Я.Ю. Никулина, Т.В. Демьяненко. Адаптивный потенциал видов р. <i>Ficus</i> L., в интродукции в государственном учреждении «Донецкий ботанический сад».....	306
К.В. Коссе, О.А. Гридько. Перспектива использования декоративных видов и сортов рода <i>Festuca</i> L. в техногенных условиях города Донецка.....	309
Н.С. Захаренкова. Анализ пыльцевых зерен сорно-рудеральных видов в воздушной среде г. Донецка.....	312
А.В. Головкин, А.Е. Кусков. Охрана лесных ресурсов Донецкой Народной Республики.....	315
Э.И. Мирненко Видовой состав фитопланктона прудов г. Донецка.....	318
А.И. Андрущенко, О.А. Гридько, Л.В. Хархота. Формовое разнообразие рода <i>Juniperus</i> L. в зеленых насаждениях г. Донецка.....	321
А.Н. Головина, Л.В. Зленко. Устойчивость и повышение продуктивности лесов.....	324

ФАУНА, ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ЖИВОТНОГО МИРА

Н.С. Анисимов, И.Г. Хусаинов. Моделирование отражения импульса давления от защитного сооружения	327
А.А. Белоножко, Е.Н. Маслодудова. Видовой состав и биология развития мошек (Simuliidae) Луганской области	330
Н.Ю. Кашук, А.Д. Штирц. Экологическая структура сообществ панцирных клещей террикона шахты «Советская» г. Макеевки	333
С.Ю. Ковалева, Е.Ю. Савченко. Фауна и экология дневных булавоусых (Lepidoptera: Rhopalocera) промышленного города на примере г. Макеевки	336
М.В. Колесник, Е.Ю. Савченко. Герпетобионтные чернотелки (Coleoptera, Tenebrionidae) БООПТРЗ «Хомутовская степь-Меотида»	339
М.С. Криволап, М.В. Рева. Мошки-биоиндикаторы и их морфология	342
А.С. Кузьменко, А.Д. Штирц. Орибатиды (Acari: Oribatida) придорожных территорий г. Донецка ..	345
К.О. Кумед, Е.Н. Маслодудова. Разведение тутового шелкопряда в условиях Старобешевского района	348
Л.Ф. Насретдинова, И.Г. Хусаинов. Защита фауны и гидротехнических сооружений от действия ударной волны	351
Е.Г. Пономарев, Н.Н. Ярошенко. Сходство видового состава панцирных клещей меловых обнажений заповедника «Меловая флора» и РЛП «Краматорский»	354
Д.А. Терещенко. Виды рода <i>Sphingonotus</i> (Fieber, 1822) (Acrididae: Oedipodinae) на территории Донецкой области	357
О.В. Чопенко, М.А. Чайка. Биологическое разнообразие птиц некоторых биотопов г. Донецка	360

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

М.М. Ялалова, А.И. Сердюк. Проблемы экологической безопасности при эксплуатации кремнефтористоводородного электролита для освинцовывания.....	363
К.П. Шалото, Н.И. Белая, А.В. Белый. Скрининг антирадикальной активности природных антиоксидантов.....	366
С.Ю. Рипунова, С.П. Высоцкий. Снижение отрицательного воздействия породных отвалов на окружающую среду.....	369
С.А. Кошель, С.А. Игнатенко. Влияние автотранспорта на степень загрязненности атмосферного воздуха.....	372
М.А. Демко, Н.И. Белая, А.В. Белый. Вторичные продукты превращения природных антиоксидантов.....	375
А.В. Маслова, Е.Э. Самойлова. Систематизация сведений о распределении источников загрязнения на территории предприятия ГП «ГосНИИпластмасс».....	378
С.А. Солдатов, М.М. Ялалова. Определение выбросов фторидов и свинца с поверхности кремнефтористоводородных электролитов для свинцевания.....	381
И.В. Зябрев, Е.В. Сапронова, Н.И. Захаров. Процессы тепло- и массопереноса при обработке жидкой стали порошковой проволокой.....	384
Д.Е. Балыкина, В.А. Бычков, Д.И. Пархоменко. Экологическая безопасность в сфере альтернативной энергетики на примере солнечных коллекторов.....	387
Е.А. Поворознюк, Я.Ю. Асламова. Агломерационное производство как один из источников диоксиновой опасности.....	390
В.В. Худотеплый, А.Б. Бирюков. Определение рациональных параметров высокотемпературного режима для разлива высоколегированной стали на МНЛЗ.....	393
И.К. Кольба, А.Б. Бирюков. Математическое моделирование как инструмент определения рациональных технологических параметров тепловой обработки металла в печах, с целью предотвращения и снижения неблагоприятного влияния производства на природу и здоровье человека	396
В.О. Генкузина, В.И. Алимов. Обеспечение экологической безопасности при карбонитрации ответственного инструмента.....	399
Д.В. Авдонина. Анализ перспективы газификации твердого топлива Донбасса.....	402
Е.А. Пилипеев, Е.В. Новикова. Образование NOx и методы борьбы с их распространением.....	405
А.Е. Мизюнский, А.И. Панасенко. Разработка направлений улучшения работы городских систем теплоснабжения.....	408
М.А. Магомедова, М.А. Бочков, В.Н. Прошкин. Система контроля герметичности в разветвленно-замкнутой гидросистеме на этапе ввода ее в эксплуатацию.....	411
П.А. Чечетенко, С.Ю. Приходько. Минимизация негативного воздействия на окружающую среду строительной деятельности системой превентивных методов.....	414
Д.П. Синельников. Влияние солнечной активности на земные природные процессы.....	417
Т.М. Пчеленко, В.И. Алимов. Экологическая защита при термовременной обработке алюминиевых сплавов для сложных отливок холодильного оборудования.....	420
К.Ю. Мнускин, С.Ю. Приходько. Нелокальные взаимодействия в природной среде.....	423
А.А. Зубалей, А.И. Панасенко. Разработка системы аэрогазового контроля в угольных шахтах.....	426
А.В. Писаренко, С.П. Высоцкий. Увеличение жесткости просадочного грунта в концепции экологической безопасности.....	429
Д.С. Никульшин, С.В. Никульшин. Разработка региональной системы обращения с отходами автотранспортного комплекса.....	432
Р.Р. Бикбаев, Ю.В. Мнускина. Экологические проблемы Донбасса и пути их устранения.....	435

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

А.О. Трунёва, В.И. Шестаков. Проблемы рационального природопользования в регионе	438
И.В. Волкова, Н.И. Захаров. Исследование процессов тепло- и массообмена расплава алюминия с атмосферой через слой шлака в условиях дегазации от водорода путем продувки аргоном в процессе слива в ковш с пористым днищем	441
Р.И. Божко, В.В. Подольский, А.П. Кононенко. Особенности работы эрлифтных установок с радиальными нагнетателями	444
О.И. Пилят, С.А. Федотова. Бесцеликовая система разработки.....	447

Е.В. Смирнова, И.Г. Дедовец. Исследование изменения механических свойств полиэтилентерефталата в результате химических воздействий	450
В.А. Семергей, А.Б. Бирюков. Снижение отрицательного воздействия на окружающую среду при производстве тепловой энергии	453
В.С. Ткаченко, С.П. Высоцкий. Перспективы экономии энергетических ресурсов	456
Т.В. Суходольская, Ю.А. Боев, А.Л. Попов. К вопросу индивидуального регулирования подачи тепла на отопление	459
Н.Г. Платошина, Ю.А. Боев, Е.К. Сафонова. К вопросу об утилизации теплоты уходящих газов водогрейных котлов	462
А.С. Омшарук, Ф.Г. Халявкин. Технология осушения месторождения и ее расчет для песчаных горных пород дренажными траншеями	466
А.С. Синюченко, А.В. Кипря. Модернизация установки осушки и отбензинивания природного газа Астраханского ГПЗ	469
С.Г. Лысенко, В.А. Печень, Л.Ф. Бутузова. Лабораторная установка термической переработки углей для получения и исследования всех продуктов высокотемпературного пиролиза	472
В.С. Сюзяева, З.З. Малинина. Система бесперебойного водоснабжения жилищного фонда	475
В.В. Горяинов, С.И. Сохина. Ингибирование полистирольных лакокрасочных материалов сложноэфирными группировками и побочными продуктами коксохимии.....	478
А.А. Реут, Л.Н. Миронова. Итоги семенного размножения некоторых представителей рода <i>Iris L.</i> в Башкортостане	481
Е.А. Липуга, О.Н. Калинин. Актуальность внедрения водоугольных суспензий	484
М.В. Задорожный, С.А. Семченко. Аналитическое исследование технологий переработки нестабильного газового конденсата	487
А.В. Николенко, А.А. Блэкберн. Основные задачи и пути их решения на 2017 год для развития лесного и охотничьего хозяйства ДНР.....	490
В.В. Лымарь, А.А. Бывалец, В.В. Ошовский. Выбор сырьевой базы для получения электретных материалов	493
И.В. Подройко, В.Н. Шевкопляс, Г.Н. Бутузов. Изменение структурно-группового состава углей разных типов по восстановленности при пиролизе	496
Л.Р. Некрасова, В.А. Колбаса, Л.Ф. Бутузова. Взаимосвязь между термической устойчивостью и растворимостью углей в дихлорметане	499
А.В. Мирошниченко, И.О. Грачёв, В.В. Ошовский. Получение биологически разлагаемых полимернов на растительной основе	502
В.В. Вытовтов, А.В. Кипря. Методы улучшения качества электродного пека.....	504
В.А. Печень, С.Г. Лысенко, Л.Ф. Бутузова. Со-пиролиз углей с антраценом.....	507
Д.А. Нестерова, А.В. Кипря. Исследование возможности использования органических кислот в качестве гидрофобизаторов.....	510

ХИМИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Г.М. Гелашвили, Т.В. Берестова. ИК спектроскопия МНПВО и квантовохимическое моделирование структурных изомеров хелатных N,O-комплексов Cu(II).....	513
Т.В. Голевич, И.Л. Сидак. Моделирование процессов комплексообразования в рабочих растворах хелатных микроудобрений на основе ЭДТА.....	516
Т.В. Голевич, И.В. Мыслик. Оптимизация химического состава комплексных хелатных микроудобрений для злаковых культур, культивируемых в условиях восточного региона Донбасса.....	519
Э.Р. Сабитова, И.А. Массилимов, Т.В. Берестова. Изучение образования частиц S ₈ в реакции Na ₂ S ₂ O ₃ с растворами одно- и двухосновных кислот.....	523
Ю.С. Сопина, Т.В. Шаповалова. Высокотемпературные хемосорбенты диоксида серы на основе соединений щелочноземельных металлов.....	526
В.В. Шлома, В.В. Шаповалов. Хлорат натрия в качестве химического источника кислорода.....	529
С.А. Макарова, Н.В. Яблочкова. Изучение условий синтеза, особенностей кристаллической структуры и электрофизических свойств твердых растворов Pb _{8-x} Sr _x La ₂ (GeO ₄) ₄ (VO ₄) ₂	532
Е.А. Павловская, Р.А. Поденок. Исследование растительных продуктов питания на содержание нитратов.....	535

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СБАЛАНСИРОВАННОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Е.В. Минакова, М.Н. Шафоростова. Эколого-экономическая целесообразность реализации ресурсосберегающих технологий.....	538
Е.М. Орехова, М.Н. Шафоростова. Опыт стран ЕС в сфере экологического налогообложения.....	541
Т.Т. Терентьева, И.А. Павлюченко. Сбалансированное природопользование в условиях переходной экономики.....	544
В.И. Слонева, В.Ю. Романова. Экологические инновационные стратегии в топливно-энергетическом комплексе.....	547
К.А. Политько, М.Н. Шафоростова. Сравнительный анализ систем финансирования природоохранной деятельности.....	550

Научное издание

**ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ**

**СБОРНИК ДОКЛАДОВ XI МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ АСПИРАНТОВ И СТУДЕНТОВ**

11-13 апреля 2017 года
ГОУ ВПО «ДОННТУ»

Донецк, 2017

Подписано в печать 19.10.2017.
Формат 60×84 ¹/₁₆. Усл. печ. л. 32,55. Уч.-изд. л. 36,55.
Бумага офсетная. Тираж 100 экз. Заказ № 5985.

Отпечатано в отделе полиграфической, корпоративной и сувенирной продукции
Издательско-полиграфического комплекса КИБИ МЕДИА ЦЕНТРА ЮФУ
344090, г. Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 200/1. Тел. (863) 247-80-51.