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

Посвящается
Всемирному Дню окружающей среды,
150-летию города Донецка

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ XIII МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ АСПИРАНТОВ И СТУДЕНТОВ
(Донецк, 16 - 17 апреля 2019 года)

Донецк
ГОУ ВПО «ДонНТУ»
2019

УДК 330.15
О 92

Редакционная коллегия:
докт. техн. наук А.Б. Бирюков (ответственный редактор);
канд. тех. наук С.В. Горбатко (ответственный секретарь);
докт. хим. наук В.В. Шаповалов; канд. хим наук Е.А. Трошина;
канд. техн. наук В.Н. Артамонов; канд. техн. наук В.В. Кочура;
канд. биол. наук А.И. Сафонов; канд. биол. наук А.Д. Штирц;
докт. биол. наук Н.Н. Ярошенко; докт. хим. наук Л.Ф. Бутузова;
канд. наук гос. управления М.Н. Шафоростова; докт. хим. наук. Ю.Б. Высоцкий;
канд. тех. наук В.А. Давиденко (ДГТУ, г. Алчевск, ЛНР);
докт. сельхоз. наук В.Ф. Зайцев (АГТУ, г. Астрахань, РФ);
докт. хим. наук Е.С. Климов (УГТУ, г. Ульяновск, РФ).

В тексте докладов подчеркнуты инициалы и фамилии научных руководителей работ. Авторы работ несут ответственность за достоверность результатов исследований и качество текста докладов. Тексты докладов печатаются в авторской редакции.

О92 **Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов**: сборник материалов XIII Международной конференции аспирантов и студентов / ДОННТУ, ДонНУ. – Донецк: ГОУ ВПО «ДОННТУ», 2019. – 294 с.

В сборнике приведены материалы XIII Международной научной конференции аспирантов и студентов «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов», в которых обобщаются итоги научно-технического творчества, студентов и аспирантов по экологической тематике за последние годы. Конференция посвящается Всемирному Дню окружающей среды, 150-й годовщине города Донецка. В сборнике 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; 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. Материалы сборника докладов могут быть использованы специалистами, которые занимаются вопросами охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов.

Публикуется по решению Ученого совета ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет» №3 от 26.04.2019 г.

УДК 330.15
О 92
© ГОУ ВПО «ДОННТУ», 2019

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ И СОЗДАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА МИКРОУДОБРЕНИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ

И.А. Удодов[1], Л.И. Рублёва[2]
НТЦ Реактивэлектрон, ГУ НИИ «Реактивэлектрон»[1],
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»[2],

Показана эффективность применения микроудобрений в виде хелатных комплексов биогенных металлов, и перспективность разработки технологий производства микроудобрений, адаптированных к почвенно-климатическим условиям Донбасса.

Ключевые слова: МИКРОУДОБРЕНИЯ, ХЕЛАТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ, ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА, УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

The effectiveness of the use of trace elements in the form of chelate complexes of biogenic metals, and the perspectivity of development of technologies for the production of microfertilizers adapted to the soil and climatic conditions of Donbass is shown.

Keywords: MICROFERTILIZERS, CHELATE COMPLEXES, PRODUCTION TECHNOLOGIES, YIELD OF AGRICULTURAL CROPS

Повышение качества продукции растениеводства, увеличение урожайности сельскохозяйственных культур в настоящее время являются одним из приоритетных направлений в рамках реализации курса на устойчивое развитие Донецкой Народной Республики. В основе решения проблемы продовольственной безопасности лежит, прежде всего, интенсификация отрасли растениеводства. Однако, интенсивное земледелие приводит к такому же интенсивному выносу биогенных микроэлементов из почвы, что приводит к заметному снижению плодородия почв. Применение микроудобрений в соответствии с научно обоснованными нормами приводит как к увеличению урожайности, так и к улучшению качества продукции и, поэтому, широко распространено в мировой практике растениеводства.

Наиболее эффективными являются микроудобрения в виде хелатных комплексов биогенных металлов, применение которых широко распространено в мировой практике интенсивного земледелия. Их отличительной особенностью является высокая скорость ассимиляции растениями, совместимость с основными удобрениями и средствами защиты растений, широкий диапазон устойчивости в водах с высоким содержанием солей как в кислых, так и в щелочных средах.

На территории Донбасса не существовало и до настоящего времени не существует производства высокоэффективных хелатных микроудобрений.

Микроудобрения, представленные на мировом, в том числе и на российском, рынке по химическому составу не адаптированы к почвам и водам Донбасса. Применение подобных микроудобрений может оказаться малоэффективным и нецелесообразным с экономической точки зрения.

В связи с актуальностью данной проблемы в 2015 г. ГУ «НИИ «Реактивэлектрон» выступил с инициативой по разработке технологии и организации производства в Донецкой Народной Республике жидких микроудобрений на основе комплексонатов. Инициатива была поддержана Министерством агропромышленной политики и продовольствия (Главное управление агропромышленного развития) и Управлением

стратегии развития промышленности Администрации главы ДНР (Отдел аграрной политики). В 2016 г. инициатива была одобрена в Государственной инновационной компании. В 2016 г. НТС Министерства промышленности и торговли принял решение о включении разработок новых форм и видов минеральных удобрений, а также технологий их производства в приоритетные направления развития промышленного комплекса ДНР. В 2016 г. по договору о научно-техническом сотрудничестве с ГУ «Донецкий ботанический сад» проведены полевые испытания, которые показали высокую эффективность комплексных жидких микроудобрений (хелаты биогенных элементов Mo, Fe, Cu, Zn, Mn и Co с ЭДТА) для зернобобовых (фасоль), пряно-ароматических (базилик) и лекарственных (расторопша, эхинацея) культур.

С 2017 г. и по настоящее время в ГУ «НИИ «Реактивэлектрон» выполняется прикладная научно-исследовательская работа «Разработка технологий получения жидких комплексных микроудобрений на основе соединений Mo, Cu, Zn, Mn и Co для предпосевной обработки семян и внекорневой подкормки зерновых, зернобобовых и овощных культур». НИР выполняется при сотрудничестве с кафедрой аналитической химии химического факультета ДонНУ и ГУ «Донецкий ботанический сад».

В ходе выполнения бюджетной темы разработаны технологические методы синтеза и получены экспериментальные образцы жидких комплексных микроудобрений (ЖКМУ) для зерновых и зернобобовых культур. Содержание биогенных микроэлементов в составе ЖКМУ определялось на основе данных о потребностях сельскохозяйственных культур в микроэлементах с учётом сведений о содержании микроэлементов в образцах почв. Химический состав микроудобрений оптимизирован таким образом, что для приготовления рабочих растворов можно использовать воду с общей минерализацией не более 900-1000 *мг/л*, жёсткостью до 6-7 *мг-экв/л* и $pH \leq 8$. Рабочие растворы (разбавление от 1:100 до 1:200) стабильны при значениях *pH* от 4 до 9.

На базе ГУ «Донецкий ботанический сад» проведены лабораторные и микрополевые испытания ЖКМУ, которые показали эффективность предложенных микроудобрений. Прогнозируемое увеличение урожайности пшеницы, ячменя и кукурузы в реальных условиях агропредприятий Донбасса может составить до 10%, а для бобовых культур (бобы, горох, соя) - до 30% [1,2].

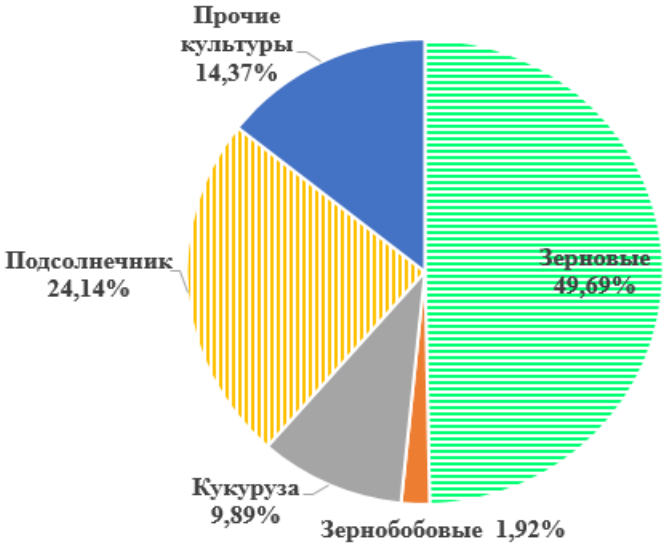


Рис. 1. Структура посевных площадей в Донецкой Народной Республике.

По данным ГЛАВСТАТ ДНР в 2017 г. посевные площади составили 33 тыс. га.

В структуре посевных площадей в ДНР (рис. 1) указанные выше зерновые и зернобобовые культуры составляют более 60 %. Нами проведена оценка экономической эффективности применения микроудобрений для зерновых и зернобобовых культур в условиях ДНР. Полученные результаты могут служить основанием для ожидания экономического эффекта от 250 до 500 млн. рублей в год.

Разработаны также технологии производства монохелатов железа, меди, цинка и марганца (хелатирующий агент ЭДТА) для тепличных хозяйств.

Рис. 2. Опытно-экспериментальная установка для получения жидких хелатных микроудобрений на Опытно-экспериментальном заводе НИИ «Реактивэлектрон»

На Опытно-экспериментальном заводе создана установка по отработке технологии и наработке опытных партий жидких хелатных микроудобрений (рис. 2). За период с 2015 по 2019 г. для агрофирм ДНР произведено более 15 т жидких хелатных микроудобрений.

Таким образом, в ГУ «НИИ «Реактивэлектрон» разработана малоотходная энергосберегающая и экологически безопасная технология получения монохелатов и комплексных хелатных микроудобрений для повышения качества и урожайности сельскохозяйственных культур. Впервые разработаны составы жидких хелатных микроудобрений, адаптированные к почвенно-климатическим условиям Донбасса. Организация производства комплексных хелатных микроудобрений является экономически эффективной и может внести существенный вклад в обеспечение продовольственной безопасности Донецкой Народной Республики.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Перспективы применения комплексных хелатных микроудобрений в почвенно-климатических условиях Донбасса / Д.В.Сыщиков [и др.] // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства: сб. науч. тр. V Межд. науч. экол. конф. 2017 г., Краснодар. − Краснодар: КубГАУ, 2017. − С. 179-182.

2. Влияние комплекса хелатов микроэлементов на ростовые показатели растений на начальном этапе онтогенеза/ Д.В.Сыщиков [и др.] // Промышленная ботаника: сб. науч. тр.- Донецк: ГУ «Донецкий ботанический сад», 2017. − Вып. 17. − С. 35-41.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ПРИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЯХ С ФОРМАЛИНОМ В ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Т.В. Овсиенко, Т.С. Башевая
ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

В данной работе изучены возможные методы сокращения эмиссии загрязняющих веществ в атмосферный воздух при технологических операциях с формалином в химической промышленности. При проведении операции приема жидкости в резервуары проанализирована возможность применения указанных способов в рассматриваемом производстве. Наиболее приемлемым является способ снижения скорости испарения с помощью покровных жидкостей.

Ключевые слова: ВЫБРОСЫ, ПРОИЗВОДСТВО НАФТАЛИНА, ФОРМАЛИН, ФОРМАЛЬДЕГИД, СПОСОБЫ ОЧИСТКИ.

In this paper, we studied possible methods of reducing the emission of pollutants into the air during technological operations with formalin in the chemical industry. During the operation of receiving liquid into tanks, the possibility of applying these methods in the production in question is analyzed. The most appropriate is a method of reducing the rate of evaporation with the coating liquids.

Keywords: EMISSIONS, MANUFACTURE OF MOTHBALLS, FORMALIN, FORMALDEHYDE, CLEANING METHODS.

Современное общество не представляет своего существования без вещей, которые делают его жизнь комфортнее: предметы интерьера и быта, косметические средства и т. д. При производстве синтетических и иных материалов, окружающих нас, повседневно используется большое количество химических веществ, в том числе и формальдегид.

В работе было изучено производство нафталина, который предназначен для производства фталевого ангидрида - «очищенный», А, Б, и В. Нафталин всех четырех марок предполагается выпускать в расплавленном виде, что удобно как заводам-производителям, так и заводам-потребителям. В качестве реагентов для химической очистки нафталина применяют серную кислоту, формалин, хлористый алюминий, металлический натрий, хлор, водород и др. Так как труднее всего удалить примесь тионафтена, для его выделения выбирается реагент, отличающийся достаточной избирательностью к последнему. В промышленности наибольшее применение получили сернокислотный и формальдегидный метод. Формальдегид показывает более высокую эффективность при очистке нафталина за счет разницы в скоростях реакции конденсации формалина с нафталином и тионафтеном.

Формальдегид – это органическое вещество, способное хорошо растворяться в воде, вступает в контакт с растворами, которые содержат большое количество спирта. Представляет собой бесцветный газ, обладающий удушающим, специфическим и резким запахом.

Анализ влияния производства нафталина на окружающую среду показал, что в некоторых случаях на границе санитарно-защитной зоны достигается концентрация формальдегида в 2,9 – 5,6 раз превышающая установленную норму. Следует отметить, что формальдегид является токсичным веществом и относится ко 2 классу опасности. Предельно допустимые концентрации (ПДК) формальдегида: ПДКм.р. = 0,05 мг/м^3; ПДКм.р. р.з. = 0,5 мг/м^3; ПДКс.с. = 0,01 мг/м^3; ПДКв = 0,05 мг/л[1]. Порог восприятия

запаха формальдегида находится в пределах 0,07-0,4 мг/м^3. Смертельная доза формалина (40% раствор формальдегида) составляет 10-50 г.

Формальдегид является очень опасным, ядовитым, токсичным веществом. Признан как серьезный мутагенный аллерген и раздражитель[2]. Среда, содержащая данное вещество, несет негативное действие на человеческий организм, но большую опасность представляют пары формальдегида. Отравление парами формальдегида вызывают такие симптомы как головная боль, кашель, насморк, удушье, раздражение кожи, горла и глаз, нарушение координации движения, нарушение сна, сонливость, вялость, усталость, психическое возбуждение. Так же формальдегид может привести к появлению онкологических и многих других тяжелых заболеваний. Относительно воздействия формальдегида на компоненты биосферы можно сказать, что вследствие его влияния отмечается снижение содержания микро- и макроэлементов в листьях и хвое древесных растений, а также сокращение содержания хлорофилла, играющего важную роль в процессе фотосинтеза.

Анализ технологических схем по производству нафталина показал, что при использовании формалина в качестве сырья или материалов присутствует технологическая операция его приема и хранения, которая сопровождается выбросами в атмосферный воздух. Над поверхностью формалина всегда находятся пары воды и формальдегида. Таким образом, в резервуаре с формалином газовое пространство заполнено смесью воздуха, формальдегида и парами воды.

В литературе отсутствует информация о механизмах возникновения выбросов при приеме и хранении формалина. Но поскольку смесь, которая находится в газовом пространстве резервуара, представляет собой парогазовую смесь с плотностью, близкой к плотности воздуха, механизмы возникновения выбросов аналогичны механизмам, которые имеют место в «атмосферных» резервуарах. То есть, причинами возникновения выбросов есть «большие и малые дыхания». К примеру, при хранении нафталина значительное загрязнение атмосферного воздуха происходит при заполнении и опорожнении резервуаров хранилищ при так называемом "дыхании" резервуаров. В последнее время практически на всех производствах, где образуются выбросы при приеме и хранении формалина, вопрос снижения выбросов не рассматривался вследствие того, что годовые выбросы составляли незначительную величину. Например, предприятие, использующее формальдегид для получения "очищенного" нафталина, выбрасывает около 6-ти кг/год.

Рассмотрим существующие методы снижения выбросов при технологических операциях с формалином.

- Использование локальных устройств и систем сбора и утилизации вредных парогазовых выбросов химической аппаратуры. В данном методе предлагаются локальные устройства, собирающие выбросы одного или небольшой группы аппаратов. В качестве методов утилизации собранных отходов используются: конденсация с возвратом полученного конденсата в выходной продукт; абсорбция циркулирующими техническими маслами; адсорбция дешевыми сорбентами; термическое и каталитическое сжигание; введение отходов в технологический цикл.

- Использование дыхательной арматуры. Через дыхательные клапаны от ежесуточного колебания температуры и парциального давления паров продуктов в газовом пространстве резервуара происходят «малые дыхания». Под «малым дыханием» резервуара понимают удаление из него паров хранимой жидкости или поступление в него атмосферного воздуха вследствие изменения давления в газовом пространстве резервуара при неизменном уровне жидкости. Это явление происходит при изменении температуры резервуара и атмосферного воздуха. Дыхательную арматуру

устанавливают на стационарной кровле резервуаров с целью обеспечения проектных величин внутреннего давления и вакуума. Дыхательную арматуру выполняют в виде дыхательных клапанов для регулирования избыточного и вакуумметричного давления (вакуума), предохранительных клапанов, а также в виде вентиляционных патрубков или проемов.

- Сокращение потерь продукта путем применения газоизмерительных систем с использованием мягких резервуаров. Комплекс оборудования для резервуарной парки включает в себя трубопроводную газовую обвязку с использованием мягких резервуаров – газгольдеров. В газгольдеры по трубопроводам поступает парогазовая смесь из внутренней полости резервуаров хранения при повышении температуры окружающей среды. В резервуарах парогазовая смесь возникает за счет естественного нагрева («малые дыхания») в течение дневного времени суток, а также при «больших дыханиях» в процессе заполнения топливом резервуаров. Пары возвращаются обратно в резервуары установками рекуперации, а также при снижении температуры газового пространства в вечернее и ночное время или при отпуске продукта потребителям. Таким образом, система исключает потери продукта от «малых дыханий» при его хранении, а также потери от «больших дыханий» при приеме продукта в резервуары объекта[3].

- Применение телескопических наливных патрубков с крышками герметизации. Этот способ позволяет исключить явление «падающей струи», а также отвести пары из цистерны по трубопроводам газовой обвязки в газоулавливающую систему. Крышки патрубков снабжены датчиками защиты от перелива цистерн и рассчитаны на диаметр горловин от 280 до 400 мм.

Наиболее перспективным является метод снижения выбросов с помощью покрывания поверхности жидкими растворами. Сущность метода покрывания жидкостей заключается в том, что для снижения выбросов при хранении определенного вещества необходимо подобрать конкретную жидкость или смесь жидкостей. Этот метод является более простым и экономным. Для хранения формалина в резервуарах была исследована возможность применения полиметилсилоксановой жидкости (ПМС) в качестве покрывающей.

В лабораторных условиях определена толщина слоя полиметилсилоксановой жидкости, при которой скорость десорбции понижается не меньше, чем на 98%. Установлено, что при использовании ПМС позволяет предотвратить полимеризацию формальдегида при хранении формалина. Полученные результаты позволили сформулировать требования к степени снижения выбросов формальдегида при проведении операции приема формалина в резервуары.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе городских и сельских населений. ГН 2.1.6.3492-17. – М.: Минздрав РФ, 2018.

2. *Дорогова,* В.Б., Формальдегид в окружающей среде и его влияние на организм (обзор) / В.Б. Дорогова, Н.А. Тараненко, О.А. Рычагова // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – Иркутск, 2010. − №1(71). – С. 32 - 35.

3. *Коршак,* А.А. Ресурсосберегающие методы и технологии при транспортировке и хранении нефти и нефтепродуктов / А.А. Коршак. − Уфа: ООО "Дизайнполиграфсервис", 2006. – 192 с.

ПОЛУЧЕНИЕ АКТИВНЫХ УГЛЕЙ ИЗ СКОРЛУПЫ ГРЕЦКОГО ОРЕХА ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА И ВОДЫ

Д.В. Науменко, В.В.Шаповалов
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

Рассмотрен процесс комплексной переработки скорлупы грецких орехов для получения активного угля, включающий экстракцию полезных органических веществ раствором щелочи и последующий пиролиз остатка при температуре 600ºС. Полученные образцы показали хорошие результаты при адсорбции фенола из воды.

Ключевые слова: АКТИВНЫЕ УГЛИ, ГРЕЦКИЙ ОРЕХ, ПИРОЛИЗ, ФЕНОЛ, АДСОРБЦИЯ

The process of complex processing of walnut shells to obtain active coal, including the extraction of useful organic substances with a solution of alkali and the subsequent pyrolysis of the residue at a temperature of 600 ° C, is considered. The obtained samples showed good results in the adsorption of phenol from water.

Key words: ACTIVE COALS, WALNUT, PYROLYSIS, PHENOL, ADSORPTION

В настоящее время адсорбенты играют важнейшую роль в жизнедеятельности человека, без них было бы трудно представить современный мир. Их применяют для очистки воды от примесей, в противогазах, в качестве носителей катализаторов, для очистки спиртов, масел, при переработке нефти, в медицине для поглощения газов и ядов, очистки крови. Адсорбенты подразделяются на: активные угли; минеральные адсорбенты (силикагель, цеолиты, глины и др.); синтетические ионообменные смолы (иониты). Селективность адсорбентов, в основном, определяется размерами пор и функциональными группами на их поверхности. Так, например, наличие полярных групп на поверхности пор адсорбента способствует адсорбции веществ с полярными группами, катионов или анионов. Наиболее часто в качестве адсорбента для очистки воды или воздуха используют активные угли. Это – пористые углеродные тела, которые получают из различных углеродсодержащих материалов. В зависимости от размера частиц угли подразделяют на: гранулированные; дробленые и порошкообразные. Порошкообразные имеют высокое гидравлическое сопротивление, поэтому используются путем непосредственного внесения в жидкую фазу при ее очистке. Гранулированные угли можно использовать в аппаратах с неподвижным или псевдокипящим слоем для очистки как жидкостей, так и газов.

Сырьем для получения активных углей являются любые углеродсодержащие компоненты, начиная от каменного угля до, например, сахара. Технология получения сводится на первом этапе к пиролизу исходного сырья без доступа воздуха при температуре до 600ºС, а далее активированию полученного материала путем обработки его различными химическими реагентами при прокаливании. В качестве активаторов используют самые разные реагенты – водяной пар, углекислый газ, кислоты, соли разных кислот, щелочи. Отмечалось, что к эффективным активаторам относится фосфорная кислота, хлорид цинка, карбонат и сульфид калия. Вместе с тем из-за сложности процесса пиролиза нет однозначных предпосылок для выбора активатора для получения угля заданного свойства.

Издавна активные угли с выходом около 20% получают из малосмолистой древесины такой, например, как береза. Понятно, что уничтожение деревьев, которые также являются элементами очистки атмосферы, для производства тех же очистителей

иррационально. Поэтому в последнее время все больше внимания уделяется или отходам производства, или быстро возобновляемым источникам сырья таким как – торф, торфяной кокс, каменные угли, бурые угли, нефтепродукты, синтетические материалы, органические остатки производства (ореховая скорлупа, косточки плодов растений, опилки). Не вызывает сомнения, что если перед человеком поставить вопрос какой уголь использовать ему для очистки питьевой воды, изготовленный из каменного угля или, например, сахара, он выберет второй вариант. Для очистки же заводских стоков, на первом этапе очистки, естественно, будут выбраны адсорбенты, полученные из более дешевого и массового сырья. Судя по мировому опыту, в настоящее время ряд производителей широко использует сырье, которое обеспечивает получение угля, частицы которого обладают повышенной механической прочностью. Получают активный уголь из скорлупы кокосового ореха, оливковых косточек. В США хорошие активные угли получают из персиковых отходов. Большой интерес представляет скорлупа грецкого ореха, которая в значительных количествах образуется на кондитерских фабриках и обладающая изначально твердой структурой.

Таблица. Химический состав кожуры грецкого ореха [1]

Показатели	Содержание среднее, %
Жиры (жирное масло)	0,81
Белки	2,53
Безазотистые экстрактивные вещества	35,64
Клетчатка	60,90
Зола	1,64

В качестве экстрактивные веществ в состав скорлупы входит 5-окси-1,4-нафтохинон (юглон) красящее вещество желто-коричневого цвета [2]. Как природный антибиотик, он обладает противогрибковым, антибактериальным действием, является универсальным средством для борьбы со многими болезнями широкого спектра действия. Скорлупа содержит фенолкарбоновые кислоты, дубильные вещества, кумарин и его производные, которые выполняют роль ускорителей прорастания семян, защитных веществ при заболеваниях растений. Обладают разносторонней фармакологической активностью.

В связи с содержанием в скорлупе ценных компонентов непосредственный пиролиз признан нами нецелесообразным и ему должен предшествовать процесс извлечения. Экспериментально установлено, что эффективными экстрагентами являются растворы щелочей, причем в достаточно большом интервале концентраций. Так при использовании 2% раствора щелочи удалось извлечь до 28% экстрактивных веществ, а при использовании 10% раствора щелочи – до 33%. Оставшийся остаток после экстракции представлял такую же твердую несколько утонченную скорлупу, что свидетельствует о том, что механические свойства обеспечиваются клетчаткой – основной составной частью скорлупы.

Поскольку на качество активного угля очень сильное влияние оказывает температурный режим пиролиза, нами на основе приборов ОВЕН ТРМ 202 и программы управления MasterSCADA была разработана и изготовлена печь пиролиза (рис.1) с компьютерным управлением режима нагрева, которая позволяла с высокой точностью в режиме ПИД-регулирования управлять темпом нагрева на разных участках, временем выдержки при заданной температуре, скоростью охлаждения. Это позволило исключить неопределенность в трактовке результатов вызванную неопределенными термическими условиями. Активность углей определяли по адсорбции фенола из водного раствора, концентрацию которого контролировали спектрофотометром SPECORD M40 по полосе поглощения фенола в ультрафиолетовой области.

Рис.1. Печь пиролиза

Как показывают данные термического анализа и термогравиметрии (рис. 1), основной процесс пиролиза протекает в диапазоне температур 240-400°С. При повышении температуры наблюдается медленная потеря массы, которая обусловлена или деструкцией высокотемпературных компонентов или окислением углерода. По этой причине процесс пиролиза образцов заканчивали при температуре 600°С с выдержкой в течение 1 или 2 часов.

Установлено, что пиролиз скорлупы в присутствии щелочи сопровождается ее разбуханием и получением угля в виде слабоспекшихся непрочных агломератов, которые легко превращались в порошок. Добавление таких порошков в растворы фенола приводит к появлению сероватого окрашивания, проявляющегося в УФ-области спектра повышенным фоном, при этом эффективность адсорбции фенола незначительная. Наилучшие результаты получены при пиролизе образцов скорлупы, которые предварительно в течение 20 часов выдерживались в растворе KH_2PO_4. Степень очистки воды от фенола, при концентрации последнего 0.1 мг/мл, составила более 97%. Меньшую эффективность в качестве активатора проявил $ZnCl_2$. При сопоставимых условиях степень очистки не превысила 70%. При этом стоит отметить, что полученные образцы активного угля сохранили морфологию ореховой скорлупы и отличались высокой прочностью

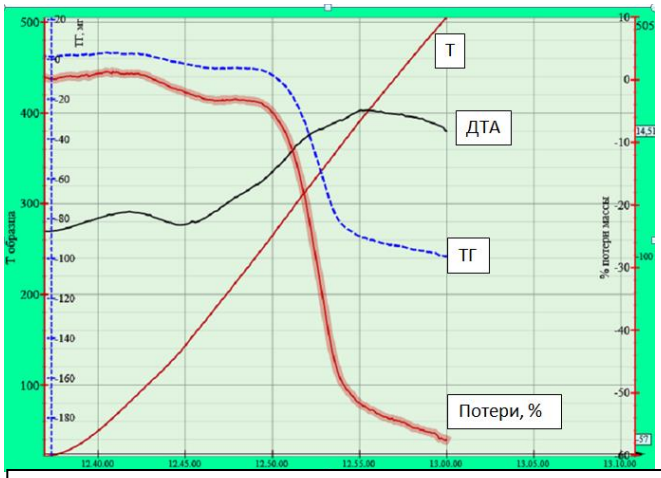


Рис.2. Кривые термического анализа скорлупы орехов после обработки раствором щелочи

Полученные результаты позволяют сделать предположение, что пиролиз ореховой скорлупы в присутствии щелочных активаторов разрушает ее структуру и, вероятно, может использоваться для получения порошкообразного адсорбента. Активаторы кислой природы при пиролизе сохраняют исходную структуры образцов и их механическую прочность. При этом образуется адсорбент высокой активности.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Химический состав скорлупы грецкого ореха. Электронный ресурс: http://www.activestudy.info/ximicheskij-sostav-plodov-greckogo-orexa/, Зооинженерный факультет МСХА.
2. *Ильичева, Е. С.* Основные способы получения 5-окси-1,4-нафтохинона (юглона) – антибактериального препарата широкого спектра действия / Е. С.Ильичева, Э.Р.Миннахметова, Р.И.Сафина, А.С. Крайнов // Вестник Казанского технологического университета, 2015. − Т.18, №3. − С. 147-150.

ПРОБЛЕМЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Д.В. Титова, О.Е. Фалова
Ульяновский государственный технический университет

В докладе проанализирована проблема очистки сточных вод. Рассмотрен биологический метод как один из самых распространенных способов обезвреживания сточных вод.

Ключевые слова: СТОЧНЫЕ ВОДЫ, БИОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД, АЭРОТЕНК, ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, ФИЛЬТР, БИОПРУДЫ

The report analyzes the problem of wastewater treatment. The biological method is considered as one of the most common methods of wastewater treatment.

Keywords: WASTE WATER, BIOLOGICAL METHOD, AEROTANK, INDUSTRY, FILTER, BIOPROD

С каждым годом все большее значение приобретает проблема очистки промышленных сточных вод и водоподготовки воды для технических и хозяйственно-бытовых целей. Существующая проблема и, соответственно, сложность очистки связана с чрезвычайным разнообразием примеси в стоках, количество и содержание которых непрерывно меняется.

Как известно, главные источники загрязнения природных открытых водоемов – это недостаточно обработанные сточные воды промышленного сектора, коммунальных систем, различных животноводческих комплексов, а также отходы, которые образуются при производстве и разработке рудных ископаемых и т.д. Таковыми могут быть воды шахт и рудников, возникающие при обработке, сплаве лесоматериалов, сбросах от объектов водного и железнодорожного транспорта и многое другое. Таким образом, стремительное увеличение населения городов, активное развитие промышленности и агропромышленных комплексов – все эти факторы с каждым годом все больше усугубляют ситуацию с загрязнением рек и озер недостаточно очищенными сточными водами. Большая доля сточных вод предприятий после предварительной обработки направляется непосредственно в водоемы, что и приводит к плавному ухудшению экологической ситуации в целом.

Принципы очистки сточных вод представляют собой сложный, многоступенчатый процесс. На сегодняшний день можно выделить ряд основных методов переработки сточных вод: биологический, физический, химический и физико-химический.

Следует отметить, что среди перечисленных методов очистки сточных вод значительное место отводится биологическому методу, основанному на применении законов биохимического и физиологического самоочищения рек и других водоемов. Выделяют несколько типов устройств биологической очистки сточных вод, такие как биофильтры, биологические пруды и аэротенки.

Так, в *биофильтрах* сточные воды пропускают через несколько слоев крупнозернистого материала, на котором формируется тонкой бактериальной слой. Благодаря этому поверхностному слою процессы биологического окисления проходят более интенсивно. Именно это служит основой функционирования биофильтров.

При очистке с использованием *биологических прудов* в очистке сточных вод участие принимают все микроорганизмы, населяющие водоем.

Основная концепция формирования биопрудов основывается на способности некоторых высших водных растений очищать воду от различных загрязняющих

веществ. В зарослях водных растений остаются и оседают взвеси, растения в ходе жизнедеятельности впитывают органические и биогенные вещества, разнообразные макро- и микроэлементы. Определенная часть этих химических элементов и веществ идет на использование самими растениями, а часть – изолируется, преобразуется или выводится в грунт, в атмосферу. Выделяемые в воду кислород и различные метаболиты участвуют как в окислительных, так и детоксикационных процессах, а это активизирует формирование различных гидробионтов.

Аэротенки представляют собой значительного размера резервуары, выполненные из железобетона, где в качестве основного принципа очищения является использование активного ила из бактерий и других микроскопических организмов. Все эти микроорганизмы процветают в аэротенках, что обеспечивается находящимися как органическими, так и неорганическими веществами в сточных водах и избытком кислорода, который подают в данное сооружение благодаря потоку подаваемого воздуха. Бактерии склеиваются в крупные хлопья-конгломераты и выделяют ферменты, минерализующие органическое загрязнение. Такой ил с хлопьями быстро осаждается под действием сил тяжести, отделяясь от очищенной воды.

Сточные воды перед биологической очисткой подвергают механической, а после нее для удаления болезнетворных бактерий и химической очистке, хлорированию жидким хлором или хлорной известью. Для дезинфекции используются также и другие физико-химические методы, например, ультразвук, электролиз, озонирование и т. д.

Таким образом, биологический метод позволяет получать отличные результаты при очистке городских сточных вод. Он также может быть использован при очистке отходов нефтеперерабатывающих заводов, целлюлозно-бумажной промышленности и производства синтетического волокна.

Следует отметить, что вопрос о принятии мер по очистке сточных вод возник сравнительно недавно. С тех пор как начали появляться промышленные предприятия, у общества возникла необходимость больше заботиться об увеличении выпуска, обновлении списка, повышении качества продукции и т. д. В этот самый период интенсивного роста промышленности стали увеличиваться в объемах и изменяться по своему составу промышленные стоки. Однако на данном этапе промышленного развития наиболее значимой проблемой являлся сам факт отведения сточных вод от предприятия.

Только лишь в наше время экологические проблемы заставили сосредоточиться на загрязнении окружающей среды промышленными предприятиями. Поэтому для решения проблемы со стоками сначала стремились ограничить выбросы и сбросы. Однако это не решает проблемы загрязнения окружающей среды.

Обычные установки биологической очистки сточных вод сегодня представляют новые высокоэффективные физико-химические методы.

Основные методы очистки сточных вод можно разделить на следующие:

- методы осаждения; сорбционные методы; фильтрационные; флотационные; реагентная обработка; использование центробежных сил; ионообменные методы; обезвоживание; мембранные методы.

Для осуществления процессов седиментации при очистке сточных вод обычно используют отстойники. Данные сооружения бывают простых и сложных конструкций. В процессе обработке промышленных жидких отходов роль отстойников иногда могут выполнять сооружения, называемые усреднителями.

Для сорбции загрязнений при очистке воды используются различные сорбенты. Причем наиболее часто в качестве сорбирующего агента используют различные активированные угли.

Фильтры, которые используются на станциях водоподготовки, как правило, не применяются при очистке сточных вод. Под процессом фильтрация в очистке сточных вод подразумевается осаждение взвешенных частиц на каком-либо фильтрующем материале. Фильтры могут представлять собой различные конструкции и модификации, различаемые по степени автоматизации.

Флотационные методы стали широко применяться для очистки сточных вод всех типов. Они также используются для сгущения осадка перед процессом обезвоживания. Более того, флотаторы очень эффективны для разделения суспензий, а это может быть крайне важно для очистки сточных вод. Использование вышеназванного метода для металлургической промышленности и горно-обогатительных комбинатов позволяет выделять из сточных вод значительные ценные компоненты.

В качестве реагентной обработки сточных вод используют процесс коагуляции и флокуляции. Коагулянты в сочетании с флокулянтами позволяют значительно улучшить производительность работы флотационной камеры или отстойников.

Для выделения из сточных вод взвешенных частиц, а также для разделения суспензий широко используются аппараты, работающие на принципе центробежных сил. В основном для очистки сточных вод используются такие сооружения и аппараты как гидроциклоны, центрифуги и различные сепараторы. Современная очистка сточных вод не может обойтись без использования этих видов оборудования.

Использование ионообменных методов на заключительной стадии очистки сточных вод позволяет достичь наивысшего результата.

Таким образом, конечной целью очистки сточных вод является получение очищенной воды и твердых отходов. Далее эти твердые отходы необходимо осушить. Для процесса обезвоживания таких предварительно сконцентрированных осадков используют специальные устройства, называемые обезвоживателями. Следует отметить также мембранные методы, которые сравнительно недавно показали свою эффективность в очистке воды. В настоящее время эти методы позволяют решать проблемы, которые ранее не могли быть решены. Данные методы все более широко внедряются в практику водоснабжения и очистку сточных вод.

Основным направлением в существующих технологиях очистки сточных вод, в том числе промышленных сточных вод, является комплексное использование физико-химических и биологических методов. Только с учетом грамотного и высококвалифицированного подхода можно найти решение обозначенных проблем в очистке сточных вод. Применение новейших разработок позволит промышленным предприятиям успешно решать данную задачу. А существующая тенденция появления новых норм и правил для предприятий в области сброса сточных вод тесно связана с появлением новых технологических решений и оборудования. Эти отношения помогут в будущем правильно организовать утилизацию и очистку промышленных сточных вод.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Водоснабжение и водоотведение*: учебник для вузов / В.С. Кедров и др./ Москва: Стройиздат, 2002.

2. *Воронов Ю.В.* Водоотведение и очистка сточных вод: учеб. для вузов (направление «Строительство»). 4-е изд., доп. и перераб. / Ю.В.Воронов, С.В. Яковлев. − М.: АСВ: Изд-во МГСУ, 2006.

УМЕНЬШЕНИЕ ВЫБРОСОВ БУРОГО ДЫМА ПУТЕМ ПЫЛЕПОДАВЛЕНИЯ УГЛЕКИСЛЫМ ГАЗОМ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЧУГУНА

Т.В. Мозгунова, А.И. Сердюк
ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

В данной работе изучен метод уменьшения выбросов бурого дыма путем пылеподавления углекислым газом при производстве чугуна. Эффективным решением данной проблемы является создание в зоне диспергирования струи чугуна атмосферы с пониженным содержанием кислорода с целью предотвращения окисления брызг металла и подавления, таким образом, образования бурого дыма.

Ключевые слова: ВЫБРОСЫ, БУРЫЙ ДЫМ, УГЛЕКИСЛЫЙ ГАЗ, ЧУГУН, СПОСОБ ОЧИСТКИ

In this paper, we studied a method of reducing brown smoke emissions by dust suppression with carbon dioxide in the production of cast iron. An effective solution to this problem is to create an atmosphere in the dispersion zone of the cast iron jet with a low oxygen content in order to prevent oxidation of metal splashes and thus suppress the formation of brown smoke.

Keywords: EMISSIONS, BROWN SMOKE, CARBON DIOXIDE, IRON, CLEANING METHODS

Проблема защиты окружающей среды является одной из самых актуальных проблем. Наибольшее влияние на окружающую среду оказывают вредные выбросы промышленности. Основная часть вредных промышленных выделений сбрасывается в атмосферу в виде выбросов пыли и газа. Черная металлургия является одним из самых крупных загрязнителей воздушной среды, ее суммарная доля в выбросах в атмосферу возросла до 40%.

Экологические проблемы являются в настоящее время фактором, ограничивающим развитие черной металлургии. В частности, к серьезным проблемам следует отнести загрязнение атмосферы бурым дымом – специфическим видом пыли, образующейся при заливке чугуна в миксер и слива из миксера в ковш. Пыль, выделяющаяся при заливке и сливе, состоит из двух основных компонентов: мелкодисперсного бурого дыма и крупнодисперсной графитсодержащей пыли [1].

Бурый дым — выделяется в атмосферу в ходе металлургических процессов, в частности, при выпуске чугуна из доменной печи, переливах металла в миксерных отделениях, при выплавке стали в конвертерах, мартенах и электросталеплавильных печах.

Бурый дым представляет собой частицы оксидов железа ($FeO + Fe_2O_3$) размером менее 1 мкм. Выделяясь в атмосферу, бурый дым загрязняет окружающую среду, создаёт санитарные проблемы на рабочих местах и приводит к потерям железа при переработке чугуна в сталь [3].

Причиной образования бурого дыма является взаимодействие мелких капель чугуна с кислородом газовой фазы. Эффективным решением данной проблемы является создание в зоне диспергирования струи чугуна атмосферы с пониженным содержанием кислорода с целью предотвращения окисления брызг металла и подавления, таким образом, образования бурого дыма.

Сокращение объемов выбросов вредных веществ – основная задача экологизации производственного процесса. Специфика способов снижения выбросов зависит от ряда факторов: особенностей и вида производственного процесса; уровня концентрации

опасных веществ в выбросах; технических характеристик используемого оборудования; финансовых возможностей субъекта хозяйствования и т.д.

Переливы чугуна являются необходимым звеном технологической цепи производства чёрных металлов. При выпуске жидкого чугуна из доменной печи, сливе чугуна из миксера в ковш, заливке чугуна в миксер или конвертер выделяется значительное количество пыли.

Традиционным методом снижения выбросов пыли является отвод запылённых газов с помощью дымососа с последующей их очисткой и сбросом очищенных газов в атмосферу. Для очистки газов от графитсодержащей пыли достаточно циклонов, но мелкодисперсный бурый дым ими практически не улавливается, поэтому требуется применение второй ступени газоочистки – электрофильтров или тканевых фильтров – дорогостоящих, громоздких и сложных в эксплуатации аппаратов. Применение этого метода очистки при нынешней экономической ситуации является нецелесообразным [2].

Технологический метод снижения выбросов бурого дыма, основанный на изучении механизма дымообразования, является более предпочтительным.

Наблюдения за процессом выделения бурого дыма при переливах чугуна показывают, что пылеобразование наиболее интенсивно в начальный период наполнения ёмкости, когда струя металла ударяется о футеровку, и количество образующихся брызг максимально. В дальнейшем на дне ёмкости образуется слой жидкого металла, смягчающий удар, количество брызг уменьшается и одновременно, в 1,3-2,5 раз уменьшаются выбросы бурого дыма. При осторожных переливах с небольшой высоты чугун вообще не дымит. Очевидно, процесс пылеобразования тесно связан с процессом диспергирования металла, а наличие брызг является необходимым звеном процесса образования бурого дыма. Другим необходимым условием является наличие окислительной атмосферы. Это позволяет предположить, что причиной образования бурого дыма является взаимодействие брызг металла с кислородом газовой фазы. Это взаимодействие является сложным многостадийным процессом, включающим в себя следующие стадии:

– образование брызг металла в результате механического диспергирования при переливе;

– взаимодействие этих брызг с кислородом газовой фазы, образование на поверхности капель оксидного слоя и разогрев капель в результате экзотермической реакции окисления железа;

– взаимодействие капель диаметром менее 40 мкм, образующихся в результате взрыва крупных капель, с кислородом газовой фазы.

Источником поступления пыли в окружающую среду являются также вентиляционные газы, отбираемые из подбункерных помещений доменных цехов. Эти газы содержат пыль в количестве 2-5 г/м^3, для очистки от которой в основном используются электрофильтры. Они снижают содержание пыли в выбрасываемых газах до 60-80 мг/м^3. Выбросы литейного двора, содержащие пыль и газы (CO и SO_2), также очищаются в электрофильтрах; эффективность пылеулавливания составляет 93-96% [2].

Следовательно, снижая концентрацию кислорода в зоне образования брызг, например, вдувая туда углекислый газ, можно воздействовать на процесс окисления мелких капель и уменьшить количество бурого дыма.

Процесс образования бурого дыма при переливах чугуна включает следующие этапы: образование слоя закиси на поверхности капли, окисление углерода в объеме капли с образованием пузырьков оксида углерода, взрыв капель с образованием мелких брызг и их окисление в режиме тотального горения с интенсивным разогревом и

испарением железа. Это и приводит к образованию бурого дыма. Для решения вопроса о целесообразности практического применения этого способа пылеподавления необходимо оценить, насколько можно снизить выход бурого дыма в атмосферу, и какой расход углекислого газа для этого потребуется.

Большинство исследователей считают, что бурый дым образуется в результате испарения железа или его оксидов. При продувке ванны сталеплавильного агрегата кислородом в реакционной зоне возникают высокие температуры, что обеспечивает интенсивное испарение железа. При продувке ванны воздухом температура в реакционной зоне значительно меньше, чем при продувке кислородом, в результате чего интенсивность пылевыделения снижается в 5-10 раз. Большинство известных технологических способов снижения пылеобразования в конвертере также связано с охлаждением реакционной зоны. С этой целью в эту зону вводят воду, пар, нейтральный газ, но все эти добавки ухудшают тепловой баланс плавки. С позиций энергоресурсосбережения, введение охлаждающих добавок с дутьем оправдано только в том случае, когда эти добавки выполняют специальные технологические функции: руда − для процессов жидкофазного восстановления, известь − для шлакообразования, нейтральный газ − для получения специальных марок низкоуглеродной малоокисленной стали. Вдувание конвертерного пыли в реакционную зону (рециклинг в процессе) является при этом еще и одним из эффективных методов ее утилизации [3].

Для борьбы с бурым дымом традиционно применяются системы аспирации с очисткой газа в электрофильтрах или рукавных фильтрах — дорогостоящих, громоздких и сложных в эксплуатации аппаратов. Они обеспечивают степень улавливания бурого дыма на 98-99%. Уловленная пыль вывозится в отвал.

Таким образом, используя пылеподавление бурого дыма углекислым газом при производстве чугуна удается достичь 95 % уменьшения выделения бурого дыма и, за счет этого, 68 % снижения всех выбросов в атмосферу.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Юдашкин, М.Я.* Пылеулавливание и очистка газов в черной металлургии. − М.: Металлургия, 1984. – 320 с.

2. *Кравец, В.А.* Подавление бурого дыма при переливах чугуна. Монография. – Донецк: УкрНТЭК, 2002. – 186 с.

3. *Болдин, А. Н.* Экология литейного производства / А. Н. Болдин, С. С.Жуковский, А. Н. Поддубный, А. И. Яковлев, В. Л. Крохотина. – Брянск: БГТУ, 2001. – 272 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ANAMMOX-ПРОЦЕССА ДЛЯ УДАЛЕНИЯ АММОНИЙНОГО АЗОТА ИЗ СТОЧНЫХ ВОД

Я.А. Казакова, Е.А. Трошина
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

В работе рассмотрены метод нового поколения – ANAMMOX-процесс и его разновидности (SHARON-ANAMMOX, CANON, OLAND, DEAMOX). Обозначены значительные преимущества этого метода перед традиционным комбинированием нитрификации и денитрификации, исследованы физико-химические факторы.

Ключевые слова: СТОЧНЫЕ ВОДЫ, ANAMMOX-ПРОЦЕСС, АНАЭРОБНЫЕ УСЛОВИЯ, НИТРИФИКАЦИЯ, ANAMMOX-БАКТЕРИИ

The report discusses the new generation method – ANAMMOX process and its variations (SHARON-ANAMMOX, CANON, OLAND, DEAMOX). Significant advantages of this method over the traditional combination of nitrification and denitrification are indicated, and physicochemical factors are investigated.

Keywords: SEWAGE, ANAMMOX-PROCESS, ANAEROBIC CONDITIONS, NITRIFICATION, ANAMMOX-BACTERIA

Наличие в водных системах загрязнений соединениями азота оказывает токсическое воздействие не только на водные организмы, но и на здоровье людей и на экосистемы в целом. Существующие очистные сооружения в основном технически устарели и не приспособлены для удаления азотных загрязнений из высококонцентрированных сточных вод до установленных значений ПДС в сбрасываемых обработанных стоках. Таким образом, развитие и совершенствование современных методов очистки сточных вод от соединений азота является весьма актуальной задачей.

В наши дни ANAMMOX-процесс считается наиболее перспективным, экономически выгодным и эффективным способом удаления аммония из сточных вод, поскольку позволяет исключить стадию денитрификации и значительно уменьшить стоимость аэробной нитрификации. Для роста ANAMMOX-бактерий, в отличие от денитрифицирующих микроорганизмов, не требуется добавления органического углерода. В этом процессе аммоний в присутствии ANAMMOX-бактерий окисляется до молекулярного азота, используя нитрит-ион как акцептор электронов по реакции [1]:

$$NH_4^+ + NO_2^- \rightarrow N_2 + 2H_2O$$

Привлекательность ANAMMOX-процесса в практике очистки сточных вод заключается в совместном удалении как ионов аммония, так и нитрит-ионов в виде газообразного азота. Однако следует отметить, что анаэробная нитрификация протекает как минимум на порядок медленнее аэробного процесса. Физиологическая активность микроорганизмов в значительной степени определяется температурой окружающей среды. Большинство исследований, посвященных изучению анаэробного окисления аммония в лабораторных условиях, осуществляли в температурном диапазоне 30-40ºС. Однако в случае применения вращающегося биореактора и анаэробного биофильтра этот процесс успешно протекает и при 20ºС [2]. Температуры более 45ºС вызывают необратимое снижение активности бактерий из-за гибели клеток. Воздействие температурой 48ºС на культуру в течение 1 часа приводит к ее разделению на 2 части, одна из которых выпадает в осадок, другая находится во взвешенном состоянии. При этом в сточных водах непременно должен присутствовать фосфор при концентрации 15-20 мг/дм^3. Избыточное количество фосфатов может угнетать деятельность микроорганизмов. ANAMMOX-бактерии обратимо ингибируются кислородом, поэтому этот процесс протекает только в строго анаэробных (аноксических) условиях [2, 3]. Реакция среды оказывает важное влияние на стабильность ANAMMOX-процесса. Оптимальная величина pH равна 8,0 [3].

Суть протекающего процесса заключается в том, что аммиак (концентрация не менее 50 мг/дм^3) при поступлении со сточными водами не успевает полностью окисляться аэробными бактериями, находящимися в верхнем слое биопленки, до нитритов или нитратов и проникает глубже, ближе к самому волокну. Здесь в анаэробных условиях живут и размножаются ANAMMOX-бактерии, которые потребляют нитрит/нитраты и аммиак и используют эти вещества для наращивания собственной биомассы, при этом они выделяют N_2. Следовательно, в биопленке

толщиной 0,5 мм могут эффективно уживаться субстрат-конкурентные виды бактерий [3].

ANAMMOX-процесс имеет преимущества перед денитрификацией, поскольку не требует внесения дополнительного источника углерода (метанола или ацетона). Для его осуществления необходимым является присутствие в среде нитрит-ионов, и в процессе нитрификации следует поддерживать условия для протекания лишь первой фазы с окислением части аммонийного азота до азота нитритов, что существенно снижает расход воздуха на процесс нитрификации. Среди недостатков ANAMMOX-процесса следует отметить низкую скорость роста бактерий и длительный период накопления необходимого количества биомассы [1]. ANAMMOX-бактерии – это группа микроорганизмов с уникальными морфологическими, физиологическими и биохимическими свойствами, которые получают энергию за счет анаэробного окисления иона аммония нитрит-анионом в биохимических процессах с образованием гидразина в качестве промежуточного продукта.

На основе ANAMMOX-реакции разработаны различные системы удаления азота: SHARON-ANAMMOX, CANON, OLAND и DEAMOX.

Схема SHARON-ANAMMOX включает разделение стока, содержащего высокие концентрации аммония, на два потока. В SHARON-реакторе происходит окисление присутствующего в сточной воде иона аммония до нитрит-иона. Такое неполное окисление осуществляется за счет специально подобранных условий, при которых происходит рост только тех нитрификаторов, которые ответственны за конверсию аммония в нитрит: температуры выше 25ºС и малое время удержания обрабатываемой среды в реакторе, способствующие вымыванию медленно растущих нитроокисляющих бактерий. Вторая половина потока соединяется с образовавшимся продуктом в ANAMMOX-реакторе, где происходят превращения иона аммония и нитрит-иона в соответствии с ANAMMOX-реакцией. К недостаткам такого процесса можно отнести то, что осуществляющие частичную нитрификацию системы недостаточно стабильны, а получение биомассы или биопленки, не содержащей микроорганизмов, окисляющих нитрит, технологически очень сложная задача [1].

Технология CANON подразумевает сочетание процессов частичной нитрификации и ANAMMOX-процесса, осуществляемых сообществом нитрификаторов и ANAMMOX-бактерий, в одном реакторе. В этом случае обеспечивается подача кислорода для окисления аммония в нитриты и одновременно поддерживаются анаэробные условия, что благоприятно для жизнедеятельности ANAMMOX-бактерий. Затем образовавшиеся нитриты в той же самой биопленке восстанавливаются присутствующим в среде аммонием с образованием молекулярного азота. Преимущество технологии CANON – один реактор, что существенно снижает затраты при строительстве. Однако процесс требует строгого контроля содержания кислорода в среде и нагрузки по соединениям азота. Недостаток аммонийного азота при избытке кислорода приводит к тому, что нитритоокисляющие бактерии получают преимущества над ANAMMOX-бактериями, поскольку имеют более высокую скорость роста, а значит и скорость потребления субстрата, приводящую к недостатку аммонийного азота в среде и, как следствие, к невозможности реализации ANAMMOX-процесса [1,2].

В одном реакторе осуществляется удаление азотных загрязнений и в случае использования технологии OLAND. При этом на первом этапе происходит частичное окисление NH_4^+ в NO_2^-, далее в результате смешивания NO_2^- с другой частью NH_4^+ образуется N_2. Недостатки этой технологии – низкая эффективность удаления азота в виде N_2 (менее 40 %); процесс требует контроля pH и температуры, важное значение имеет концентрация кислорода [1].

На преодоление этих недостатков направлен недавно разработанный DEAMOX-процесс, в котором также реализуется разделение исходного стока на два потока.

Первая половина подвергается нитрификации (без специальной цели получения только нитрита) и затем смешивается в DEAMOX-реакторе со второй половиной потока, в которой обычно присутствует некоторая часть органики. За счет мягкой денитрификации нитрата образуются нитриты, которые немедленно поглощаются (совместно с присутствующим аммонием) ANAMMOX-бактериями с образованием молекулярного азота. Процесс не требует строгого контроля и безопасен с точки зрения ингибирования нитритом. Недостаток технологии DEAMOX – необходимость увеличения температуры от 20ºС в нитрификаторе до 35±1ºС в DEAMOX-реакторе и последующего ее поддержания на таком уровне [1, 2].

В процессе ANAMMOX потребность в органическом веществе отсутствует, снижается на 60 % потребность в кислороде, что приводит к значительному выигрышу в энергопотреблении: расход электричества на удаление единицы массы азота падает в 2-3 раза. Прирост ила уменьшается на 90 %, и, как следствие, сокращаются затраты на переработку и утилизацию осадка сточных вод. Технологии с использованием процесса ANAMMOX оказывают значительно меньший парниковый эффект. Образование углекислоты в расчете на килограмм удаленного азота снижается, по сравнению с традиционными процессами, в 6-10 раз. Реакторы для удаления азота занимают меньше места, чем работающие по традиционному процессу нитри-денитрификации.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Семенова, Е.Н.* Процессы биотрансформации азота в технологиях очистки сточных вод / Е.Н. Семенова, А.С. Сироткин // Вестник Казанского технологического университета. – 2008. – С. 42-52.

2. *Бурнашова, Е.Н.* Влияние физико-химических факторов на ANAMMOX-процесс / Е.Н. Бурнашова, С.Ю. Семенов // Достижения науки и техники АПК № 5. – Томск, 2016. – С. 78-81.

3. *Анюшева, М.Г.* Анаэробное окисление аммония: микробиологические, биохимические и биотехнологические аспекты [Электронный ресурс], – http://www.enzyme.chem.msu.ru/ekbio/article/Anyush_Kalyuzh2007.pdf – статья в интернете.

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ ТЭС МЕТОДОМ ОЗОНИРОВАНИЯ

О.С. Чукардина, Ю.Н. Ганнова
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

В докладе проанализированная возможность очистки дымовых газовых выбросов тепловых электростанций от соединений оксида серы и оксидов азота с помощью озона.

Ключевые слова: ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА, ГАЗ, ДИОКСИД СЕРЫ

The report analyzed the possibility of cleaning the flue gas emissions from thermal power plants from sulphur and nitrogen oxide compounds using ozone.

Keywords: TEPLOELEKTROENERGETIKA, FLUID, SULFUR DIOXIDE

Донбасс является промышленно развитым регионом, в котором сохраняется тенденция увеличения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, что

приводит к значительному ухудшению состояния различных компонентов биосферы. А именно большой вклад в её загрязнение вносят выбросы газообразных веществ, которые неблагоприятно влияют на экологическую обстановку в местах расположения промышленных предприятий [1].

В Донбассе наряду с металлургической, химической и коксохимической промышленностью, большой вклад в загрязнение атмосферного воздуха вносит энергетическая промышленность региона. Основой энергетической промышленности являются тепловые электрические станции (ТЭС). Все тепловые электростанции в качестве основного топлива используют каменный уголь, а в качестве резервного – газ и мазут. Основной проблемой ТЭС, работающих на угле, является большой объем выбросов дымовых газов. Большинство донецких углей характеризуется высоким содержанием серы. При сжигании серосодержащего топлива в атмосферу выбрасываются большое количество диоксида серы, оксидов азота, взвешенных веществ, диоксида углерода, это подтверждают и усредненные значения выбросов загрязняющих веществ основных ТЭС Донбасса, приведенных в таблице 1 [2].

Таблица 1 – Усредненные значения выбросов загрязняющих веществ ТЭС

Наименование загрязняющих веществ	Выброшено в атмосферный воздух, × 10^4 т/кВт		
	Старобешевская ТЭС	Зуевская ТЭС	Мироновская ТЭС
Пыль неорганическая	753,162	446,010	28,351
Диоксид азота	192,993	66,289	98,725
Диоксид серы	715,526	583,497	215,914
Оксид углерода	19,938	5,702	6,376

Анализ данных таблицы подтверждает целесообразность проведения очистки выбросов как от диоксида серы, так и от оксидов азота.

Большинство методов направлено на очистку только от одного компонента, а именно на очистку от диоксида серы.

Основным методом, применяемыми на практике для очистки дымовых газов от диоксида серы является известняковый метод. Суть метода заключается в том, что поглощение SO_2 происходит в водной суспензии известняка и извести. Активным поглотительным веществом в этом случае являются бикарбонат-ионы, образующиеся по медленной реакции $CaCO_3$ с CO_2. При использовании извести последняя в растворе переходит в $Ca(OH)_2$ и затем довольно быстро при взаимодействии с CO_2 превращается в $Ca(HCO_3)_2$ [3].

К особенностям сероулавливающих установок на тепловых электростанциях относится их крупномасштабность:

- во-первых, площадь занимаемой территории сероулавливающими установками;
- во-вторых – стоимость комплексов сероочистки, которая может составлять десятки миллионов рублей;
- в третьих – сама эксплуатация установок связана с потреблением значительного количества реагентов (извести, известняка) и образованием большого количества отходов (гипс).

Поэтому целесообразно применять такие методы очистки дымовых газов, которые были бы экономически и экологически эффективными с наибольшей степенью очистки.

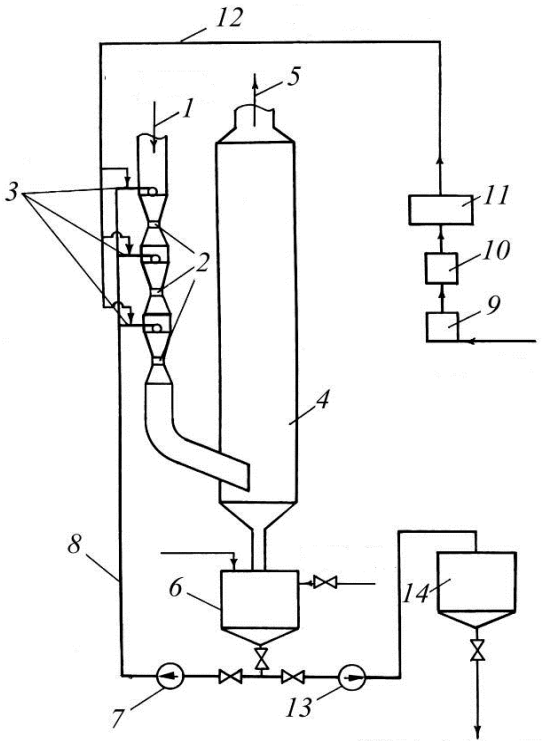
Помимо вышеперечисленного, известняковый метод не применим для очистки дымовых газов от оксидов азота из-за того, что реакционная способность оксидов азота на три порядка меньше по сравнению с реакционной способностью диоксида серы.

Целью данной работы является выбор оптимального метода очистки дымовых газов ТЭС одновременно от диоксида серы и оксидов азота.

Проведенный нами анализ существующих методов одновременной очистки от диоксида серы и оксидов азота позволяет сделать вывод, что наиболее перспективным вариантом является озонный метод очистки дымовых газов.

Озонный метод очистки позволяет одновременно очищать дымовые газы ТЭС от диоксида серы и оксидов азота. Озон вырабатывается за счет кислорода, содержащегося в атмосферном воздухе, и после взаимодействия с загрязняющими химическими и микробиологическими веществами превращается в обычный кислород.

На рисунке 1 приведена принципиальная схема очистки газовых выбросов от диоксида серы и оксидов азота озонированием.



1 – подача дымовых газов на ОПУ; 2 – трехступенчатый коагулятор Вентури; 3 – форсунки; 4 – каплеуловитель; 5 – отвод очищенных дымовых газов; 6 – циркуляционная емкость; 7 – насос; 8 – подача поглотительного раствора; 9 – узел очистки воздуха; 10 – узел осушки воздуха; 11 – озонатор; 12 – подача озона; 13 – насос; 14 – бак готовой продукции

Рисунок 1 – Схема очистки дымовых газов от SO_2 и NO_x

В качестве очищающего устройства используют аппарат, который состоит из трехступенчатого коагулятора Вентури и каплеуловителя. Из рисунка 1 видно, что газы поступают в коагулятор, где одновременно подаются через двухканальные эжекционные форсунки орошающая жидкость и озон. Очищенные дымовые газы

подаются в дымовую трубу, а орошающая жидкость подается в циркуляционную систему. Затем раствор с помощью циркуляционных насосов вновь подается на орошение газов в коагулятор Вентури.

В результате окисления азота низшие оксиды азота переходят в высшие, одновременно окисляется диоксид серы в SO_3. При контакте с водой образуется смесь серной и азотной кислоты, которую нейтрализуют вводом аммиачной воды в циркуляционную емкость.

Полученные в результате нейтрализации кислот нитриты и сульфаты выводят из цикла для последующего использования в качестве удобрений. Одновременно эти удобрения обогащаются биогенными микроэлементами из золы, которые стимулируют рост растений.

Таким образом, обезвреживание дымовых выбросов ТЭС озонированием является перспективным методом очистки, поскольку позволяет достигать высокой степени очистки сразу от оксидов азота и диоксида серы (более 90 %) с последующим образованием продуктов (минеральных удобрений).

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

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

2. Отчет по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от источников выбросов Зуевской ТЭС – Донецк, 2007 – 78 с.

3. *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.

ПРИМЕНЕНИЕ АЛЮМИНИЕВЫХ КОАГУЛЯНТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ СУЛЬФАТОВ ПРИ ИХ УМЯГЧЕНИИ

М.Г. Крупка, Ю.Н. Ганнова, А.А. Берестовая
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

Приведены результаты исследований по определению влияния расхода алюминиевых коагулянтов на эффективность извлечения сульфатов при умягчении воды известью. Установлено, что с увеличением концентрации сульфатов в эквивалентном количестве возрастает расход коагулянта и извести.

Ключевые слова: ДЕМИНЕРАЛИЗАЦИЯ ВОДЫ, УМЯГЧЕНИЕ, КОАГУЛЯНТ, СООСАЖДЕНИЕ

This article describes different ways of sulfate ions removing from wastewaters, which are formed at enterprises of ferrous and non-ferrous metallurgy, oil and gas industry, heat-and-power engineering, during sulfuric acid and fertilizers' production. There are the results as to the effect of consumption of aluminum coagulants on the efficiency of sulfate recovery when softening water with lime. It was determined that increasing the concentration of sulfates in an equivalent amount increases the consumption of coagulant and lime..

Keywords: WATER DEMINERALIZATION, SOFTENING, COAGULANT, CODEPOSITION

Существующие на сегодня технологии очистки воды не позволяют решать проблему деминерализации воды в полной мере. Реализация большинства из известных технологий деминерализации природных, промышленных и коммунальных сточных вод сопровождается образованием концентрированных растворов солей, которые в конце попадают в среду. В результате в промышленно развитых регионах Украины значительное количество природных водоемов характеризуется повышенным уровнем минерализации. Ситуация усложняется за счет сброса шахтных вод. Предприятиями угольной промышленности откачиваются большие объемы шахтных вод: около 3÷10 $м^3$ на тонну добытого угля.

Воду с рудников сбрасывают без деминерализации в пруды с полностью фильтрующим дном, что является причиной ее миграции в водоносные горизонты и почвы, подвергающиеся интенсивному засолению. При этом наряду с общим солесодержанием растет жесткость, щелочность воды и концентрация сульфатов, что обусловлено окислением пирита и других сульфидов, присутствующих в шахтных породах. Поэтому очистка сточных вод от сульфатов при ее смягчении, что в определенных случаях позволяет решать проблему деминерализации воды, является актуальной проблемой.

Среди перспективных методов, которые используются для извлечения сульфатов из воды можно назвать реагентный метод, который основан на соосаждении сульфата кальция с алюминатом кальция. Преимуществом метода перед ионным обменом, баромембранными процессами, дистилляцией, электродиализом является то, что он позволяет удалять сульфаты из воды в виде малорастворимого осадка, тогда как в других случаях образуются отходы в виде концентратов солей.

Для высадки гидроксосульфоалюминатов кальция наряду с известью используют алюминиевые коагулянты такие как гидроксохлорид алюминия, гидроксосульфат алюминия, алюминат натрия. Кроме того, используют аморфный свежеосажденный гидроксид алюминия.

Во всех случаях расход реагентов растет пропорционально содержанию сульфатов в воде. В отдельных случаях расход извести достигает ~ 500 мг-экв/$дм^3$, а расход алюминиевого коагулянта ~ 20 ммоль/$дм^3$.

Увеличение расхода коагулянтов нежелательно уже из-за высокой цены и роста затрат на очистку воды.

Кроме того, добавление к воде гидроксоалюмината натрия приводит к повышению ее щелочности, повышению концентрации ионов натрия в воде и повышению ее минерализации. С гидроксохлоридом алюминия в воду дополнительно вносятся хлориды, а с гидроксосульфатами алюминия дополнительно вносятся сульфаты, что является причиной повышения как расхода извести, так и коагулянта.

Целью данной работы было определение эффективности изъятия сульфатов из воды в зависимости от расхода реагентов, установление возможного предела изъятия сульфатов из воды в виде сульфата кальция без применения алюминиевых коагулянтов и уменьшение расхода реагентов на очистку воды при комбинированном применении алюмината натрия и гидроксохлорида алюминия.

В процессе исследований использовали модельные растворы с содержанием сульфатов 1400 ÷ 4500 мг/$дм^3$, жесткостью от 14,6 до 86,0 мг-экв/$дм^3$, щелочностью от 2,9 до 19,0 мг-экв/$дм^3$.

В качестве реагентов использовали известь, гидроксоалюминат натрия и 2/3 гидроксохлорида алюминия, синтезированного в лаборатории.

При обработке воды известью и алюминиевым коагулянтом учитывали расход извести и коагулянта в зависимости от содержания сульфатов, жесткости и щелочности воды.

Воду при перемешивании обрабатывали рассчитанным количеством извести и коагулянта, выдерживали при температуре 400°С в термостате в течение 3:00 часов. Осадок отделяли на фильтре, в фильтрате определяли содержание сульфатов, жесткость и щелочность. В отдельных опытах через фильтрат пропускали CO_2 до достижения pH = 7 ÷ 8. Осадок отделяли на фильтре. Сульфаты определяли фотометрическим методом, хлориды − методом Мора, щелочность и жесткость − по стандартным методикам.

Результаты по очистке от сульфатов воды с начальной концентрацией сульфатов 29 мг-экв/дм^3 с помощью извести и гидроксоалюмината натрия представлены на рис.1.

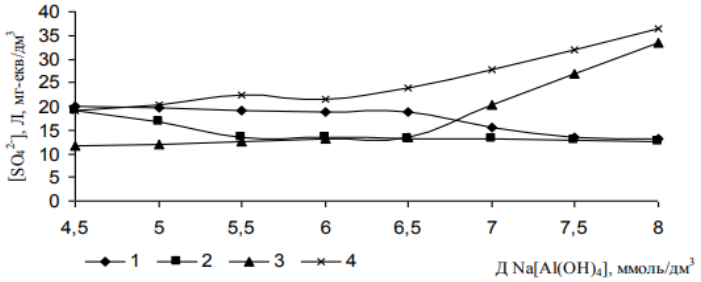


Рисунок 1 − Зависимость остаточной концентрации сульфатов (1, 2) и щелочности (3, 4) воды ([SO_4^{4-}] = 29,0 мг-экв/дм^3; Ж = 21,5 мг-экв/дм^3 [Ca^{2+}] = 1,8 мг-экв/дм^3, [Mg^{2+}] = 19,7 мг-экв/дм^3 [Cl^-] = 4,5 мг-экв/дм^3, Щ = 19,0 мг-экв/дм^3) от дозы гидроксоалюмината натрия при ее обработке известью в количестве 47,19 (1, 3) и 99,25 (2, 4) мг-экв/дм^3, алюминатом натрия и углекислотой

Как видно из рисунка, эффективность очистки воды от сульфатов возрастает с повышением дозы алюмината. Увеличение дозы извести мало способствует повышению эффективности извлечения сульфатов, однако приводит к некоторому повышению щелочности воды.

Остаточная щелочность очищенной воды в большей степени обусловлена расходом алюмината натрия и начальным содержанием сульфата натрия. Очевидно, что при переходе алюмината натрия в алюминат кальция, а сульфата натрия в сульфат кальция образуется гидроксид натрия. При этом, чем выше концентрация гидроксида натрия, тем быстрее идет обратный процесс, что приводит к растворению осадка гидроксосульфоалюмината кальция. Именно этим можно объяснить относительно невысокую эффективность извлечения сульфатов в данном случае. Примерно содержание сульфата натрия можно определить как разницу между концентрацией сульфатов и постоянной жесткостью и концентрацией хлоридов. В данном случае начальная концентрация сульфата натрия достигала 22 мг-экв/дм^3.

Относительно невысокие значения щелочности (рис. 1, кривая 3) при меньших дозах алюмината обусловлены низкой эффективностью извлечения сульфатов. В первых пробах остаточное содержание сульфатов составляет 19-20 мг-экв/дм^3, что близко к содержанию сульфата натрия. При увеличении расхода реагентов почти вдвое эффективность извлечения сульфатов выросла почти в трое при значительном росте щелочности раствора. То есть эффективность извлечения сульфатов в данном случае определялась состоянием динамического равновесия в системе и описывается уравнением (1):

$$3Na_2SO_4+2Na[Al(OH)_4]+6CaO \leftrightarrow 3\ CaO\cdot Al_2O_3\cdot 3CaSO_4+8\ NaOH \qquad (1)$$

Таком образом, при очистке воды от сульфатов с помощью гидроксоалюмината натрия и извести эффективность очистки зависит не только от расхода реагентов, но и от состава воды, включая содержание сульфата натрия.

Установлено, что при очистке сточных вод от сульфатов, концентрация сульфатов в которых выше 30 мг-экв/дм^3 при использовании извести и алюминиевого коагулянта на эффективность процесса в значительной степени влияет высадка сульфата кальция. Это дает возможность существенно сократить расход коагулянта и извести на очистку воды.

Определены взаимное влияние алюмината натрия и 2/3 гидроксохлорида алюминия на эффективность очистки воды от сульфатов и ее смягчения при обработке известью. Показано, что при определенных соотношениях можно достичь эффективной очистки воды без обработки ее на последней стадии углекислотой.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Буцева, Л.Н.* Очистка сточных вод от сульфатов известкованием и коагуляцией с применением оксихлорида алюминия / Л.Н. Буцева, Л.В. Потапова // Очистка природных и сточных вод: Сборник научных трудов, Москва, 2009: Юбилейный выпуск. М.: ГНЦ «НИИВОДГЕО». – 2009. – С. 49–51.

2. *Серпокрылов, Н.С.* Применение оксихлоридов алюминия в очистке и доочистке сточных вод / Н.С. Серпокрылов, Е.В. Вильсон, М.Н. Царева, В.Н. Горин, П.А. Коропец, М.Н. Рудик, А.Ф. Садовников // ВСТ: Водоснабж. и сан. техн. – 2003. – №2. – С. 32 – 35.

3. *Сальникова, Е.О.* Осаждение сульфатов из сточных вод в виде сульфоалюминатов кальция / Е.О. Сальникова, О.Г. Передерий, В.В. Пушкарев // Цветные металлы. – 1979. – № 9. – С. 41–43.

МЕРОПРИЯТИЯ ПО УМЕНЬШЕНИЮ ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ (ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ) ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ НА ПРЕДПРИЯТИИ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ ООО «АЛЕКСАНДРИЯ»

Е.Р. Закоян Ю.Н. Ганнова
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

В докладе были рассмотрены основные источники загрязнения окружающей среды предприятия общественного питания на примере кафе «Александрия». Для уменьшения негативного влияния на состояние окружающей среды в статье были предложены ряд мероприятий, такие как: установка фильтров для мангала, которые позволят избежать задымления не только в самом помещении, но и не допустят выброса загрязненного воздуха в обеденный зал, и установка воздухоочистителей.

Ключевые слова: КАФЕ, ФИЛЬТР, ВОЗДУХООЧИСТИТЕЛЬ, ОБОРУДОВАНИЕ АЭРОЛАЙФ

The report reviewed the main sources of environmental pollution catering on the example of the cafe "Alexandria". To reduce the negative impact on the environment, the article proposed a number of measures, such as: installing filters for the brazier, which would

avoid smoke not only in the room itself, but also prevent the discharge of polluted air into the dining room and installing air cleaners.

Key words: CAFE, FILTER, AIR CLEANER, AIRLIFE EQUIPMENT

Общественное питание представляет собой отрасль народного хозяйства, основу которой составляют предприятия, характеризующиеся единством форм организации производства и обслуживания потребителей и различающиеся по типам, специализации.

Целью данной работы является анализ экологических проблем предприятий общественного питания на примере кафе «Александрия».

Кафе «Александрия» расположено в городе Макеевке по адресу ул. Плеханова, 1д, парк «Пионерский», Центрально-Городской район. Площадь участка расположения кафе – 0,398 га. Общее количество посадочных мест – 367, в том числе в здании кафе – 228 мест [1].

Кафе работает на сырье и полуфабрикатах и имеет цеховую структуру производства. Структура производства – это взаимосвязь производственных цехов, участвующих в осуществлении производственного процесса, направленного на выпуск продукции собственного производства, запланированного в производственной программе предприятия.

Для осуществления производственной деятельности в соответствии с технологическим процессом выпуска продукции в кафе организованы производственные цеха, которые формируют производственную структуру. Она определяет взаимосвязь этих цехов, участвующих в выполнении одного или нескольких технологических процессов.

Инфраструктура кафе включает в себя основное производство, охватывающее все процессы, непосредственно связанные с выпуском готовой продукции, и вспомогательное, включающее процессы материального и технического обслуживания основного производства.

Основное производство составляют доготовочный, холодный и горячий цеха. К вспомогательному производству относятся моечная кухонной и столовой посуды, сервизная. Во избежание встречных потоков, все цеха кафе спроектированы согласно технологическому процессу. Производственные цеха ориентированы на север и северо-запад. Для операций по приготовлению полуфабрикатов, кулинарных изделий и готовых блюд в цехах организуются рабочие места. На кухне заведения общепита имеется мангал, который является источником вредных выбросов [1].

Для уменьшения загрязнений можно использовать фильтры для мангала, которые позволят избежать задымления не только в самом помещении, но и не допустят выброса загрязненного воздуха в обеденный зал.

Но не только мангал может стать источником загрязнения воздуха на кухне кафе. В горячем цехе постоянно идет процесс приготовления вторых блюд, в результате чего в воздух поступает копоть, дым, испаряется влага, поступают частицы жира. Очевидно, что фильтры для мангала не смогут справиться с таким потоком загрязняющих веществ: для этого потребуется установить на кухне вентиляцию с высоко функциональной системой очистки воздуха.

Как посетителям ресторана, так и тем людям, которые живут в непосредственной близости от ресторана, очень важно дышать не гарью и копотью, а чистым воздухом. Поэтому руководству кафе необходимо иметь хорошие очистители вытяжного воздуха.

Воздухоочистители выбросов с кухни Аэролайф решат эту проблему, которая актуальна для всех заведений общественного питания.

В зависимости от предназначения использования и функциональных особенностей приборы для очистки воздуха Аэролайф могут быть:

- бытовыми (используемыми для очистки воздуха в жилых домах, офисах, больничных палатах площадью 20 $м^3$ - 35 $м^3$);
- кухонными (используемыми для устранения неприятных запахов, вирусных инфекций и табачного дыма в ресторанах, барах, отелях);
- канальными (очищающими вытяжной и приточный воздух в помещениях);
- производственными (нейтрализующими токсичные вещества и неприятные запахи в очистных сооружениях и канализационно-насосных станциях);
- антитабачными;
- медицинскими (обеззараживающими воздух с помощью инновационных HEPA-фильтров).

Напольные и потолочные воздухоочистители Аэролайф оценили ведущие компании России, заботящиеся о здоровье своего персонала и клиентов. Инновационные модели очистителей воздуха, соответствующие российским и европейским стандартам здравоохранения, в считанные минуты обеззараживают и очищают воздух от вирусов, бактерий, микроскопической пыли, аллергенов и канцерогенных веществ на 99%.

Установив их в систему вентиляции, можно решить сразу несколько важных задач [2]:

- не допустить попадания в атмосферу города дыма, копоти, гари и других загрязнителей;
- очистить воздух от запаха приготовления пищи;
- обеспечить надежную защиту от возникновения пожаров в заведении. Могут комплектоваться системой гашения искр и пламени (рис. 1));
- получить систему очистки воздуха, которая легка в управлении и надежна в работе;
- сэкономить энергоресурсы, так как оборудование Аэролайф многофункционально и может использоваться не только как фильтры для мангала, но и как очиститель воздуха от запаха и дыма.

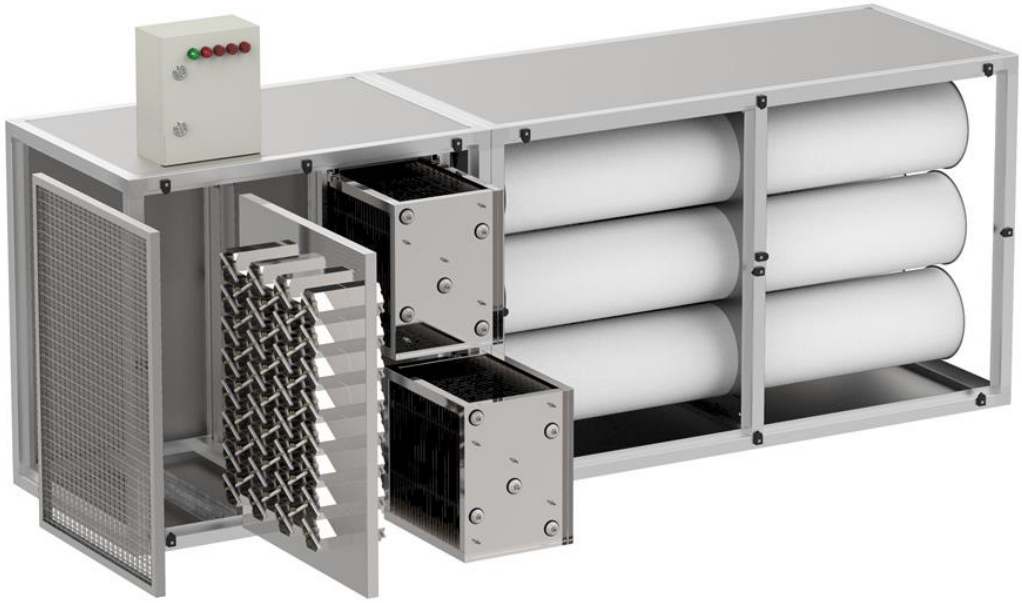


Рисунок 1 – Система очистки воздушных выбросов из кухни кафе

Работа установок очистки воздуха основана на комплексной технологии очистки и обеззараживания воздуха (КТОВ), которая одобрена к применению Роспотребнадзором Российской федерации. В канальных системах очистки воздуха Аэролайф установлен каскад фильтрующих блоков: механические, электростатические, аэрозольные, фотокаталитические, угольно-адсорбционные и хемсорбционные. Все блоки связаны между собой не только физически, последовательной установкой, но и физико-химически, каждый последующий блок улучшает эффективность фильтрации воздуха.

Модели оборудования для очистки выбросов Аэролайф имеют разную производительность (от 1 000 до 30 000 $м^3$/ч), поэтому среди них можно найти такой прибор, который бы смог эффективно очищать воздух на выходе из помещения той или иной площади. Технология очистки воздуха в системах Аэролайф отвечает всем современным требованиям и эффективно удаляет из воздуха практически все загрязнители, в том числе бактерии и вирусы, которые также могут присутствовать в кухонных выбросах кафе [2].

ПЕРЕЧНЬ ССЫЛОК

1. Рабочий проект ООО «Александрия»: Тепломеханическая часть, раздел 161/04 / ГрадАРпроект. – Макеевка, 2004. – 35 с.
2. Каталог продукции Аэролайф. Системы очистки и обеззараживания воздуха. – Москва, 2018. – 23 с.

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД МЕТОДОМ ОБРАТНОГО ОСМОСА

Ю.П. Зражевская, Е.А. Трошина
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

В докладе проанализирована проблема состояния водных ресурсов региона, рассмотрен обратный осмос как метод очистки сточных вод на примере рулонных аппаратов оборотного цикла на Государственном Предприятие «Стирол»

Ключевые слова: ОБРАТНЫЙ ОСМОС, ПЕРМЕАТ, МЕМБРНА, ОБЕССОЛИВАНИЕ, ВОДОПДГОТВКА, ОСМОТИЧЕСКОЕ ДАВЛЕНИЕ, АЦЕТАТЦЕЛЮЛОЗНЫЕ МЕМБРАНЫ, РУЛОННЫЙ АППАРАТ

The state of water resources of region has been analyzed, a reverse osmose as method of water demineralization and waste water treatment has been considered on the example of roll apparatus of circulating cycle on SE «Stirol»

Keywords: WATER CONSUMPTION, WATER TREATMENT, REVERSE OSMOSE, MEMBRANE, DEMINERALIZATION, CELLULOSE ACETATE MEMBRANE, ROLL APPARATUS

Высокие темпы роста населения, урбанизация, индустриализация, повлияли на количество и качество воды на планете. На территории Донецкой Народной Республики развиваются многие отрасли производства каждое из которые имеет влияние на состояние гидроресурсов. Шахтные, карьерные сбрасываемые с

предприятий воды в смешение с поверхностными и подземными стоками формирует водные ресурсы. Режим их состояния делится на засушливый летнеосенний и с высоким стоком весенний период. Так как в засушливые годы происходит пересыхание небольших рек, необходимо регулирование стоков. Для решения этой проблемы в 1950-1970 годах были созданы водохранилища и пруды по всему региону, которые используются для водоснабжения промышленности, земледелия, питьевых, рыбо- и сельскохозяйственных нужд.

На территории Донецкой Народной Республики основными водотоками с густой овражно-балочной являются реки: Кальмиус, Миус, Крынка, Грузской Еланчик, верховья рек Лугань, Мокрый и Сухой Еланчик, Водяная, Лозовая, Осикова. Общая протяженность речной сети – 5843,9 км, из них протяженность рек длиной более 10 км – 1877,7 км, 46 водохранилищ объёмом 464,417 млн. $м^3$, всего 799 водных объектов объёмом 525,142 млн. $м^3$ и общей площадью водного зеркала 11097,68 га.

Основными загрязнителями поверхностных водных объектов на территории Донецкой Народной Республики являются угледобывающие предприятия. Откачиваемые шахтные воды характеризуются механическим, химическим, бактериальным загрязнением, имеют высокую минерализацию, часто агрессивны из-за того, что pH < 7. Перед сбросом в гидрологическую сеть должны подвергаться очистке. В сбросах предприятий Республики содержаться такие основными загрязняющие веществами как взвешенные, хлориды, сульфаты, азот аммонийный, нитраты и нитриты. Наибольшее количество загрязняющих веществ сбрасывают предприятия городов Донецк и Макеевка

В связи с неудовлетворительной во многих случаях работой очистных сооружений в водоемы поступает значительное количество недостаточно очищенных сточных вод, т.е. загрязненных вод, прошедших очистку, степень которой недостаточна и приводит к превышению нормативно допустимого сброса.

Основными причинами сброса недостаточно очищенных вод являются:

– отсутствие утвержденных нормативов допустимых сбросов;
– очистные сооружения перегружены по объему очищаемых вод;
– устаревшая конструкция и технология очистки;
– некачественное строительство очистных сооружений;
– неудовлетворительная эксплуатация очистных сооружений.

На одного жителя Донецкой Народной Республики в среднем приходится 42,64 $м^3$ сброшенных вод в год.

Для Донецкой Народной Республики проблема сохранения водных ресурсов является крайне острой. Имеющихся на территории Республики источников питьевого водоснабжения недостаточно для обеспечения более 2,3 млн. жителей (по состоянию на 2017 г.).

Одним из направлений решения проблем водоснабжения является применение обратного осмоса в процессах водоподготовки.

С помощью опреснения обратным осмосом слабоминерализованных наземных и подземных стоков можно обеспечить соответствие стандартам воду для нужд населения, причем её обессоливание будет достигаться в одну стадию на мембранах с коэффициентом задержания близко 90 %. Это также это позволяет снабдить определенные отрасли промышленности ультрачистой водой.

Достоинствами метода обратного осмоса являются:

- высокая степень очистки воды;

- универсальность – одновременная очистка воды от органических и неорганических загрязнителей;

- глубокая очистка воды, в том числе от микробов, вирусов и бактерий
- возможность в промышленности использовать замкнутый цикл водоснабжения;
- высокая избирательность – обеспечивается проникающей и селективной способностью мембран;
- экологическая безопасность – отсутствие химических отходов процесса фильтрации.
- постоянство получения высокого результата фильтрации;
- компактность установок.

Физическая суть метода обратно-осмотического обессоливания лежит в селективной способности мембран пропускать молекулы воды, задерживая ионы растворенных в воде солей. Если растворы с различной концентрацией разделить мембраной, то молекулы будут передвигаться так, чтобы выровнять концентрацию раствора с обеих сторон мембраны. За счет такого перетекания объем исходной воды увеличится. Давление, которое обеспечивает равновесную концентрацию при разности уровней воды по обе стороны мембраны, называют осмотическим.

Принципиальная схема такой установки содержит фильтровальную установку, очищающую поступающую на опреснение воду, насосный агрегат для создания высокого давления на полупроницаемых мембранах, а также систему мембранных модулей, в которых протекает процесс разделения исходной воды на чистую воду и рассол. Так как этот метод исключает изменения агрегатного состояния раствора, соответственно позволяет снижать затраты энергии на фазовые изменения.

Среди мембранных аппаратов наиболее распространены аппараты с рулонными (спиральными) фильтрующими элементами, с плоскокамерными фильтрующими элементами (типа «фильтр-пресс»), с трубчатыми фильтрующими элементами, с мембранами в виде полых волокон. В производствах, где необходимая большая производительность мембран выгоднее использовать аппараты с фильтрующими элементами из-за их негабаритности ввиду большей удельной поверхности. Примером является установка очистки сточных вод на производственном предприятии «Стирол». На предприятии была разработана система управления охраной окружающей среды, в результате внедрения которой произошло уменьшение затрат на электроэнергию, понижение потребления сырьевых, водных и тепловых ресурсов, были минимизированы объемы отходов исходя из высокой степени переработки их и, самое важное, был осуществлен переход на бессточную систему водопотребления, что позволило внедрить замкнутую водооборотную схему.

На первом этапе внедрения оборотных систем водоснабжения на предприятии в 1998 г. были полностью реконструированы существовавшие очистные сооружения с заменой на установку обратного осмоса, что полностью изменило системы водоснабжения и водоотведения.

После установки аппарата обратного осмоса на «Стироле» предприятие вышло на новый уровень в сфере экологических отношений и уже в октябре 2001 г. окончательно был завершен сброс сточных вод в водоемы, в марте 2004 г. завод стал единственным крупным предприятием с бессточным циклом водопотребления. Ранее производство потребляло 36 млн.$м^3$/год воды из реки Северский Донец. На предприятии удалось также исключить использование питьевой воды для санитарных и противопожарных нужд, что более чем в шестьдесят раз уменьшило ее потребление. В конечном итоге обратноосмотическая установка была усовершенствована, производила для пользования 1040 $м^3$/ч опресненной воды, из которой 67 % составляло глубоко очищенной от ионов солей воды, которая использовалась в цехах по изготовлению аммиачной селитры, компрессии аммиака и производству карбамида.

Пуск обратноосмотической установки позволил прекратить сброс 17 тысяч тонн загрязняющих веществ в природные водоемы Донбасса, а, следовательно, в Азовское и Черное моря. Следующим этапом реконструкции водного хозяйства концерна стало внедрение мембранной технологии (с использованием нанофильтрационных мембран) для приготовления питательной воды в энергетических котлах. В июне 2003 года был заключен соответствующий контракт с фирмой General Electric, и в январе 2004 года установка была введена в строй. Новая водоподготовка позволяла использовать (в качестве исходной воды) сточные шахтные воды общей минерализацией до 4000 мг/дм^3 вместо речной воды из канала Северский Донец – Донбасс и при этом получать питательную воду для котлоагрегатов значительно лучшего качества.

На ГП «Стирол» использован рулонно-фильтрующий аппарат, состоящий из корпуса, выполненного в виде трубы из нержавеющей стали, основным элементом являются рулонные модули (от одного до четырех). Модуль формируется навивкой пяти мембранных пакетов на пермеатоотводящую трубку. Исходный раствор поступает в аппарат и проходит через витки модуля, концентрируется и удаляется из аппарата. Прошедший через мембраны пермеат транспортируется по дренажному слою к пермеатоотводящей трубке, проходит через отверстия в ее стенке и по трубке выводится из аппарата.

Опыт эксплуатации установки обратного осмоса на предприятии «Стирол» свидетельствует о возможности и целесообразности применения таких установок на промышленных предприятиях, которые позволяют, с одной стороны, избавить от негативного влияния на природу промышленных и производственных стоков, а с другой стороны, значительно сократить потребление речной и питьевой воды.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КЭУ-1600 С ЦЕЛЬЮ ДОХЛОРИРОВАНИЯ ВОДЫ НА ЦЕНТРАЛЬНОЙ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ

Е.В. Контурская, Ю.Н. Ганнова
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

В докладе проанализирована возможность применения электролизной установки для дохлорирования воды на Центральной насосной станции, принадлежащей Коммунальному предприятию «Компания «Вода Донбасса».

Ключевые слова: ДОХЛОРИРОВАНИЕ, ЭЛЕКТРОЛИЗНАЯ УСТАНОВКА, КЭУ-1600

The report analyzed the possibility of using an electrolysis unit for water chlorination at the Central Pumping Station, owned by the Municipal Enterprise "Water Company of Donbass".

Key words: DOHLORICATION, ELECTROLYSIS INSTALLATION, KEU-1600

Процесс очистки воды − это один из самых важных процессов, так как люди ежедневно используют ее для удовлетворения своих нужд. Прогресс не стоит на месте и с каждым годом появляются более новые и современные методы очистки воды.

Целью данной работы является усовершенствование способа дохлорирования воды на Центральной насосной станции Донецкого РПУ КП «Компании «Вода Донбасса»

Коммунальное предприятие «Компания «Вода Донбасса» − крупнейшее предприятие сферы жилищно-коммунального хозяйства. Основная задача предприятия

− транспортировка, очистка воды, бесперебойное снабжение питьевой и технической водой населенных пунктов и предприятий области, а также обработка стоков [1].

Центральная насосная станция (ЦНС) Донецкого РПУ КП «Компания «Вода Донбасса» спроектирована в 1973 году и была введена в эксплуатацию в 1974 году. Проектная мощность насосной станции составляет 472 тыс. $м^3$ в сутки. Назначение данной станции заключается в транспортировке питьевой воды, поступающей из Верхне-Кальмиусской фильтровальной станции [2].

На территории насосной станции расположены пять накопительных резервуаров питьевой воды объемом по 10000 $м^3$ каждый. Из резервуаров вода попадает во всасывающий распределительный коллектор насосных агрегатов и через распределительный коллектор подается в жилые районы города Донецка. Ежесуточная водоотдача составляет порядка 50 тыс. $м^3$. В разное время года, за счет температуры окружающей среды и как следствие изменения хлоропоглощаемости воды ее качество претерпевает изменения. А именно, происходит снижение концентрации связанного хлора в питьевой воде, что может повлечь за собой рост микроорганизмов [2].

У ЦНС существует один недостаток. Теплые зимы, а также боевые действия повлияли на то, что качество питьевой воды подвержено колебаниям.

Нами предлагается использовать систему дохлорирования, смысл которой не просто использование завозного дорогостоящего реагента − гипохлорита натрия, а его производство с последующим автоматическим дозированием в подводящие наливные водоводы ЦНС. На фильтровальных станциях в качестве обеззараживающего реагента применяют жидкий хлор, использовать которого в черте города крайне опасно, так как даже при незначительном его выбросе, это обернется трагедией. Использование готового раствора гипохлорита натрия не только дорого, но еще накладывает на предприятие ряд трудностей, таких как зависимость от поставок реагентов по линии гуманитарной помощи и сложность в транспортировке и хранении. Гипохлорит натрия с активным содержанием хлора около 190 мг/$дм^3$ является нестабильным реагентом и быстро теряет активное вещество, при этом, разлагаясь, выделяет значительное количество тепла и кислорода.

Совместно со специалистами управления нами был произведен расчет параметров установки. Изучалось состояние системы водоснабжения, моральная и техническая усталость сооружений, количество водоотдачи по временам года.

Максимальный расход поступающей воды по двум водоводам составляет 50,0 тыс.$м^3$/сут (2084 $м^3$/час). Давление воды в хозяйственно-питьевом водопроводе насосной станции не постоянное. Количество расходуемого раствора гипохлорита натрия (ГХН) ($q_{р.гхн}$) определяется по формуле:

$$q_{р.гхн} = \frac{Д_{гхн} \cdot Q}{К_р} \text{ (л/час)}$$

где, $Д_{гхн}$ – доза гипохлорита натрия по хлору, мг/$дм^3$, принимаем дозу хлора в 1,55 мг/л, с учетом хлоропоглощения воды в РЧВ и остаточной концентрации хлора в поступающей воде;

Q – часовой расход обрабатываемой воды, $м^3$/час;

$К_р$ – концентрация рабочего раствора, г/л. Согласно паспорту на установки КЭУ концентрация хлора в готовом растворе гипохлорита натрия составляет 5 г/л.

Часовой расход гипохлорита натрия составит:

(2084 $м^3$/час х 1,5 мг/л) / 5 г/л = 625 л/час.

Производительность электролизной установки определяется по массе хлора, вырабатываемого в час (г/час). Для подбора электролизной установки необходимо знать количество затрачиваемого хлора на обработку воду.

Расчет количества затрачиваемого хлора выполняется по формуле:

$$m_{\text{хлора}} = q_{\text{р.гхн}} \cdot К_{\text{р}}$$

где, $q_{\text{р.гхн}}$ – количество расходуемого раствора гипохлорита натрия, л/час;
$К_{\text{р}}$ – концентрация рабочего раствора, г/л.

Расход чистого хлора в час составит:

$$625 \cdot 5 = 3125 \text{ г/час}$$

Согласно паспорту установки производительность КЭУ-1600 по хлору составляет 1600 г/час [3]. Принимаем две установки КЭУ-1600 с суммарной производительностью по хлору:

$$2 \cdot 1600 = 3200 \text{ г/час.}$$

В состав установки КЭУ-1600 входит:

- фильтр грубой очистки – для очистки воды от крупных взвешенных частиц;
- накопительный бак – для обеспечения запаса воды;
- повысительная насосная станция – для обеспечения стабильного необходимого давления в трубопроводе, подающем исходную воду на установку;
- двойной умягчитель воды – для удаления из исходной воды солей жесткости. Вода после умягчителя используется для приготовления солевого раствора (улучшает растворимость) и поступает на электролизер (уменьшает количество отложений на электродах). Использование умягченной воды повышает качество готового продукта и концентрацию хлора в нем;
- бак для приготовления солевого раствора – используется для растворения соли;
- электролизер КЭУ-1600 – для изготовления раствора гипохлорита натрия [3];
- бак для готового продукта – используется для накопления раствора гипохлорита натрия, производимого электролизером;
- 4 насоса-дозатора (2 рабочих, 2 резервных) фирмы SEKO, серии SPRING, марки MS1C165C31C4000 для дозирования гипохлорита натрия в обрабатываемую воду.

Так как принято 2 установки КЭУ-1600, то общий список необходимого комплекта оборудования увеличится вдвое.

Регенерация умягчителей ориентировочно производится раз в 5 суток. Расход соли на одну регенерацию одного баллона умягчителя 6,5 кг соли, в сутки общий расход соли составит:

$$6{,}5 \cdot 4 = 26 \text{ кг,}$$

соответственно за 30 дней 156 кг. Расход соли электролизерами в сутки составит:

$$76{,}8 \cdot 3{,}5 = 268{,}8 \text{ кг,}$$

соответственно за 30 дней 8064 кг. Общий расход соли в сутки от 268,8 до 294,8 кг, за 30 дней 8220 кг.

Таким образом можно сделать вывод, что благодаря данной установке процесс полностью автоматизирован, а активность гипохлорита на 25% выше купленного и привезенного "свежего". В результате электролиза мы сможем получить экологически чистое сырье и готовый продукт, который является сильным окислителем, снижающим

содержание хлорорганики при дезинфекции в 2,5-3 раза. Помимо этого, при производстве гипохлорита на месте нет транспортных и складских расходов, потерь свойств при хранении, отходов упаковки, а также процесс получения готового продукта экологически чистый и не требует каких-либо специальных мероприятий по защите окружающей среды.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Разрешение на специальное водопользование и проект нормативов предельно допустимых сбросов загрязняющих веществ с оборотными водами КП «Компания «Вода Донбасса» / Утвержден С. В. Третьяковым. – Донецк, 2011. – 87 с.

2. Технологический регламент эксплуатации Центральной насосной станции / Утвержден Г. Г. Балицкий. – Донецк, 2012. – 22 с.

3. Инструкция по эксплуатации и монтажу электролизной установки КЭУ-1600 / Утвержден Департаментом науки и техники РАО "ЕЭС России" от 01.02.2006 № 34.50.501-96

О ВОЗМОЖНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОГЕННЫХ ПРОДУКТОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

С.В. Журавлев, Н.И. Беломеря
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

В докладе проанализирована возможность использования техногенных продуктов различных отраслей промышленности в качестве сырья при производстве строительных материалов, в частности керамического кирпича.

Ключевые слова: КИРПИЧ, ГЛИНА, ТЕХНОГЕННЫЕ ПРОДУКТЫ, ПОРОДА, ШЛАКИ, ШЛАМЫ, ЗОЛА

The report analyzed the possibility of using technogenic products of various industries as raw materials in the production of building materials, in particular ceramic bricks.

Keywords: BRICK, CLAY, TECHNICAL PRODUCTS, BREEDS, SLAGS, SLAMS, ASH

В большинстве случаев при производстве основной продукции производитель не заинтересован в правильном складировании образующихся техногенных продуктов, что существенно затрудняет их дальнейшее использование из-за их переменного химического и фазового составов, а иногда и наличия нежелательных примесей. Поэтому их использование ограничивается 5-10% от ежегодного образования [1].

Разнообразные многотоннажные отходы промышленности по химическому и минералогическому составу не уступают природному сырью, а во многих случаях по технологическим кондициям даже превосходят его, что делает весьма перспективным их использование в качестве сырьевых ресурсов [1,2].

Все техногенные отходы можно разделить на две большие группы: минеральные и органические. Преобладающее значение имеют минеральные отходы: их больше, они лучше изучены и имеют наибольшее значение для производства строительных материалов [2].

Основным источником техногенных мало используемых материалов являются топливно-энергетический (ТЭК) и горно-металлургический комплекс (ГМК), и даже сельскохозяйственные предприятия. Ежегодно объемы складируемых отходов горно-металлургического (ГМК) и топливно-энергетического (ТЭК) комплексов соизмеримы с потребностью промышленности строительных материалов в минеральном сырье [3].

В зависимости от преобладающих химических соединений минеральные отходы делят на силикатные, карбонатные, известковые, гипсовые, железистые, цинксодержащие, щелочесодержащие и т.д. Приведенные группы отходов довольно сильно отличаются друг от друга и классифицируются по: источнику образования, виду, числу пластичности минеральной части, содержанию горючей части, зерновому составу, химико-минералогическому составу, интервалу размягчения и другим признакам [4].

Наибольшую практическую применимость имеет классификация отходов по отраслям промышленности их образующим и классификации для отдельных видов отходов. Кроме того, состав и свойства отходов зависит от вида исходного сырья, технологии производства основной продукции, методов складирования и хранения [1, 3].

ГМК представлен рядом техногенных образований, таких как: вскрышные и терриконные породы, хвосты обогащения, шлаки, шламы, пыли химико-металлургической переработки, которые довольно сильно отличаются друг от друга по виду, объему, а также физическому и химическому составу [5].

К отходам ТЭК относятся продукты, получаемые в виде шламов, зол и золошлаковых отходов, твёрдых отходов вскрышных пород, различные отсевы [5].

Одним из перспективных направлений использования отходов является получение керамических строительных материалов: стеновых, облицовочных и тротуарных изделий. Утилизация отходов в строительные материалы направлена на решение социальных и экологических проблем, улучшение жилищных условий населения, создание дополнительных рабочих мест. На производство 5 млн. шт. керамических кирпичей требуется порядка 20 тыс. тонн глинистого сырья. Применение вторичного сырья в промышленности строительных материалов снизит потребность в первичных минерально-сырьевых ресурсах что решает не только экологические, но и экономические задачи, поскольку сырье из отходов в 2-3 раза дешевле, чем природное, причем зачастую оно уже частично подвергнуто измельчению, термической обработке и другим технологическим воздействиям, что способствует облегчению их использования [2, 3, 5].

Одним из наиболее востребованных строительных керамических материалов является керамический кирпич. Основным сырьем для производства керамического кирпича являются глинистые материалы: суглинки, лессы, аргиллиты и другие. Следовательно, вышеупомянутые техногенные продукты в большинстве случаев близки по своему химическому составу с основными сырьевыми компонентами, что позволяет применить их для производства керамики и в частности для производства керамического кирпича [2].

Так же техногенные сырьевые материалы могут, в определенном процентном соотношении, выступать в качестве добавки к основному сырью, повышая его свойства, снижая себестоимость продукта и даже расширяя его ассортимент. В частности, техногенные продукты, могут содержать красящие компоненты, повышающие декоративно-эстетические и дизайнерские характеристики керамического материала и изделий [6].

Истощение традиционной сырьевой базы производства керамических стеновых материалов делает перспективным вовлечение в производство отходов различных отраслей промышленности [6].

Использование отходов агропромышленного комплекса, таких как тырса, шелуха, костра и другие, возможно для получения керамических строительных материалов в качестве выгорающих добавок, необходимых для создания требуемой пористости изделий. Кроме того, это способствует экономии энергии при обжиге [7].

На основе применения отходов промышленности возможно развитие производства не только традиционных, но и новых эффективных строительных материалов. Новые материалы обладают комплексом улучшенных технических свойств и в то же время характеризуются наименьшей ресурсоемкостью, как в процессе производства, так и при применении [3].

Для Донбасса, приоритетным направлением должно быть использование отходов ГМК и ТЭК [5].

Использование промышленных отходов обеспечивает производство богатым источником дешевого и часто уже подготовленного сырья; приводит к экономии капитальных вложений, предназначенных для строительства предприятий, добывающих и перерабатывающих сырье, и повышению уровня их рентабельности; высвобождению значительных площадей земельных угодий, занимаемых под складирование техногенных продуктов и разработки новых карьеров, что приводит к снижению степени загрязнение окружающей среды. Повышение уровня использования промышленных отходов является важнейшей задачей государственного значения [1, 5, 7].

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Чантурия, В. А.* Ресурсосберегающие технологии переработки минерального сырья, и охрана окружающей среды / В. А.Чантурия, Н. Н.Чаплыгин, В. Е. Вигдергауз // Горный журнал. − 2007. — № 2. — С. 91—96.

2. *Столбоушкин, А. Ю.* Стеновые керамические материалы матричной структуры на основе неспекающегося малопластичного техногенного и природного сырья. Дисс. докт. техн. наук. Новосибирск, 2014. — 365 с.

3. *Павлов, В. Ф.* Способ вовлечения в производство строительных материалов промышленных отходов/ В.Ф. Павлов // Строительные материалы. − 2003. − № 8. − С. 28-30.

4. *Фоменко, А. И.* Расширение сырьевой базы для строительной керамики / А. И.Фоменко, А. Г.Каптюшина, В. С. Грызлов // Строительные материалы. − 2015. − № 12. − С. 25-27.

5. *Столбоушкин, А. Ю.* Улучшение декоративных свойств стеновых керамических материалов на основе техногенного и природного сырья / А.Ю. Столобушкин // Строительные материалы. − 2013. − № 8. − С. 24-29.

6. Raut, S.P. Development of sustainable construction material using industrial and agricultural solid waste: A review of waste-create bricks / S.P.Raut, R.V.Ralegaonkar, S.A. Mandavgane // Construction and Building Materials. − 2011. – V. 25. – P. 4037–4042.

7. *Фоменко, А.И.* Расширение сырьевой базы для строительной керамики / А. И.Фоменко, А. Г.Каптюшина, В. С. Грызлов // Строительные материалы. − 2015. – № 12. – С. 25–27.

СПОСОБЫ УТИЛИЗЦИИ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД ДЛЯ ДОНЕЦКОГО РЕГИОНА

Е.А. Бондарчук, Ю.Н Ганнова
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

В работе рассмотрен физико-химический состав осадков бытовых сточных вод, рассмотрены морфометрические показатели проростков растений (тест-культур), возможность использования в качестве удобрения для рекультивации породных отвалов.

Ключевые слова: ОСАДОК БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД, ТЕРРИКОН, РЕКУЛЬТИВАЦИЯ

The report reviewed the physico-chemical composition of household sewage sludge, considered morphometric parameters of plant seedlings (test cultures), the possibility of using rock heaps as a fertilizer for recultivation.

Keywords: SEWAGE SLUDGE, SLAGHEAP, ECULTIVATION

Техногенные экосистемы уже давно стали типичными для большинства промышленно развитых регионов, основными составляющими которых являются значительные объемы осадков сточных вод (ОСВ) на стадии механической и биологической очистки и породные отвалы угледобывающей отрасли.

На территории ДНР установлен 521 породный отвал (83 – горящих, 292 – не горящих, о 146 терриконах данные отсутствуют). Площадь земель, занимаемых 444 породными отвалами, составляет 3385,54 га, из них под бесхозными отвалами – 760,7275 га, которые могли быть использованы в хозяйственной деятельности. Грунт терриконов характеризуется низким содержанием жизненно необходимых для растений азота, фосфора, органического углерода и других элементов, что создает трудности для озеленения примитивных неразвитых почв породных отвалов. Занимаемые большие площади, техногенно-нарушенные земли являются постоянным источником загрязнения всех компонентов окружающей природной среды. Поэтому внедрение технологий повторного использования осадков сточных вод, позволяющих уменьшить объемы складируемых отходов, представляет актуальную задачу.

Целью работы является определение возможности использования осадков городских канализационных сточных вод г. Макеевки для биологической рекультивации породных отвалов угольных шахт.

Известно, что ОСВ городских очистных сооружений содержат в себе органические вещества (до 80%) и минеральные примеси (20%) [1]. Результаты многочисленных исследований доказывают, что использование ОСВ в качестве органоминеральных удобрений экономически оправдано при выращивании многих травянистых, сельскохозяйственных культур, позволяет поддерживать и восстанавливать баланс органического вещества и питательных элементов в почве и улучшать её агрофизические свойства. Следовательно, использование ОСВ в качестве органоминеральных удобрений является важным и приемлемым методом утилизации городских ОСВ. При этом одновременно решаются две практические проблемы: исключается необходимость хранения ОСВ; повышается плодородие почв техногенно-нарушенных земель и снижается негативное воздействие на ОПС.

Исследование проб осадков сточных вод, образующихся при эксплуатации канализационных очистных сооружений города Макеевки, были проведены на базе Центральной контрольно-исследовательской и проектно-изыскательской водной

лаборатории КП «Компания «Вода Донбасса», согласно с утвержденным ГОСТом Р 17.4.3.07-2001 [2], ДСТУ 7369:2013 [3] по 16 показателям (таблица 1).

Также было получено заключение паразитологической лаборатории Донецкого областного лабораторного центра Государственной санитарно-эпидемиологической службы о том, что в образцах представленного ОСВ патогенная микрофлора, яйца и личинки не обнаружены. Осадки городских сточных вод г. Макеевки относятся к Группе 1 − использование в дозах, адекватных стандартным удобрениям. Исходя из требований по содержанию тяжелых металлов в данной группе, можно сделать вывод, что предельно-допустимые концентрации ТМ (Pb, Cu, Co) не превышены, что разрешает их использование в качестве удобрения почв [3].

Для проведения модельного эксперимента по влиянию ОСВ на рост и развитие растений были приготовлены почвосмеси из примитивных неразвитых почв породного отвала шахты № 12 «Наклонная» различного гранулометрического состава с разным процентным соотношением исследуемого ОСВ (25%, 50%, 75%).

Таблица 1 − Результаты исследования состава и физико-химических показателей ОСВ

№ п/п	Наименование показателя	Единицы измерения (на сухое вещество)	ДСТУ 7369:2013 Норматив, не менее		Результаты исследований
1	Водородный показатель	ед pH	6,5 – 7,5		7,25
2	Аммоний	мг/кг	не норм.		1180
3	Нитраты	мг/кг	не норм.		650,2
4	Азот общий (по Кьельдалю)	%	1,5		2,09
5	Фосфор общий (P_2O_5)	г/кг	0,7		31,36
6	Фосфор подвижный (по Чирикову)	г/кг	не норм.		12,2
7	Органическое вещество	%	40,0	37,4	28,3
8	Зольность	%	не норм.	62,6	71,7
9	Марганец (валовый)	мг/кг	Группа 1	Группа 2	926,6
			250-700	750-1500	
10	Медь (валовая)	мг/кг	100-300	300-700	67,4
11	Никель (валовый)	мг/кг	50-75	75-150	502
12	Свинец (валовый)	мг/кг	100-200	400-600	103,7
13	Хром (валовый)	мг/кг	100-400	400-600	162
14	Железо (валовое)	г/кг	не более 25		23,7
15	Кобальт (валовый)	мг/кг	5-20		20,0
16	Плотный остаток водной вытяжки	г/кг	не норм.		31,02

Выращивание растений (костреца безостого) проводили при средней температуре воздуха 22°С, средней температуре почвы 24°С, с периодическим поливом (один раз в 3 дня) дистиллированной водой. На 10-тый день прорастания тест-культур проростки были извлечены для определения их морфометрических характеристик, которые приведены в таблице 2.

Анализ данных таблицы 2 позволяет констатировать наличие позитивного влияния ОСВ на основные морфометрические показатели (длина и масса надземных органов и корневой системы) исследуемого вида растений, значения которых статистически достоверно возрастали на 19-65%. В отличие от этого, выращивание костреца безостого на примитивных неразвитых почвах породного отвала без внесения ОСВ привело к угнетению роста и развития растений, причем наибольшее ингибирование практически всех исследуемых морфометрических показателей (более чем на 20 %) наблюдалось в вариантах опытов с использованием породы № 1 (участок ЮВ экспозиции с доминированием в растительном покрове смалевки обыкновенной).

Таблица 2 – Показатели длины и массы надземной и подземной части проростков в субстрате к контролю

Вариант опыта	Длина надземной части, см		Длина корня, см		Масса надземной части, г		Масса корня, г	
	M ± m	% к контролю	M ± m	% к контролю	M ± m	% к контролю	M ± m	% к контролю
I	11,7±0,56	–	2,4±0,19	–	0,09±0,003	–	0,007±0,0004	–
II	13,8±0,45*	118,6	3,9±0,4*	164,9	0,13±0,006*	151,4	0,009±0,0003*	124,4
III	9,0±0,65*	77,4	1,8±0,14*	75,3	0,07±0,006*	78,4	0,006±0,0003*	81,1
IV	10,3±0,29*	88,3	2,0±0,31	84,9	0,08±0,003*	86,9	0,006±0,0007*	76,6
V	12,2±0,87	105,0	2,4±0,3*	101,7	0,09±0,002	103,7	0,008±0,0006	104,7
VI	14,5±0,84*	124,4	3,7±0,59*	152,7	0,13±0,001*	153,9	0,009±0,0004*	126,1
VII	13,1±0,44*	112,6	3,3±0,3*	137,2	0,11±0,005*	129,9	0,008±0,0002*	113,5
VIII	12,7±0,71	109,2	2,6±0,24	109,2	0,09±0,006	102,3	0,009±0,0003*	114,9
IX	15,6±0,5*	133,4	4,2±0,53*	174,1	0,15±0,007*	171,1	0,013±0,001*	180,2
X	13,9±0,59*	119,6	3,4±0,13*	141,4	0,12±0,008*	135,5	0,009±0,0004*	121,6

Примечание. I – контроль; II – ОСВ; III – порода № 1; IV – порода № 2; V – порода № 1+25 % ОСВ; VI – порода № 1+50 % ОСВ; VII порода № 1 + 75 % ОСВ; VIII – порода № 2 +25 % ОСВ; IX – порода № 2 + 50 % ОСВ; X – порода № 2 + 75 % ОСВ,

*различия достоверны относительно контроля при $P<0,05$

При внесении в почвосмесь ОСВ в различной концентрации нами зафиксирован положительный эффект на рост и развитие растений в зависимости от концентрации ОСВ, достигающий пиковых значений при внесении в почвосмесь 50% (по массе) ОСВ. Отмеченный эффект, скорее всего, объясняется с одной стороны увеличением пула элементов минерального питания растений, находящимся в ОСВ, а с другой – облегчением механического состава почв при использовании породы отвала. Полученные данные позволяют рекомендовать внесение ОСВ после удаления из них патогенных организмов для ускорения биологической рекультивации антропогенно-нарушенных территорий.

Согласно выше сказанному применение осадков сточных вод, которые содержат ценные биогенные элементы для биологической рекультивации техногенно-нарушенных земель, является актуальным и позволяет решить ряд важных проблем: снижение нагрузки на литосферу, сохранение плодородных почв, чистых подземных и поверхностных вод.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Бондарчук, Е. А.* Актуальные для Донбасса способы утилизации осадков сточных вод / Е. А. Бондарчук, Ю. Н. Ганнова // Материалы X республиканской научной конференции молодых ученых «Комплексное использование природных ресурсов» Донецк, ДонНТУ, 2018. – С. 5-8.

2. *ГОСТ Р 17.4.3.07-2001* Охрана природы. Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений. – М.: Госстандарт России, 2001. – 8 с.

3. *ДСТУ 7369:2013* Сточные воды. Требования к сточным водам и их осадков для орошения и удобрения. – К.: Минэкономрозвития, 2013. – 10 с.

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ НА ПОЛИГОНЫ ДНР

Е.Н. Курченко, О.Н. Калинихин
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

Статья посвящена комплексному исследованию утилизации твердых бытовых отходов и возможности внедрения пакетирования твердых бытовых отходов с предварительным извлечением утильных компонентов, приносящих в дальнейшем значительную прибыль. Проанализированы особенности технологического исполнения предложенного метода подготовки и утилизации твёрдых бытовых отходов.

Ключевые слова: ТВЕРДЫЕ БЫТОВЫЕ ОТХОДЫ, ПОЛИГОН, ПАКЕТИРОВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИЯ, УТИЛЬНЫЕ КОМПОНЕНТЫ.

The article is devoted to a comprehensive study of the disposal of solid household waste and the possibility of introducing the packaging of solid household waste with the preliminary extraction of waste components, which bring considerable profit in the future. The features of the technological execution of the proposed method of preparation and disposal of solid household waste are analyzed.

Key words: MUNICIPAL SOLID WASTE, POLYGON, PACKING, TECHNOLOGY, RECYCLING COMPONENTS.

Донецкая Народная Республика характеризуется высокой степенью изменения окружающей среды в результате антропогенной деятельности. За 10 прошедших лет на территории Донбасса накоплено около 3,8 млрд. м^3 твердых бытовых отходов, складированных на 53 полигонах (которые в действительности являются свалками), многие из которых заполнены на 65-90 %, а некоторые − переполнены и давно должны быть закрыты. Твердые бытовые отходы (ТБО, бытовой мусор) – это товар или продукция, образовавшиеся в результате жизнедеятельности человека, которые накапливаются в жилых домах, общественных и других учреждениях, которые частично или полностью утратили свои потребительские свойства и подлежат утилизации, переработке, использованию или удалению.

В разных странах разрабатывают технологии обезвреживания и переработки ТБО, которые сконцентрированы на получение новых материалов и извлечение из отходов ценных утильных фракций.

Единственным способом утилизации отходов в городе Донецке является их складирование на полигонах. Высокая плотность населения региона, и концентрация предприятий тяжелых отраслей промышленности способствуют образованию значительного объема отходов производства и потребления всех классов опасности ежегодно. В настоящее время на территории Донецкой Народной Республики отсутствуют в достаточном количестве предприятия по переработке и утилизации отходов производства и потребления, что приводит к их накоплению в местах размещения отходов.

За 2016 год в Донецкой Народной Республике (ДНР) образовалось 5937303,0 т отходов IV класса опасности, значительную часть из них представляют твердые бытовые отходы. Согласно данным Главного управления статистики Донецкой Народной Республики по состоянию на 2016 год на территории Республики располагалось триста двадцать три специально отведенных мест и объектов размещения отходов общим проектным объемом около 8 млн. м^3. На сегодняшний день в Республике лишь четверть отходов утилизируется, обрабатывается,

перерабатывается, сжигается или обезвреживается, остальные три четверти размещаются на специально отведенных местах и объектах удаления отходов, которые достигли по состоянию на 2016 год 73,91 % заполнения.

Полигоны, на которые вывозятся твердые бытовые отходы из г. Донецка, не соответствуют санитарно-экологическим требованиям, а также не обустроены соответствующими защитными экранами, которые могли бы предотвратить загрязнение почв, рек. При проектировании полигонов не созданы санитарно-защитные зоны и не учитывалась роза ветров. Таким образом, можно сделать вывод, что полигоны по своим природоохранным характеристикам не отвечают законодательным нормативам, что делает размещение на их территории ТБО опасным для окружающей среды и для здоровья людей.

Механическое прессование твердых отходов − это один из основных методов уменьшения их объема с целью более рационального использования автомобильного и железнодорожного транспорта, перевозящего отходы к местам их утилизации и складирования. При прессовании материала удаляется воздух и сокращаются затраты энергии для транспортировки мусора, при этом уменьшается площадь его хранения.

В мире активно применяется технология помещения отходов в герметичную оболочку, что позволяет избежать неприятных запахов, опасности пожара и недопустимого загрязнения окружающей среды. В развитых странах до 85 % бытовых отходов возвращается обратно в производство. Таким образом, целесообразно применять технологию в которой совмещены процессы сортировки и прессования твердых бытовых отходов.

В данной работе предложено внедрение комплекса переработки твердых бытовых отходов, предназначением которого является прием, сортировка и прессование ТБО. Цель комплекса − защита окружающей среды от вредного влияния накапливаемых ТБО и возвращения в производство выделенных вторичных материалов.

Процесс осуществляется по схеме, показанной на рисунке 1. Разгрузка мусоровозов с неразделенными отходами производится в загрузочный бункер (2), откуда с помощью автопогрузчика, отходы поступают в приямок приемно-загрузочного конвейера (1). На этом этапе происходит отбор и последующее удаление крупногабаритных отходов с помощью кран-балки. Далее отходы поступают на сортировочный конвейер (4) в климатическую кабину (5), которая оборудована рабочими местами сортировщиков.

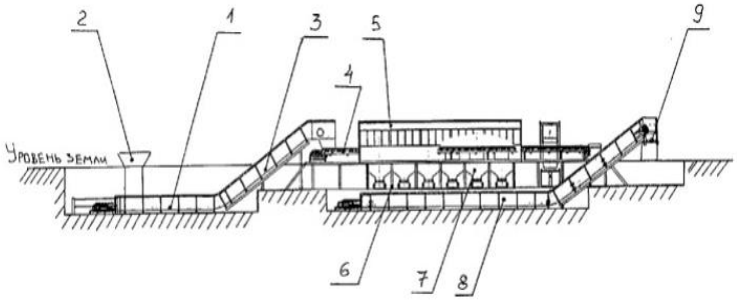


Рисунок 1 – Мусороперерабатывающий комплекс

На сортировочных постах происходит сортировка ТБО по фракциям, которые поступают непосредственно в накопительно-разгрузочный узел (6).

Накопительно-разгрузочные бункеры (7) размещены в пространстве под климатической кабиной (5), из которой поступают отсортированные виды отходов: картон, бумага, пластик, полимерная пленка, ПЭТ-бутылки, текстиль и пр., исключая черный металл и стекло, т.к. они не подлежат запрессовке.

Далее отсортированные отходы попадают на подающий конвейер-питатель (8) брикетировочного пресса (9).

Фракции ферромагнитных черных металлов отбираются автоматическим магнитным сепаратором и далее разгружаются в отдельные контейнеры. Цветной металл поступает в контейнер [1]. Остальная неутилизируемая фракция ("хвосты" сортировки), в т.ч. органосодержащая, направляется в пресс-компактор, с последующей перевозкой на полигон.

Компактирование хвостов сортировки значительно снижает транспортные расходы.

Предлагаемый комплекс оснащен централизованной системой электрического управления, которое осуществляется от центрального пульта и с наладочных пультов, расположенных на отдельных устройствах, имеющих свой электропривод. С помощью наладочных пультов эти устройства могут быть включены, выключены или работать в изменяющемся режиме. Кроме того, на оборудовании предусмотрены кнопки аварийного останова [1]. Автоматизация процесса позволяет сократить численность персонала, увеличивает эффективность производственного процесса и повышает безопасность производства.

Как показывает мировой опыт передовых промышленных стран обоснование внедрения той или иной технологии переработки ТБО и их компонентов в обязательном порядке требует проведения исследований их состава, от которого зависят основные технико-экономические показатели − морфологического состава бытовых отходов.

Процент утильных компонентов по составу ТБО в Донецкой области, которые представляют интерес в качестве товара, представлен в таблице 1 [2].

Таблица 1– Содержание утильных фракций в ТБО города Донецка

Отход	%
Бумага	5,9
Металлы	2,5
Полимерная упаковка	7,9
Многослойная упаковка	0,4
Стекло	7,4

Продуктивность метода переработки отходов, в котором делается акцент на извлечении утильных компонентов, определяется закупочной стоимостью полученных компонентов, при этом учитывается их качество.

На основе изложенных данных, можно сделать вывод, что внедрение предлагаемой технологии позволит: улучшить технологию складирования ТБО на полигонах, значительно уменьшить потенциальное антропогенное воздействие на окружающую природную среду, уменьшить объем вывозимых на полигоны ТБО в 3-4 раза. Достоинство сортировки бытовых отходов − устранение экологически опасных ситуаций, причиной которых являются крупные свалки. Сортировка ТБО выгодна для экономики, так как уменьшаются траты невосполнимого природного сырья при выпуске новой продукции.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Комплекс переработки твердых бытовых отходов [Электронный ресурс]// URL: http://www.findpatent.ru/patent/232/2324555.html (дата обращения 02.03.2019).

2. *Бородай, Г.И.* Пособие по мониторингу полигонов твердых бытовых отходов. / Г.И. Бородай. – Донецк: Тасис, 2004. – 293 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТАЯ ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ

Д.Ю. Бондарев, М.Э. Кочерова, М.И. Базыма, В.В. Шейн
УДО «Донецкая Республиканская Малая Академия Наук учащейся молодежи»

В докладе проанализирована возможность переработки отходов, безопасной для окружающей среды, с помощью пиролиза, получением ликвидной продукции.

Ключевые слова: ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА, СЖИГАНИЕ ОТХОДОВ, ВРЕД ЗДОРОВЬЮ, ПИРОЛИЗ, ПЕРЕРАБОТКА МУСОРА В ТОПЛИВО, БЕСКИСЛОРОДНАЯ СРЕДА.

The report analyzed the possibility of recycling waste that is safe for the environment through Pyrolysis, obtaining liquid products.

Key words: ENVIRONMENTAL PROBLEM, WASTE BURNING, HEALTH HAZARD, PYROLYSIS, WASTE TREATMENT INTO FUEL, OXYGEN-FREE MEDIUM.

Отходы − это неоднородные по химическому составу, сложные смеси веществ, обладающих разнообразными физико-химическими и физико-механическими свойствами. Общая направленность химического и вещественного состава отходов обусловлена взаимодействием компонентов, биологическим разложением и ассимиляцией веществ.

Утилизация отходов – одна из важнейших проблем современной цивилизации. Накопление отходов наносит вред не только экологии и здоровью человека, но и влечет за собой серьезный социальный и экономический ущерб.

Сжигание на открытых свалках и захоронение – самые известные и доступные способы утилизации мусора. Но так ли они эффективны? При сжигании мусора в воздух в огромном количестве выделяются вредные и ядовитые химические соединения. Открытые свалки, кроме того, что распространяют зловоние, кишат насекомыми и грызунами – источниками и переносчиками многих инфекционных заболеваний. Захоронение мусора, в особенности, если оно осуществляется бесконтрольно, к сожалению, может привести к опасным последствиям: загрязнению грунтовых вод или неконтролируемым возгораниям, которые происходят, когда газ, образуемый вследствие разложения отходов без доступа воздуха, воспламеняется. Кроме того, метан, который составляет 70% газа, выделяемого гниющими отходами, при большой концентрации приводит к гибели растительности.

Технологическая грамотная и своевременная утилизация отходов – это единственный выход из затруднительного положения. На сегодняшний день уже предложены специальные нормы, придерживаясь которых можно наладить переаботку и утилизацию ненужного мусора.

Целью данной работы является исследование пиролизной утилизации углеродсодержащих твердых бытовых отходов в условиях подвода тепла от электродугового нагревателя с получением, в качестве продукта переработки, горючего газа и изучение параметров предлагаемого процесса.

Задачи исследований

1. Определение и анализ параметров и КПД процесса утилизации ТБО.

2. Обоснование экологической и энергетической эффективности утилизации углеродсодержащих твердых бытовых отходов в установке с использованием электродугового способа подвода тепла.

Научная новизна

1. Предложен и исследован способ высокотемпературной утилизации углеродсодержащих ТБО (с возможностью применения в малогабаритных реакторах)

без доступа воздуха, с применением, в качестве источника тепла, электродугового нагревателя.

2. Разработана методика определения компонентов получаемого горючего газа на основе уравнений материального и теплового баланса в реакторе при утилизации углеродсодержащих ТБО.

3. Впервые проведены исследования по раздельной утилизации ряда основных компонентов ТБО, позволяющие оценить перспективность применения данного метода.

Практическая значимость работы

Выполненное обоснование целесообразности термической утилизации углеродсодержащих ТБО без подачи воздуха дает возможность получения и последующего использования горючего газа для производства тепловой и электрической энергии.

Есть три метода решения проблемы утилизации отходов:

- свалки;
- сжигание мусора;
- раздельный сбор и утилизация.

Использование свалок не решает проблемы увеличения количества мусора. Хуже того, большое количество токсических и вредных веществ вредит окружающей среде и здоровью жителей близлежащих районов.

Сжигание отходов – это один из способов по избавлению от мусора. Суть метода заключается в термической обработке твердых бытовых отходов, которые разлагаются на пепел, шлак.

Используют сегодня технологию переработки твёрдых бытовых отходов, посредством нагревания и термического разложения в котлах или печах. После высокотемпературного разложения образуются продукты сгорания: пепел, шлаки и летучие газы. Этот метод позволяет снизить объём бытовых отходов для захоронения примерно в 10 раз.

Сжигание отходов на старых заводах, не имеющих современных систем фильтрации, наносит значительный ущерб экологии. Попадая в почву, образующиеся при сгорании вещества разлагаются десятилетиями. Опасность заключается в отравлении вод, почвы и воздуха. Так как пищевая цепочка может закончиться на человеке, такого рода вещества способны вызвать множество тяжелых и неизлечимых недугов, в том числе онкологию, повреждая иммунную систему человека, печень, мозг и кожу.

Сегодня жизнь огромных городов невозможна без заводов по сжиганию бытовых отходов. На заводах по утилизации перерабатывается и уничтожается великое количество мусора, что ежедневно оставляет после себя современный город. В противном случае человечество бы давно уже утонуло в собственных отходах.

Наиболее перспективным способом обезвреживания отходов потребления является переработка с помощью пиролиза

Пиро́лиз — термическое разложение органических и многих неорганических соединений. Это разложение органических природных соединений при недостатке кислорода (древесины, нефтепродуктов и прочего).

Пиролиз представляет собой термическое уничтожение отходов в специализированных герметичных печах. Данные печи представляют собой оригинальные конструкции, состоящие из двух отсеков, в которых мусор сжигается таким образом, что сам процесс не нуждается в доступе атмосферного кислорода.

Загрязнение воздуха при такой переработке сырья не происходит. Напротив, процесс приводит к образованию топлива, которое может быть использовано для бытовых и производственных нужд. Мы получаем бесплатный и почти неиссякаемый источник энергии.

Пиролизная установка – реактор, представляющий собой шахтную печь со встроенной швельшахтой и системой эвакуации газов, предотвращающей смешивание пиролизных и дымовых газов.

Из сортировочного отделения НБО по системе конвейерных транспортеров попадают в приемный бункер пиролизной установки. Из бункера отходы забирают грейферным ковшом, смонтированным на подъемном кране. Кран подает отходы в промежуточный бункер, днищем которого служит пластинчатый питатель, предназначенный для загрузки отходов в верхнюю часть реактора, оборудованную тремя затворами шиберного типа.

В печи пиролизной установки при температуре 500...550 °С без доступа воздуха происходит термическая деструкция (пиролиз) НБО. В результате образуется парогазовая смесь, содержащая в своем составе летучие вещества, пары смолы и твердый углеродсодержащий продукт – пирокарбон. Присутствующие в НБО кожа, пластмасса, резина и другие продукты разлагаются, образуя летучие вещества, которые помимо CO_2 и H_2O, C_1, P, SO_2 содержат углеводороды (олефины, парафины и т. д.). Пиролизные газы подвергаются дальнейшему окислению в специальной камере дожига, превращаясь в менее опасные вещества. Камера дожига имеет горелку, через которую подают природный газ или мазут и воздух на горение, а для снижения температуры образующихся дымовых газов – воздух.

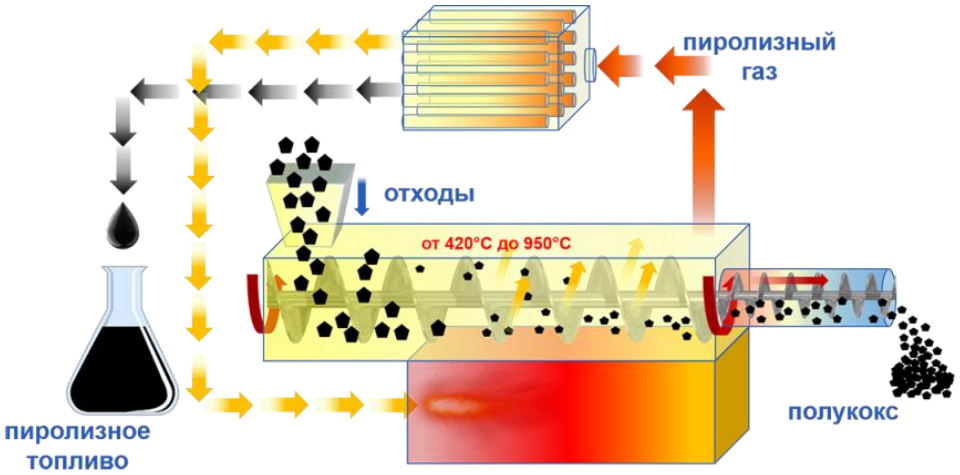


Рисунок − Технологическая схема переработки.

Переработка различных органических отходов человеческой жизнедеятельности методом пиролиза является перспективной сферой, потому что при переработке отходов таким методом количество канцерогенных и загрязняющих факторов, выделяемых в окружающую среду в процессе переработки этих отходов, должно быть значительно меньше количества таких же факторов, выделяемых отходами в процессе естественного распада. Кроме того, в результате переработки отходов методом пиролиза получается ценные высоколиквидные продукты − вторичное углеводородное сырье и топливо, значение которых в настоящее время все более возрастает в связи с истощением природных источников такого сырья.

Пиролиз – это не просто экологически безвредный способ утилизации отходов, но и изрядная экономия средств. Из пиролизных печей на выходе можно получить такие

компоненты как газ, пиролизное масло и технический углерод. Данные вещества можно использовать самыми разными способами.

Пиролизное масло и газ можно применять в качестве топлива для обогрева помещений, нагрева воды в котельных, выработки электроэнергии. Часть газа можно использовать для поддержания бесперебойной автономной работы самой установки.

Технический углерод может быть использован в производстве резин, а также в качестве наполнителя или адсорбента. Фактический пиролиз – безотходное производство, работающее на вторичном сырье. Экономия при таком способе переработки мусора колоссальная.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Бернадиер, М.Н.* Термическое обезвоживание промышленных отходов московского региона / М.Н.Бернадиер, В.В.Жижин, В.В. Ивонов // Экология и промышленность России, 2000.

ПРИМЕНЕНИЕ ИЗМЕЛЬЧЕННОГО ПЛАВЛЕНОГО МАТЕРИАЛА В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА БЕТОНОВ

Д.А. Кусмарова, С.В. Горбатко
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

В работе рассмотрены проблемы утилизации и переработки вторичного стекла, его применение в бетонных смесях строительного назначения. Переработка боя стекла положительно влияет на экологический ситуацию.

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

The paper deals with the problems of recycling and processing of recycled glass, its use in concrete mixtures for construction purposes. Glass recycling has a positive effect on the environmental situation.

Key words: WASTE, GLASS, TREATMENT, CONCRETE, HARDENING.

В строительстве широко используют бетоны, приготовленные с использованием цементов или других неорганических вяжущих веществ. Эти бетоны обычно затворяют водой. Цемент и вода являются активными составляющими бетона. В результате взаимодействия между ними образуется цементный камень, сцепляющий зерна заполнителей в единый монолит [1, 2].

Для регулирования свойств бетона и бетонной смеси в их состав вводят различные химические добавки и активные минеральные компоненты, которые ускоряют или замедляют схватывание бетонной смеси, делают ее более пластичной и удобоукладываемой, ускоряют твердение бетона, повышают его прочность и морозостойкость, регулируют собственные деформации бетона, возникающие при его твердении, а также при необходимости изменяют и другие свойства бетона.

Бетон − наиболее широко используемый строительный материал. При его производстве должны соблюдаться особенные нормы и требования.

Одной из добавок в бетон может быть стекло, полученное измельчением (рис.1) тарного и иных видов стекол.

Рисунок 1 – Продукт процесса измельчения тарного стекла

Так как стекло представляет собой полностью перерабатываемый материал, после его переработки не остается побочных материалов, которые отрицательно влияют на окружающую среду.

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.

Превращение мелкозернистого порошка связующего из измельченного стекла в камневидное тело происходит в результате взаимодействия компонентов, входящих в его состав, с водными растворами гидроксидов. Этот процесс представляет собой многостадийную гетерогенную реакцию, главными стадиями которой являются: диффузия компонентов жидкой среды к поверхности раздела фаз, адсорбция гидратированных Me^{+} щелочных металлов на активных участках поверхности кремнезема, химическое взаимодействие, отвод продуктов реакции в объем между зернами. Результат таких процессов представлен на рис.2.

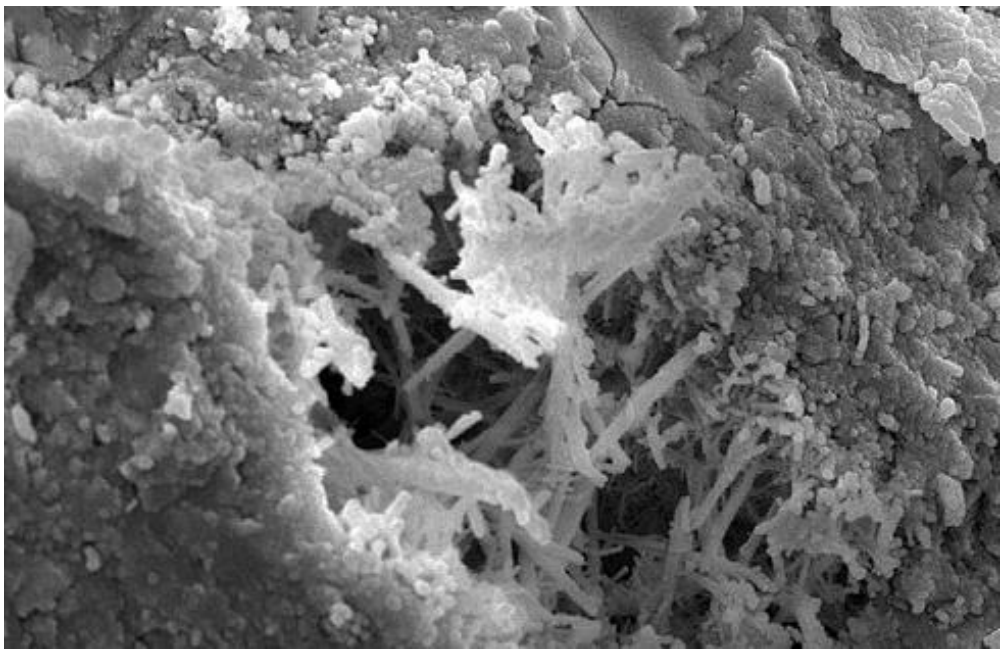


Рисунок 2 – Результат процесса гидратации компонентов бетона

За счет применения измельченного плавленого силикатного материала в бетоне, существенно сокращается объем используемого цемента, что немаловажно при постоянно существующей тенденции к росту его стоимости. Также использование вторичного сырья способствует сокращению объемов стекла на полигонах, улучшению экологической обстановки, экономии энергоресурсов.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Афанасьев, Н.Ф.* Добавки в бетоны и растворы / Н. Ф. Афанасьев, М. К. Целуйко – М.: Стройиздат, 1988. – 575 с.

2. *Калашников, В. И.* Терминология науки о бетонах нового поколения / В.И.Калашников // Строительные материалы. − 2011 − № 3. − С. 103-106.

ОТХОДЫ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА КАК СЫРЬЕВОЙ РЕСУРС ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОКСИДА ЦИНКА

О.Д. Пашкевич, Н.Л. Санкевич, А.В. Лихачева
Белорусский государственный технологический университет

В докладе показано, что отходы гальванического производства могут использоваться как сырьевой ресурс для получения оксида цинка. Проведенные исследования позволили установить, что оксид цинка может быть получен методом осаждения уротропином.

Ключевые слова: ОТХОД, ГАЛЬВАНИЧЕСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО, ОКСИД ЦИНКА, МЕТОД ОСАЖДЕНИЯ

The report shows that the waste of galvanic production can be used as a resource for the production of zinc oxide. Studies have shown that zinc oxide can be obtained by precipitation with urotropin.

Key words: WASTE, ELECTROPLATING INDUSTRY, ZINC OXIDE, METHOD OF DEPOSITION

В процессах гальванической обработки поверхности с целью придания ей антикоррозионных и декоративных свойств используются разнообразные реагенты, содержащие тяжелые металлы. Они входят в состав побочных продуктов этого производства – твердых и жидких отходов, сточных вод, выбросов в атмосферу. В результате предприятия, на которых функционируют гальванические цеха (участки), являются основными источниками поступления токсичных тяжелых металлов в объекты окружающей среды.

Процесс гальванического цинкования материало- и водоемкий: 77,8 % от массы исходного сырья составляет вода, коэффициент использования сырья за один цикл составляет 0,049 %, поэтому электролиты цинкования многократно используются в технологическом процессе.

В результате протекания процесса электролиты со временем приходят в негодность и из заменяют новыми, при этом образуются отработанные электролиты цинкования.

Отработанные электролиты цинкования характеризуются высокой концентрацией ионов цинка (до 250 г/л). Они образуются периодически от одного до четырех раз в год

в зависимости от режима слива гальванических ванн и характеризуются небольшим расходом, который определяется объемом гальванических ванн и количеством таких ванн на предприятии.

На большинстве предприятий осуществляется совместный сброс и очистка промывных сточных вод и отработанных электролитов цинкования. Объемы сбрасываемых отработанных электролитов составляют порядка 2-3 % от общего количества сточных вод гальванического производства, однако концентрация ионов тяжелых металлов в них в 100-150 раз превышает соответствующую концентрацию в промывных сточных водах.

Совместная очистка отработанных электролитов и промывных сточных вод также приводит к образованию больших объемов осадков, которые в большинстве случаев хранятся на территории предприятия. Их хранение занимает полезные площади и вызывает риск попадания тяжелых металлов и других загрязняющих веществ в подземные воды.

Уровень использования отходов гальванического производства остается низким, и основная их масса хранится на территории предприятий в металлических контейнерах, герметичных емкостях, отстойниках, шламонакопителях, реже – на объектах размещения за пределами предприятий. Хотя объем образования отходов гальванических производств на ряде предприятий не превышает 10 т/год, из-за отсутствия систем их обезвреживания предприятия вынуждены много лет хранить их на своей территории.

Использованием и обезвреживанием отходов гальванического производства занимается незначительная часть предприятий, а с учетом все возрастающего количества образующихся и уже накопленных отходов гальванического производства проблема обращения с ними требует неотлагательного решения в масштабах всей страны [1].

Высокое содержание в гальванических отходах, в том числе отработанных электролитах цинкования, цинка позволяет рассматривать их в качестве сырьевого ресурса для получения цинксодержащих соединений.

В качестве сырья для производства оксида цинка могут служить отходы химической, медеплавильной и металлообрабатывающей промышленности. Эти отходы представляют собой в большинстве случаев шламы, содержащие цинк в виде металлического цинка и его соединений [2]. Спектр цинксодержащих отходов достаточно широк, к ним относятся, например: пыли и шламы металлообработки; шлаки; отходы химической промышленности; отработанные серебряно-цинковые аккумуляторы; отработанные катализаторы; изгарь; серая окись; гарт-цинк; цинковые дроссы; цинксодержащие отходы вискозного производства; отработанные электролиты цинкования.

В таблице 1 представлены составы различных сырьевых ресурсов, из которых может быть получен оксида цинка.

Из таблицы видно, что процентное содержание цинка в руде незначительно отличается от содержания цинка в некоторых отходах. Это позволяет сделать вывод о том, что отходы также могут применяться в качестве исходного сырья для производства оксида цинка.

Получение цинковых белил из цинксодержащих руд не получило широкого применения из-за сложности технологического процесса, а также при таком производстве оксид цинка получается с желтоватым оттенком.

Таблица 1– Составы сырьевых ресурсов для получения оксида цинка

Компонент	Содержание компонентов, %						
	Руда	Металлический цинк	Отходы вискозного производства	Гарт-цинк	Изгарь	Цинковые дроссы	Отработанные электролиты цинкования
Цинк	52-67	97,5-99,997	14,3	90-95	40,0	93,0	5-15
Железо	-	<0,1	3,2	0,01-2,4	1,33	0,03	0,5-2,0
Медь	-	<0,05	-	0,01-0,1	-	-	-
Кадмий	0,3	<0,2	-	<0,03	-	-	-
Свинец	-	<2,0	-	<0,03	-	0,1	-
Сера	33,0	-	6,04	-	-	-	-
Сульфаты	-	-	0,92	-	-	-	-
Карбонаты	-	-	5,4	-	-	-	-
Хлориды	-	-	-	-	-	-	14-19
Примеси	-	-	70,14	-	58,67	7,0	-

Если сравнивать цинковые белила, полученные из металлического цинка и вторичного сырья, то можно сделать вывод о том, что цинковые белила, полученные из отходов, уступают по качеству оксиду цинка, полученному из цинка. Однако металлический цинк достаточно дорогой сырьевой ресурс, что не позволяет осуществлять процесс получения оксида цинка на территории Республики Беларусь.

На кафедре промышленной экологии были проведены исследованияЮ направленные на получение оксида цинка из отработанных растворов гальванического цинкования. Метод получения цинковых белил основан на осаждении при температуре 85 °С оксида цинка из отработанного электролита цинкования, в качестве осадителя использовался уротропин ($(CH_2)_6N_4$) [3].

В ходе исследований установлено: на выход готового продукта влияет состав отработанного электролита цинкования, а именно присутствие блескообразователя СБЦ-1; при использовании в качестве осадителя уротропина выход готового продукта выше, по сравнению с другими осадителями (этилендиамин, гидроксид натрия, карбонат натрия).

Оптимальными условиями осаждения оксида цинка из отработанных электролитов цинкования уротропином следующие:

– температура осаждения 87 ^oC;

– pH осаждения 11;

– соотношение отработанный электролит цинкования: уротропин – 1:2;

– время осаждения 1,5 ч;

– время отстаивания 4 ч.

При данных параметрах выход готового продукта составил 92,5 %.

Результаты рентгенофазового анализа осадка, полученного при осаждении из отработанных электролитов цинкования ОАО «Речицкий метизный завод», свидетельствуют об однофазной кристаллической структуре образца, кристаллической фазой которого является оксид цинка (ZnO).

Маслоемкость полученного оксида цинка составила 45,5 г/г, укрывистость равна 120 г/м^2, оба данные значения соответствую требуемым значениям ГОСТ 482-77.

На основании результатов исследований полученный оксид цинка можно отнести к марке БЦ3 по ГОСТ 202-76, который применяется для производства масляных и

алкидных красок, строительных материалов и неответственных асбестотехнических изделий.

Полученные результаты исследований легли в основу разработанной технологической схемы процесса получения оксида цинка из отработанного электролита цинкования.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1 *Марцуль, В.Н.* Очистка сточных вод гальванических цехов предприятия Республики Беларусь / В.Н. Марцуль [и др.] // Химия и технология неорганических веществ. Сб. науч. трудов БГТУ, 2013. − №3. – С. 61-67.

2 *Валуев, Д.В.* Технологии переработки металлургических отходов / Д.В. Валуев. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 196 с.

3 *Сяовэй, Ц.* Разработка методов получения наночастиц оксида цинка различных форм и размеров: дисс. работа на соиск. уч. степ. канд. хим. наук. – Москва, 2014. – 154 с.

БИОКОМПОСТИРОВАНИЕ СКОПА ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ БУМАГИ

О.Н. Остапук, А.В. Лихачева
Белорусский государственный технологический университет

В докладе показано, что осадки сточных вод (скоп), образующиеся при производстве бумаги, могут перерабатываться компостированием с использованием интенсифицирующих препаратов. Качество полученных компостов определяли физико-химическими и биологическими методами.

Ключевые слова: СКОП, ОСАДОК СТОЧНЫХ ВОД, КОМПОСТИРОВАНИЕ, КОМПОСТ, МЕТОДЫ АНАЛИЗА

The report shows that sewage sludge (scop) formed during the production of paper can be processed by composting using intensifying preparations. The quality of the compost was determined by physicochemical and biological methods.

Key words: OSPREY, SEWAGE SLUDGE, COMPOSTING, COMPOST, METHODS of ANALYSIS

В Республике Беларусь работают свыше десятка предприятий по производству различных видов картона и бумаги. Образование осадка сточных вод в процессе производства данной продукции является значительной проблемой, т.к. из-за особенностей физического состояния он не подлежит захоронению.

Скоп (осадок сточных вод) − масса, состоящая из целлюлозных волокон, глины, различных органических и неорганических примесей. Состав скопа определяется видом производимых бумаги и картона, он может меняться в зависимости от композиции бумажной массы. В настоящее время в Республике Беларусь на предприятиях картонно-бумажного производства образуется или используется осадок сточных вод, который имеет разный состав и свойства.

На ОАО «Слонимский картонно-бумажный завод «Альбертин» в процессе формования бумажной массы и промывки технологического оборудования образуется сток с высоким содержанием взвешенных веществ (мелкая фракция макулатурного

волокна). При механической очистке этих сточных вод от производства бумаги и картона на радиальных отстойниках образуется большое количество осадка – скопа.

Образующийся на ОАО «Слонимский картонно-бумажный завод «Альбертин» скоп, в соответствии с Классификатором отходов, образующихся в Республике Беларусь, имеет код 1841000 и относится к веществам 4 класса опасности [1].

По данным ОАО «Слонимский картонно-бумажный завод «Альбертин», скоп, образующийся на данном предприятии, имеет следующую характеристику [2]:

- зольность (содержание минеральных веществ) – 32%;
- pH –7,0;
- влажность – 63%;
- насыпная плотность (ориентировочно) – 650 кг/м^3.
- теплота сгорания низшая – 742 ккал/кг

Сравнив показатели характеристики скопа с нормативными показателями [3], сделан вывод о том, что осадок сточных вод, полученный при производстве картонно-бумажной продукции на ОАО «Слонимский картонно-бумажный завод «Альбертин», соответствует требованиям. Небольшое количество азота и фосфора не представляет проблем для дальнейшего использования скопа. При использовании скопа в качестве органических удобрений, а также для приготовления компостов необходимо внесение азотных и фосфорных удобрений для корректировки содержания азота и фосфора.

Исходя из вышесказанного, скоп можно использовать для процесса компостирования, а также для рекультивации земель (карьеров), при смешении с минеральными компонентами, например, строительными отходами.

Целью проведенных исследований являлось изучение влияния различных биоактиваторов на интенсивность биокомпостирования осадков сточных вод ОАО «Слонимский картонно-бумажный завод «Альбертин».

В качестве биоактиваторов использовались вещества, находящиеся в свободном доступе и рекомендованные для компостирования отходов, образующихся на садовых участках. В данной работе использовались такие вещества как:

- Бинарный биопрепарат «Горыныч»;
- Ускоритель созревания компоста «Компостин»;
- Биоактиватор компостирования «Компостелло»;
- Биопрепарат «Экомик Дачный»;
- Биоактиватор «Expel»;
- Средство для выгребных ям и септиков «Доктор Робик»;
- Средство для выгребных ям и септиков «Microbec».

Процесс биокомпостирования протекал при поддержании необходимых условий процесса: смесь перемешивали и увлажняли раствором воды с биоактиватором раз в две недели. Перемешивание проводилось для аэрации смеси, а увлажнение − для поддержания влажности 50–60 %. Процесс компостирования длился 12 месяцев, в результате которого получился гумифицированный продукт − компост.

Контроль качества полученного продукта проводили с использованием физико-химических и биологических методов анализа. Готовые компосты анализировались по следующим показателям:

- влажность;
- зольность;
- содержание органического вещества;
- pH;
- содержание питательных веществ, таких как N, P, K.

Также определяли фитотоксичность полученных компостов. Для этого почву обрабатывали полученным компостом. В полученные смеси производили посадку исследуемых культур – тест-объектов – таких как: редька, редиска, пшеница и укроп. По окончании эксперимента определяли показатели, характеризующие фитотоксичность компостов, а именно:

- всходимость семян;
- длинна ростков;
- длина корней;
- биомасса выросших растений.

Результаты исследований сравнивали с требованиями, предъявляемыми к компостам, в соответствии с действующими ТНПА, которые определяют условия использования компостов в качестве удобрений, материалов для рекультивации нарушенных земель и зеленого строительства.

Сравнивая полученные результаты с требованиями, установлено, что все компосты, полученные с исследуемыми биоактиваторами, за исключением «Expel», пригодны для приготовления почвогрунтов, использования для рекультивации нарушенных земель. В зависимости от показателя зольности данные компосты могут применяться как для технической, так и для биологической рекультивации.

Результаты определения фитотоксичности свидетельствуют о том, что полученные компосты нецелесообразно применять при выращивании сельскохозяйственных культур семейств злаковых и зонтичных.

Установлено, что компосты, полученные с использованием биоактиваторов, по-разному влияют на всходимость и качество выращиваемых сельскохозяйственных культур.

В случае использования в качестве тест-объекта укропа, во всех пробах наблюдалась очень низкая всходимость семян, а ростки были очень слабые, нежизнеспособные.

В случае использования в качестве тест-объекта редиски, благоприятное влияние на все контролируемые показатели оказывал биопрепарат «Экомик Дачный». При использовании бинарного биопрепарата «Горыныч» и средства «Доктор Робик» наблюдалось увеличение всходимости семян в 1,3–1,4 раза, но рост растений значительно замедлялся. Биоактиватор компостирования «Компостелло» улучшал качество ростков, но всходимость семян была низкой. Ускоритель созревания компоста «Компостин» и средство «Microbec» не оказывали влияние на тест-объекты.

В случае использования в качестве тест-объекта масличной редьки средство «Доктор Робик» обеспечивало увеличение всходимости семян в 1,1 раза, но рост растений значительно замедлялся. Биоактиватор компостирования «Компостелло» ухудшал всходимость семян в 1,4 раза, однако при этом лучше развилась корневая система и наблюдался быстрый рост стебля. Биопрепарат «Горыныч» улучшал всходимость семян в 1,4 раза, но существенно замедлял рост растений.

При использовании в качестве тест-объекта пшеницы во всех случаях наблюдалось ухудшение всходимости семян и практически во всех вариантах растения выросли короче и слабее.

По проведенным исследованиям можно сделать вывод о целесообразности применения биоактиваторов для процесса компостирования осадков сточных вод, образующихся на ОАО «Слонимский картонно-бумажный завод «Альбертин». Внедрение на практике данного процесса переработки отхода позволит не только снизить количество хранящегося на территории предприятия скопа, но и позволит получать продукт, который может использоваться в качестве удобрения,

почвоулучшающей добавки, для рекультивации нарушенных земель, в благоустройстве территории и зеленом строительстве.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1 Об утверждении классификатора отходов, образующихся в Республике Беларусь: постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, 30 июня 2009 г., № 48 // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2009. – № 8/21243.

2 Характеристика осадков сточных вод. – Слоним: ОАО «СКБЗ «Альбертин», 2018. – 2с.

3 Охрана природы (ССОП). Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений: ГОСТ Р 17.4.3.07-2001. Введ. 2001-10-01. – Постановление Госстандарта России, 2001. – 11 с.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОБАВОК ОТХОДОВ МЕТАЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА СВОЙСТВА ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ

Е.В. Пыжова, О.Н.Калинихин
ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

В докладе проанализирована возможность переработки доломитовой пыли, изучено влияние доломитовой пыли на свойства защитных покрытий. Установлены состав и свойства исследуемого отхода металлургической промышленности.

Ключевые слова: ДОЛОМИТОВАЯ ПЫЛЬ, ОГНЕУПОРНЫЕ ПОКРЫТИЯ, ШАМОТ, ПРОЧНОСТЬ НА СЖАТИЕ

The report analyzed the possibility of processing dolomite dust, studied the effect of dolomite dust on the properties of protective coatings. The composition and properties of the studied waste metallurgical industry.

Keywords: DOLOMITE DUST, REFRACTORY COATING, COMPRESSIVE STRENGTH

Доломитовая пыль - это отход металлургической промышленности, получаемый при обжиге доломита в вагранках. Свежая доломитовая пыль состоит в основном из CaO и MgO, которые при хранении постепенно переходят в $CaCO_3$ и $MgCO_3$. По нейтрализующей способности 1 т доломитовой пыли соответствует 1,5 т $CaCO_3$.

Химический состав доломита и доломитной пыли представлены в таблице 1 [1].

Таблица 1 — Химический состав сырого доломита и доломитовой пыли

Вид сырья	**CaO**	**MgO**	**SiO_2**	**Al_2O_3**	**Fe_2O_3**	**п.п.п.**
Доломитовая пыль	12,14%	24,66%	12,00%	10,00%	12,00%	29,17%
Сырой доломит	29,83%	20,53%	2,15%	0,52%	0,60%	45,95%

Согласно данным, предоставленным ОАО «Докучаевский флюсо-доломитный комбинат» [1], в процессе измельчения сырого доломита до нужных фракций ежегодно образовывалось порядка 250000 – 260000 тонн, а отходов в виде доломитовой пыли 10000 – 12000 т/год, при обжиге доломита во вращающихся печах основным видом отходов является пыль. Часть пыли из печи в виде полуобоженного доломита с крупностью 0-1 мм уносится с отходящими дымовыми газами и продуктами декарбонизации доломита и улавливается на двухступенчатой очистке отходящих газов камерах осаждения, циклонах и электрофильтрах. Уловленная на газоочистных установках пыль системой винтовых конвейеров и камерными насосами транспортируется в отгрузочные бункеры или отвалы. Доломитовый отсев имеет все преимущества доломитового щебня, отличающие его от других минеральных наполнителей, но при этом он намного дешевле щебня или крошки.

Для определения влияния доломитовой пыли, являющейся отходом металлургической промышленности, на свойства огнеупорного покрытий были приготовлены и исследованы обмазки составов, приведенных в таблице 2. Доломитовая пыль предварительно подвергалась термообработке при 1000 °С. В качестве вяжущего была использована фосфорная кислота с концентрацией 57 % в количестве 17-20 % (из расчета к массе сухих порошков).

Все приготовленные составы имели хорошую удобоукладываемость и сцепление с поверхностью огнеупора.

Таблица 2 – Состав огнеупорного покрытия с добавкой доломитовой пыли

Компоненты	Состав, масс. %	
	I	II
Шамот	90	85
Глина огнеупорная	10	10
Доломитовая пыль	0	5

Цилиндрические образцы составов, приведенных в таблице 2, обожженные при температуре 1100 °С, были подвергнуты испытаниям для определения плотности, пористости, водопоглощения. Полученные результаты занесены в таблицу 3 (в таблице приведены среднеарифметические значения всех показателей из трех параллельных проб).

Таблица 3 − Результаты определения плотности, пористости, водопоглощения составов с доломитовой пылью

Температура обжига, °С	Состав обмазки	Показатели		
		водопоглощение, %	открытая пористость, %	кажущаяся плотность, г/см^3
1100	I	11,1	22,0	1,96
	II	11,9	23,2	1,96

Образцы, оставшиеся после испытания, высушивают в сушильном шкафу при 100°С до постоянной массы, охлаждают до комнатной температуры и ведут испытания для определения механической прочности. Результаты испытаний занесены в таблицу 4 (в таблице приведены среднеарифметические значения показателей прочности из трех параллельных проб).

Таблица 4 − Результаты определения механической прочности покрытий составов с доломитовой пылью

Температура обжига, °С	Состав обмазки	Прочность на сжатие, МПа
1100	I	23,6
	II	30,6

Из представленных таблиц видно, что в сравнении со стандартным составом, введение доломитовой пыли незначительно, но ухудшает такие показатели как водопоглощение, открытая пористость и кажущаяся плотность, однако прочностные характеристики при этом не ухудшаются.

Таким образом, введение в состав доломитового отхода возможно в том случае, если покрытия наносятся на менее ответственные участки кладки тепловых агрегатов, которые не подвергаются значительному воздействию агрессивных сред.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Инвентаризация отходов производства «Докучаевского флюсо-доломитного комбината». Форма ОТ – 4 от 06.09.17 г. − № 208.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТВАЛОВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ В ВЕТРОЭНЕРГЕТИКЕ

А.С. Кривенко, О.Н. Калинихин
ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

Представленная работа приурочена к исследованию вероятного использования автономных ветроэнергетических установок с целью размещения на рабочих поверхностях не действующих породных отвалов. В данной работе предлагается концепция, которая предоставит возможность значительно уменьшить всевозможные энергозатраты угледобывающих предприятий благодаря привлечения в процесс электрогенерации конверсионного источника электрической энергии.

Ключевые слова: ВЕТРОЭНЕРГЕТИКА, ПОРОДНЫЕ ОТВАЛЫ, ЭЛЕКТРОГЕНЕРАЦИЯ, ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ, АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ.

The presented work is devoted to the study of the use of autonomous wind power plants for placement on the working surfaces of waste rock heaps. The concept proposed in the work will significantly reduce the potential energy costs of coal mining enterprises by involving a conversion source of electrical energy in the process of power generation.

Keywords: WIND ENERGY, ROCK DUMP, ELECTRICAL GENERATION, ENERGY EFFICIENCY, ALTERNATIVE ENERGY SOURCES

Значительно бóльшее внимание в мире за последние десятилетия уделяется альтенативным источникам электроэнергии водной, солнечной и ветровой энергетике, так как при сжигании органического топлива ухудшается состояние внешней среды, образутся загрязняющие вещества в процессе сжигания топливных ресурсов.

Ветроэнергетика достаточно известная отрасль энергетики, которая специализируется на преобразовании кинетической энергии атмосферного воздуха в тепловую, механическую, электрическую или в любую другую форму энергии. Более перспективным типом установки, который можно применять для получения электрической энергии, являются ветрогенераторы. Исходя из исследований, определено что, мощность ветрогенератора, составляющая 1 МВт, ежегодно сокращает выбросы в атмосферу до 1800 тонн диоксид углерода, до 4 тонн оксидов азота, и до 9 тонн оксид серы. Строительство ветряных электростанций связано с некими техническими и экономическими трудностями, это замедляет развитие ветроэнергетики.

Наиболее распространенное использование энергии ветра позволило бы уменьшить потребление угля и газа, а так же количество выбросов парниковых газов и загрязнение атмосферы. Помимо экологичности, ветрогенерация может быть экономически привлекательна для некоторых типов территорий, благодаря возможности реализовать электроэнергию с особым тарифом, который осуществляется на данных территориях.

Характерной особенностью Донецкого региона считается хорошо развитая промышленная инфраструктура, одним из видом которой являются породные отвалы. На поверхности терриконов в данной области использование электрогенерации перспективно [1].

Использование терриконов в процессах электрогенерации даст возможность также создать инвестиционнопривлекательные процессы формирования поверхностей терриконов, что тем самым решит проблему воздействия на окружающую природную среду. Опаснейшими для внешней среды являются отвалы с конической формой, высота которых более 20 м. К данному классу в Донецком регионе количество породных отвалов составляет 528 шт.

Эти отвалы не являются значимыми для вторичного извлечения ресурсов, потому что большинство из них являются действующими. Размещение на терриконах ветроэнергетических установок − самый перспективный метод использования пространства терриконов.Представлены исследования террикона ГП «Шахта им. А.Ф. Засядько» для размещения на нем ветроенергетической установки [2].

Породно-отвальный комплекс государственного предприятия «Шахта им. А.Ф.Засядько» находится в Ясиноватском районе Донецкой области. В него входят два террикона, соединенных между собою пересыпной транспортной «перемычкой». Один из них является действующим. Площадь исследуемого террикона 687000 м^2. Спецуправление «Донецкуголь» осуществляет формирование действующего террикона.

Изучая и анализируя работы исследований Сербик В.А. и Чеботарева А.В., можно оценить перспективность применения электрогенерирующих ветряков таких как ВЕУ1000 и Радуга-1, а также проанализировать эколого-экономическую эффективность установок разной конструкции при их монтаже на не действующем терриконе государственного предприятия «Шахта им. А.Ф. Засядько» [3].

Установка электрогенерирующих ветряков на площади породного отвала, высота которого находится в пределах 40 метров, выполнена согласно результату снятия вершин терррикона. Следовательно и ветрогенераторы с применением подстанций и электросетей станут вспомогательным источником электрической энергии. В таблице 2 представлены расчеты экономической результативности ветроэнергетических установок мегаваттного класса.

Таблица 1 - Сравнительный анализ показателей ветроэнергетических установок

Характеристики	ВЭУ - 1000	« Радуга – 1 »
Диаметр пропеллера,м	$D_P = 64$	$D_p = 49$
Высота башни (оси вращения), м	$H_P = 70$	$H_P = 36$
Номинальная скорость, м/с	$W_n = 14$	$W_n = 14$
Критическая скорость, м/с	$W_{кр} = 26$	$W_{кр} = 26$
Ориентировочная цена, млн. р	$Ц_р = 8,5$	нет сведений

Таблица 2 -Эффективность использования ветроэнергетических установок мегаваттного класса в Донецкой области

Показатели	Высота оси $H_р$, м			
	36	73	71	110
Экономия условного топлива, т/год	968	1169	2002	2178
Экономическая эффективность, млн. р/год	2,89	3,5	7	6,47
Экономия угля, т/год	1710	2087	3574	3889
Период окупаемости, лет	2,7	2,5	1,3	1,4

Экономические данные топливных ресурсов, периода окупаемости, экономической эффективности для установок разной мощности представлены на рисунке 1.

Данные вычисления являются теоретическими, поскольку отсутствует глубокий анализ показателей ветрового режима на терриконах. То есть, следующим направлением в дальнейшем исследовании должен быть анализ ветровой активности системных показателей исследуемого породно-отвального комплекса.

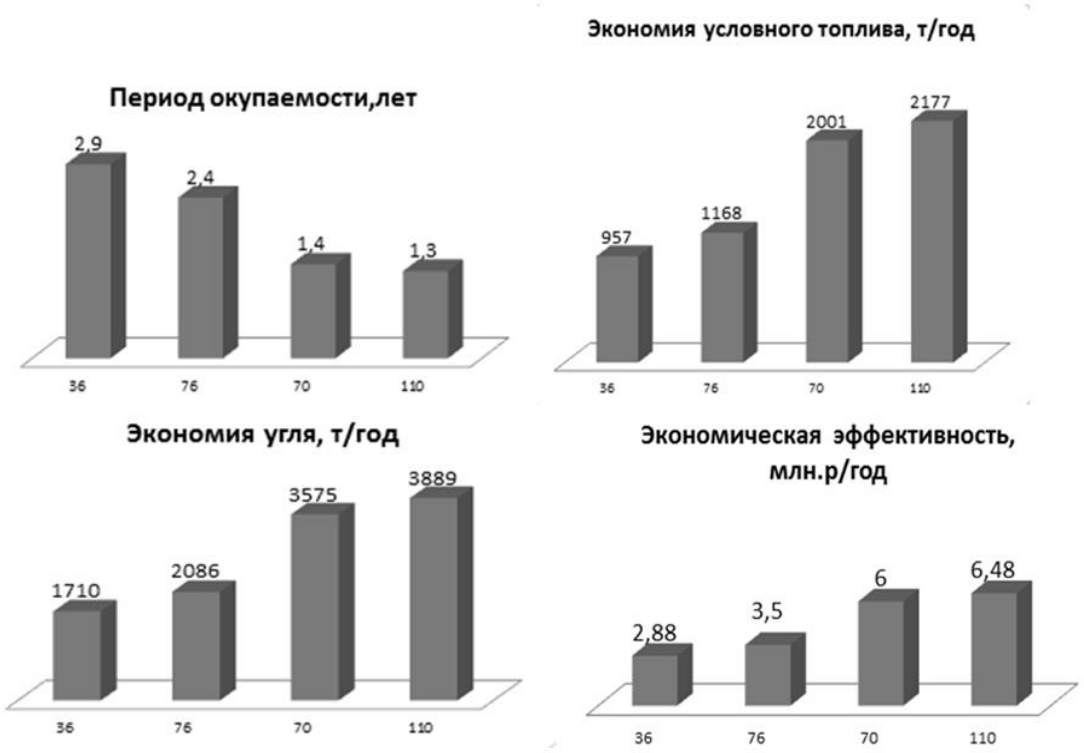


Рисунок 1 – Технико-экономические показатели эффективности использования электрогенерирующих ветровых установок

Исходя из результатов проделанного анализа, можно сделать вывод о том, что использование на протяжении длительного периода автономных ветроэнергетических установок, размещенных на площади отработанных терриконов, становится выгодным и значительно сокращает экономические расходы.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Лабейш, В.Г.* Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии / В.Г. Лабейш. − Издательство: СЗТУ, 2003. – 238 с.

2. *Буняченко, В.В.* Терриконы / В.В.Буняченко, С.Г.Воробьев, А.А.Зубов и др. // Луганск, 2015. – С. 636-638.

3. *Городов, Р.В.* Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учебное пособие / Городов Р.В., Губин В.Е. – Томск : Изд-во ТПУ, 2009. – С. 132-135.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ СОЖ

А.А. Коновалова, Н.М. Аванесян
Ульяновский Государственный Технический университет

В статье уделяется большое внимание системам очистки СОЖ. Потому что смазочно-охлаждающие жидкости являются обязательным элементом большинства технологических процессов обработки материалов резанием и давлением. Загрязнения СОЖ снижают эффективность и качество обработки металлов, эмульсия быстрее поражается бактериями, приобретает неприятный запах и возникает необходимость ее очистки.

Ключевые слова: СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩАЯ ЖИДКОСТЬ (СОЖ), ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ, ГРУППОВЫЕ И ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫЕ СИСТЕМЫ.

The article pays great attention to coolant cleaning systems. Because cutting fluids are an indispensable element of most technological processes for processing materials by cutting and pressure. Coolant contamination reduces the efficiency and quality of metal processing, the emulsion is faster affected by bacteria, gets an unpleasant odor and there is a need to clean it.

Key words: LUBRICANT-COOLING LIQUID (LOOSE), INDIVIDUAL SYSTEMS, GROUP AND CENTRALIZED SYSTEMS.

СОЖ — это многокомпонентные составы, главным назначением которых является охлаждение и смазка инструментов и обрабатываемых деталей из черных, цветных металлов и сплавов. Они уменьшают трение и защищают инструменты и заготовку от перегрева и коррозии, эффективно удаляют абразивную пыль и мелкую стружку из рабочей зоны, предотвращают быстрый износ основных элементов оборудования [1].

Существующая практика применения СОЖ в промышленности не предполагает особо внимательного отношения к вопросам ее очистки от шламов, масел и других загрязнений. На многих предприятиях систем очистки СОЖ или совсем не существует, или они представляют собой примитивные сооружения устаревших конструкций.

Загрязнения СОЖ снижают эффективность и качество обработки металлов, эмульсия быстрее поражается бактериями, приобретает неприятный запах. Поэтому возникает необходимость ее преждевременного слива на очистные сооружения или в канализацию с последующим сбросом в водоемы, что приводит к интенсивному загрязнению окружающей среды, а предприятия вынуждены платить штрафы и тратить большие средства на замену СОЖ, а также ее утилизацию.

Нами рассматриваются централизованные системы очистки СОЖ на ЗАО «Орском заводе компрессоров», которые предназначены, для:

- очистки рабочей эмульсии в процессе эксплуатации и поддержания ее работоспособности;
- механизированного извлечения из системы применения механических примесей (стружки. шлама) и инородных масел;
- контроля состава эмульсии и ее коррекции в процессе эксплуатации.

В рассматриваемом нами предприятии ЗАО «Орском заводе компрессоров» были выявлены основные типы систем очистки СОЖ:

- на основе силовых очистителей: флотаторы, баки-отстойники, гидроциклоны, центрифуги, магнитные и электромагнитные сепараторы;
- на основе очистителей с пористой перегородкой: фильтры с намывным слоем, фильтры сетчатые, пресс-фильтры, полосовые, гидровакуумные фильтры, мембранные фильтры, ленточные фильтры;
- комбинированные: сочетание различных фильтров.

Проведя анализ, определили, что наибольшее распространение в системах очистки получили баки-отстойники с перегородками. Но для обеспечения необходимого качества очистки емкость баков-отстойников должна быть в 10-15 раз больше минутной производительности системы. Кроме того, наличие плавающего в баке маслошлама значительно снижает срок службы СОЖ вследствие ее бактериального поражения.

С целью улучшения качества очистки, увеличения производительности и уменьшения емкостей баков-отстойников в системах перед баками устанавливают магнитные сепараторы. Они наиболее эффективны для очистки жидкостей, содержащих ферромагнитные частицы, и широко распространены в групповых (ГС) и центральных системах (ЦС) предприятий черной металлургии.

В индивидуальных системах (ИС) иногда используют различные уловители, фильтры, ленточные магнитные сепараторы. Эти очистители в ГС и ЦС, как правило, не применяются ввиду их малой производительности и низкой степени автоматизации.

При очистке небольших объемов СОЖ в ИС могут быть использованы мешочные, сетчатые, магнитно-сетчатые, пластинчатые приемные фильтры и вакуум-фильтры. В силу низкой степени автоматизации, малой производительности и отсутствия тонкой очистки, в ГС и ЦС широкого применения они не нашли.

Нами выявлено, что в групповых и централизованных системах очистки в настоящее время находят широкое применение полосовые фильтры фирмы SACK и их аналоги. Эти фильтры высокопроизводительны при низкой загрязненности и могут использоваться для очистки любых марок и типов СОЖ. Однако применение фильтр-прессов и полосовых фильтров в системах очистки связано со значительными затратами вследствие большого расхода фильтровальных материалов, сложности оборудования, больших капитальных затрат на его изготовление.

С точки зрения экономии фильтровальных материалов более предпочтительны гидровакуумные фильтры. Они высокопроизводительны, не требуют применения большого количества насосного оборудования, однако также не нашли широкого применения в промышленности в виду сложности обслуживания и дороговизны.

Из всего многообразия систем для очистки СОЖ в ГС и ЦС наряду с магнитными сепараторами, полосовыми фильтрами иногда применяют гидроциклоны. Их основным недостатком является невысокая степень очистки, в связи, с чем их чаще всего применяют на предварительных стадиях очистки СОЖ.

Проведенный нами анализ показывает, что ни один из рассмотренных очистителей не может обеспечить требуемое высокое качество очистки СОЖ от механических примесей и инородных масел. Поэтому, мы в нашем проекте предлагаем комплексное решение на основе комбинации наиболее современных и эффективных очистных аппаратов.

Многоступенчатая схема организации системы очистки обеспечивает существенное повышение качества очистки СОЖ (тонкости и степени очистки) путем последовательного соединения различных очистителей. При разработке многоступенчатых схем очистки СОЖ предпочтение следует отдавать безнапорным элементам, что позволяет использовать однонасосные схемы, уменьшить габаритные размеры системы очистки СОЖ, ее стоимость и энергопотребление. Кроме вышесказанного, предлагаемый вариант многоступенчатой системы очистки СОЖ позволяет решить такую сложную и трудоемкую задачу, как предотвращение накопления мелкодисперсных механических примесей в СОЖ, которые, имея более развитую поверхность по сравнению с тем же массовым количеством крупнодисперсных частиц, ускоряют в 2 - 10 раз процесс расслоения СОЖ.

Хотим подчеркнуть, что достоинства предлагаемых систем очистки СОЖ на базе установок типа «ВИТА-С» по сравнению с другими, в том числе зарубежными, заключаются в обеспечении:

-возможности очистки жидкостей с высокой загрязненностью механическими и масляными примесями;

-высокой степени очистки СОЖ, позволяющей увеличить качество обрабатываемых поверхностей (особенно при шлифовании);

-универсальности по отношению к водным и водомасляным СОЖ;

-очистки СОЖ без использования расходных материалов (фильтровальные материалы, реагенты и др.), что позволяет исключить расходы на утилизацию;

- удаления твердых магнитных и немагнитных частиц;

-простоты обслуживания и высокой надежности и долговечности работы оборудования;

-длительного срока окупаемости – в пределах 0,5-1,5 года;

-значительное увеличение срока службы СОЖ.

Аналогичные системы очистки СОЖ внедрены на ряде ведущих предприятий РФ (ОАО «АВТОВАЗ» г. Тольятти, ОАО «УАЗ» г. Ульяновск, ЗАО «Кардан» г. Сызрань, ОАО «Северсталь» г. Череповец, ОАО «Новолипецкий металлургический комбинат» г. Липецк и др.), где показали свою высокую эффективность при очистке различных эмульсий.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Смазочно-охлождающие жидкости (СОЖ) [Электронный ресурс]// Режим доступа: https://oilcool.ru/article/sozh_kharakteristiki_sostav_primenenie/ (дата обращения 11.02.2019)

2. Комплекс приготовления и подачи СОЖ [Электронный ресурс]// Режим доступа: http://ioteh.ru/areas/coolant/complex (дата обращения 11.02.2019)

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ. ВОДОРОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ БУДУЩЕГО

В.В. Лапин, Е.А. Сажченко, А.В. Курявая, В.В. Шейн
УДО «Донецкая Республиканская Малая Академия Наук учащейся молодежи»

В докладе проанализирована возможность создания экологически чистого двигателя, потребляющего в виде топлива возобновляемые природные ресурсы. Двигатель должен быть компактным, мощным, простым в производстве и эксплуатации и иметь высокий КПД.

Ключевые слова: ГЛОБАЛИЗАЦИЯ НЕГАТИВНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ, АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ, ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЙ ДВИГАТЕЛЬ.

The report analyzed the possibility of creating an environmentally friendly engine that consumes renewable natural resources in the form of fuel. The engine must be compact, powerful, easy to manufacture and operate and have high efficiency.

Keywords: GLOBALIZATION OF NEGATIVE CONSEQUENCES, ALTERNATIVE ENERGY INSTALLATIONS, ENVIRONMENTALLY PURE ENGINE.

Характерной особенностью нашего времени является интенсификация и глобализация воздействия человека на окружающую его природную среду, что сопровождается небывалыми ранее интенсификацией и глобализацией негативных последствий этого воздействия. И если раньше человечество испытывало локальные и региональные экологические кризисы, которые могли привести к гибели какой-либо цивилизации, но не препятствовали дальнейшему прогрессу человеческого рода в целом, то теперешняя экологическая ситуация чревата глобальным экологическим коллапсом. Кризисных точек как в проблемном, так и в пространственном смысле становится все больше, и они оказываются тесно связанными между собой, образуя становящуюся все более частой сеть. Именно это обстоятельство и позволяет говорить о наличии глобального экологического кризиса и угрозе экологической катастрофы.

В настоящее время остро стоит задача о возможности снижения вредных выбросов в атмосферу продуктов сгорания углеводородного топлива (угля, нефтепродуктов, газа). Эту проблему предлагается решить различными способами. Наибольшее распространение получили методы, которые позволяют улучшить процессы горения в камерах сгорания тепловых установок, например, в двигателях внутреннего сгорания (ДВС). Это достигается как улучшением конструкции камер сгорания, так и улучшением качества используемых углеводородных топлив. В частности достаточно широкое распространение получили двигательные установки, работающие на природном газе, либо его производных (например, метане).

Как известно, поршневой двигатель внутреннего сгорания имеет как достоинства, так и целый ряд определенных недостатков. Прежде всего, глобальной проблемой является токсичный выхлоп бензиновых и дизельных ДВС, а также постоянная потребность в нефтяном топливе. Не сильно меняется ситуация и после перевода автомобиля на газ, так как установка ГБО также не решает всех задач. С учетом данных особенностей постоянно ведутся разработки альтернативных вариантов. Сегодня реальным конкурентом ДВС является электродвигатель. При этом относительно небольшой запас хода, высокая стоимость аккумуляторных батарей и всего электрокара в целом, а также отсутствие развитой инфраструктуры по ремонту и обслуживанию таких машин закономерно тормозит их популяризацию. По этой причине автопроизводители постоянно работают над тем, чтобы получить «безвредный» для

окружающей среды и относительно дешевый в производстве силовой агрегат, который при этом не будет нуждаться в дорогом топливе. Среди подобных двигателей следует отдельно выделить водородный ДВС, который вполне может заменить существующий на сегодня дизельный или бензиновый мотор, причем в обозримой перспективе. Давайте рассмотрим, как работает водородный двигатель, какую конструкцию имеет подобный мотор и в чем заключаются его особенности.

Прежде всего, горение водорода по сравнению с нефтяным топливом отличается тем, что водород сгорает намного быстрее. В обычном двигателе смесь бензина или солярки с воздухом заполняет камеру сгорания тогда, когда поршень почти поднялся в ВМТ (верхняя мертвая точка), затем топливо какое-то время горит и уже после этого газы давят на поршень. На водороде реакция протекает быстрее, что позволяет сдвинуть наполнение цилиндра на момент, когда поршень уже начинает движение в НМТ (нижняя мертвая точка). Также после того, как протекает реакция, результатом становится обычная вода вместо токсичных выхлопных газов. Как видно, на первый взгляд стандартный двигатель относительно легко подстроить под водородное топливо путем доработок впуска, выпуска и системы питания, однако это не так. Первая проблема заключается в том, как получать необходимый водород. Как известно, водород находится в составе воды и является распространенным элементом, однако в чистом виде практически не встречается. По этой причине для максимальной автономности на транспортное средство нужно отдельно ставить водородные установки, чтобы «расщеплять» воду, позволяя мотору питаться необходимым топливом. Идея кажется привлекательной. Более того, можно даже обойтись без наружного воздуха на впуске и создать закрытую топливную систему. Другими словами, после каждого раза, когда в камере сгорит заряд, в цилиндре будет оставаться водяной пар. Если этот пар пропустить через радиатор, произойдет конденсация, то есть снова образуется вода, из которой можно повторно получить водород. Однако чтобы этого добиться, на автомобиле должна стоять установка для электролиза (электролизер), которая и будет отделять водород от воды, чтобы затем получить нужную реакцию с кислородом в камере сгорания. На практике установка получается сложной и дорогой, а создать такую закрытую систему довольно сложно. Дело в том, что любой двигатель внутреннего сгорания независимо от типа топлива все равно нуждается в системе смазки, чтобы защитить нагруженные узлы и трущиеся пары. Если просто, без моторного масла никак не обойтись. При этом масло частично попадает в камеру сгорания и затем в выхлоп. Это значит, что полностью изолировать топливную систему на водороде (не использовать наружный воздух) практически нереализуемая задача. По этой причине современные водородные двигатели внутреннего сгорания больше напоминают газовые двигатели, то есть агрегаты на газе пропане. Чтобы использовать водород вместо пропана, достаточно изменить настройки такого ДВС. Правда, КПД на водороде несколько снижается. Однако и водорода нужно меньше, чтобы получить необходимую отдачу от мотора. При этом никаких установок для автономного получения водорода не предполагается. Что касается попытки подать водород в обычный бензиновый или дизельный двигатель, автоматически возникают риски и сложности.

Высокие температуры и степень сжатия могут привести к тому, что водород будет вступать в реакцию с нагретыми элементами ДВС и моторным маслом. Также даже небольшая утечка водорода может стать причиной того, что топливо попадет на разогретый выпускной коллектор, после чего может произойти взрыв или пожар. Чтобы этого не случилось, для работы на водороде чаще задействуют роторные двигатели. Такой тип ДВС больше подходит для этой задачи, так как их конструкция

предполагает увеличенное расстояние между впускным и выпускным коллектором. Так или иначе, даже с учетом всех сложностей, ряд проблем удается обойти не только на роторных, но даже и на поршневых моторах, что позволяет водороду считаться достаточно перспективной альтернативой бензину, газу или солярке.

Двигатель на водородных топливных элементах. Обратите внимание, под водородными двигателями понимаются как агрегаты, работающие на водороде (водородный ДВС), так и моторы, которые используют водородные топливные элементы. Первый тип мы уже рассмотрели выше, теперь давайте остановимся на втором варианте. Топливный элемент на водороде фактически представляет собой «батарейку». Другими словами, это водородный аккумулятор с высоким КПД около 50%. Устройство основано на физико-химических процессах, в корпусе такого топливного элемента имеется особая мембрана, проводящая протоны. Эта мембрана разделяет две камеры, в одной из которых стоит анод, а в другой катод. В камеру, где расположен анод, поступает водород, а в камеру с катодом попадает кислород. Электроды дополнительно покрыты дорогими редкоземельными или благородными металлами (зачастую, платиной). Эти металлы выполняют роль катализатора, который оказывает воздействие на молекулы водорода. В результате водород теряет электроны. Одновременно протоны идут через мембрану на катод, при этом катализатор также воздействует и на них. В итоге происходит соединение протонов с электронами, которые поступают снаружи. Такая реакция образует воду, при этом электроны из камеры с анодом поступают в электрическую цепь. Указанная цепь подключена к двигателю. Простыми словами, образуется электричество, которое заставляет двигатель работать от такого водородного топливного элемента. Подобные водородные двигатели могут пройти не менее 200 км. на одном заряде. Основным минусом является высокая стоимость топливных элементов по причине использования платины, палладия и других дорогих металлов.

Сегодня водородные автомобили и двигатель на воде можно считать вполне реальной альтернативой не только привычным ДВС, которые используют нефтяное топливо, но и электрокарам. Прежде всего, такие установки менее токсичны, при этом они не нуждаются в дорогостоящем топливе на основе нефти. Также автомобили с водородным двигателем имеют приемлемый запас хода. В продаже имеются и гибридные модели, использующие как водород, так и бензин. Что касается недостатков и сложностей, машина с водородным двигателем имеет высокую стоимость, а также могут возникать проблемы с заправкой топливом по причине недостаточного количества заправочных станций. Не стоит забывать и о том, что также не просто найти специалистов, которые способны качественно и профессионально обслужить водородную силовую установку. При этом обслуживание будет достаточно затратным. Напоследок отметим, что активное строительство трубопроводов для перекачки газа метана обещает в дальнейшей перспективе возможность перекачки по этим же трубопроводам и водорода. Это значит, что в случае роста общего числа авто с водородными двигателями, также высока вероятность быстрого увеличения количества специализированных заправочных станций.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Легасов, В. А.* Атомно-водородная энергетика и технология / Легасов В.А. − М., 1978. − С. 11-36.

2. *Мищенко, А. И.* Применение водорода для автомобильных двигателей / Мищенко А. И. − К., 1984.

СОСТОЯНИЕ АТМОСФЕРЫ ГОРОДА ЕНАКИЕВО И ВОЗМОЖНЫЕ СПОСОБЫ ЕЕ УЛУЧШЕНИЯ

Е.С. Бондаренко, В.Г. Ефимов
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

В докладе проанализирована возможность улучшения состояния атмосферы в городе Енакиево путем озеленения центрального района города. Исследован состав воздуха и количество вредных веществ, содержащихся в нем. Изучено влияние выбросов в атмосферу на здоровье человека.

Ключевые слова: МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ЗАВОД, ЗАГРЯЗНЯЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА, КОНЦЕНТРАЦИЯ ПЫЛИ, ПРОМЫШЛЕННОСТЬ.

In the report the possibility of improving the state of the atmosphere in the city of Yenakiyevo through landscaping the central area of the city was analyzed. The composition of air and the amount of harmful substances contained in it were investigated. The effect of air emissions on human health was studied.

Keywords: METALLURGICAL PLANT, POLLUTING SUBSTANCES, DUST CONCENTRATION, INDUSTRY.

Енакиево — город республиканского значения. Это один из промышленных городов, расположенных на севере Донецкой Народной Республики.

Население города по данным городского совета на 1 января 2015 года — 107 587 чел. Около 60 % занятых в народном хозяйстве трудятся в промышленности. Сейчас многие предприятия работают не на полную мощность.

Металлургический и коксохимический заводы, а также аглофабрика – градообразующие предприятия, расположенные в центре города. В 2014 году на них трудилось около 1/3 населения г. Енакиево. Они расположены в центре города.

В начале февраля 2015 года из-за боевых действий завод остановил работу. В конце марта 2015 года завод продолжил работу, начав производство чугуна и стали. В феврале 2017 года доменные печи были временно законсервированы.

В настоящее время штат сотрудников завода значительно сокращен в связи с тем, что завод работает не на полную мощность. Однако выбросы вредных веществ в атмосферу уменьшились незначительно.

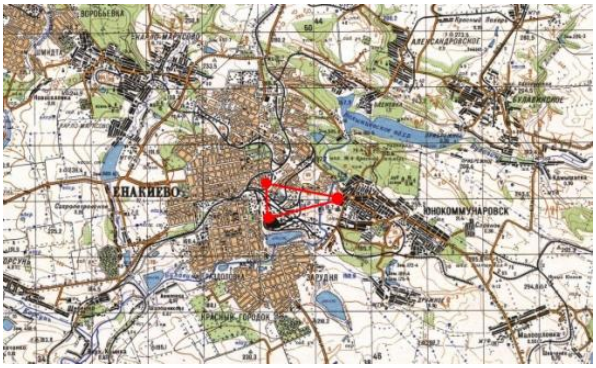


Рисунок 1 – «Промышленный треугольник»

За последнее время до 2017 года выбросы вредных веществ в атмосферу города возросли в десятки раз. Такая тенденция наблюдается в связи с тем, что металлургический и коксохимический заводы, аглофабрика стремительно развивались и расширяли свое производство до 2017 года. Образовавшийся «промышленный треугольник», вершинами которого являются эти предприятия, несет угрозу здоровью населения города Енакиево и здоровью будущих поколений.

Ниже представлена диаграмма, показывающая динамику среднемесячной концентрации пыли в воздухе атмосферы в самый жаркий месяц – июль – за несколько лет (2009-2017гг.), мг/м^3.

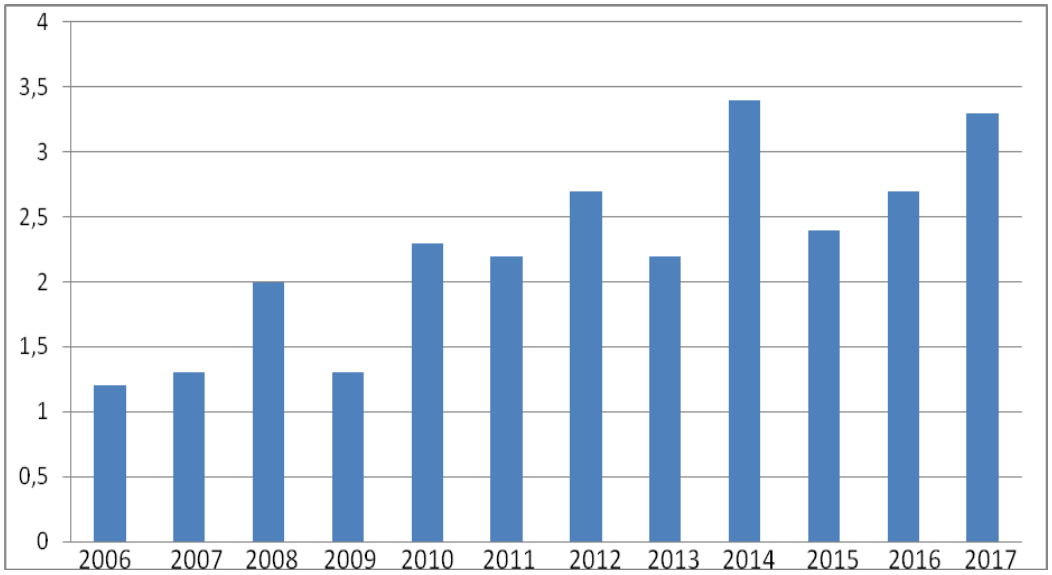


Диаграмма 1

На каждого жителя города в среднем приходится 347,6 кг/год выбросов загрязняющих веществ. Для сравнения в Горловке атмосферные выбросы составляют 421 кг, а в Донецке – 34,7 кг. Основные загрязняющие вещества, содержащиеся в атмосферном воздухе Енакиево, представлены пылью, диоксидом серы, оксидом углерода, диоксидом азота, сероводородом, формальдегидом и фенолом.

Формальдегид и фенол действуют на слизистые оболочки и кожу, оказывают сильное действие на центральную нервную систему.

Сероводород обладает резким неприятным запахом (тухлых яиц), вызывает коррозию металлических стенок труб, баков и котлов и является общеклеточным и каталитическим ядом.

Диоксид азота приводит к нарушениям функций легких и бронхов. При контакте диоксида азота с влажной поверхностью (слизистые оболочки глаз, носа, бронхов) образуются азотная и азотистая кислоты, раздражающие слизистые оболочки и поражающие альвеолярную ткань легких.

Токсическое (отравляющее) действие оксида углерода заключается в том, что под его влиянием кровь теряет возможность поглощать кислород. Он действует на сердечно-сосудистую систему и головной мозг.

Диоксид серы может спровоцировать сильнейшие аллергические реакции и способствовать образованию раковых опухолей.

Пыль беспрепятственно проникает в верхние дыхательные пути и легкие человека и вызывает затрудненное дыхание и воспаления дыхательных путей.

Если проследить уровень заболеваемости в городе Енакиево, то можно заметить, что с 2000 года резко повысился рост сердечно-сосудистых заболеваний и туберкулеза.

Давно известны полезные для человека свойства многих растений. Высаживаемые на городских улицах и в скверах деревья и кустарники, помимо декоративно-планировочной и рекреационной выполняют также защитную и санитарно-гигиеническую роль. Деревья и кустарники, произрастающие в рядовых посадках вдоль городских улиц, играют роль барьера между жилой застройкой и промышленными

предприятиями, защищая селитебную зону от неблагоприятного воздействия предприятий.

Рассмотрим растения, которые являются универсальными и наиболее подходящими по климату для города.

Большое распространение в озеленении городов получили различные виды тополя, вяза, акации, которые поглощают множество вредных для здоровья человека и окружающей среды веществ, а выделяют кислород в относительно больших объемах. Кустарник сирень способствует очищению дыхательных путей. Ранее он рос во многих районах Енакиево, однако сейчас почти полностью исчез.

Город, особенно его центральная часть, нуждается в интенсивном озеленении, а в Енакиево только в 2016 году в центре было срезано 146 больших деревьев.

Действие промышленного треугольника условно ограничивается тремя концентрическими окружностями так, как показано на рисунке 2, с соответствующими радиусами R=14 см (2170 м^2), R=18 см (2790 м^2), R=22 см (3410 м^2). Если по всей длине каждой окружности организовать высадку деревьев (тополей, вязов, акаций, кустов сирени), можно создать искусственные препятствия движению загрязненного воздуха, а значит уменьшить распространение пыли и других загрязняющих веществ в городе.

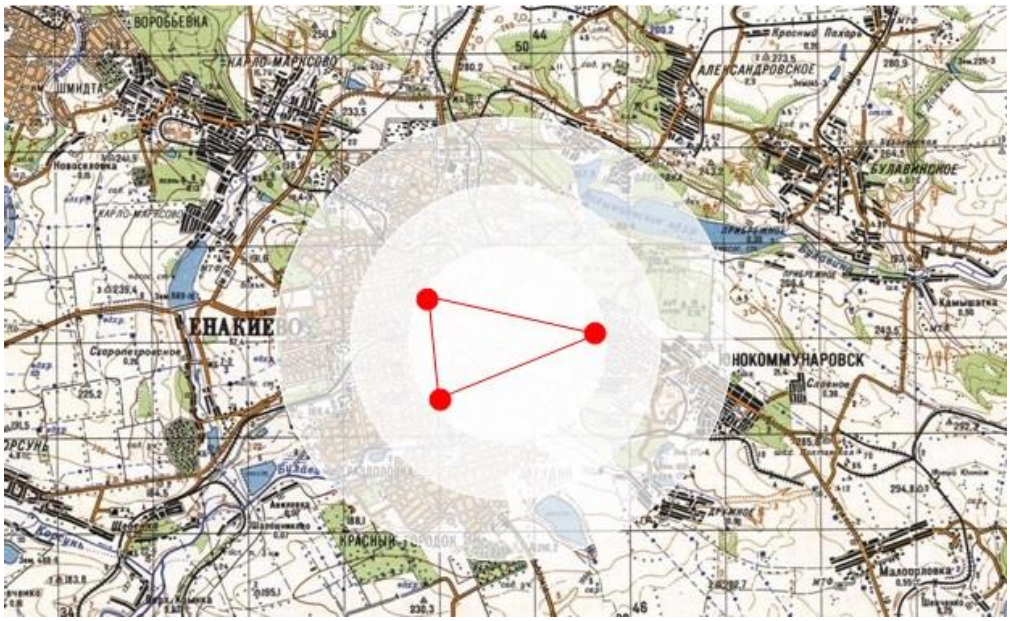


Рисунок 2 – Распространение загрязняющих веществ

Длина первой окружности составит 13,63 км, длина второй окружности составит 17.52 км, длина третьей окружности - 21,42 км.

По длине второй и третьей концентрических окружностей, общей длиной 38,94 км, можно высадить указанные растения. Причем речь идет об озеленении только той части города, которая плотно населена, т. е. только о второй и третьей полуокружностях, длина которых будет в 2 раза меньше и составит 19,5 км. Если деревья высадить, чередуя их с кустарниками с шагом 9-10 м по полуокружностям, выделенным на рисунке, для этого потребуется от 1950 до 2170 деревьев и кустарников.

Таким образом, организация зеленых насаждений позволит значительно уменьшить распространение загрязняющих веществ в атмосфере, снизить заболеваемость и улучшить экологическую ситуацию в городе Енакиево.

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ГРУНТОВ

Н.А. Бурдаковский[1], О.Н. Калинихин[2]

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»[1]
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»[2]

Представлены результаты исследования характера изменчивости температуры грунтов г. Донецк, с целью обоснования внедрения технологии извлечения потенциальной тепловой энергии с помощью тепловых насосных установок.

Ключевые слова: ГРУНТОВЫЕ ОСНОВАНИЯ, ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ, ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ПОЛЯ, МОНИТОРИНГ, ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ.

The results of the study of the nature of the variability of the temperature of the ground bases of Donetsk, in order to justify the introduction of technology for extracting potential thermal energy using heat pump units.

Keywords*: GROUND BASE, RENEWABLE ENERGY SOURCES, TEMPERATURE FIELD, MONITORING, HEAT PUMPS.*

Важной тенденцией в природоохранной сфере Донецкой Народной Республики (ДНР) по состоянию на 2017-2018 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, освоение внебалансовых месторождений углеводородов, использование вторичных энергоресурсов, освоение гидропотенциала малых рек, гелиоэнергетики и т.п [1].

Технически достижимый годовой энергопотенциал 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 внебалансовых (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.

Процессы внедрения технологий по использованию низкопотенциальной тепловой энергии грунта требуют обязательного оценивания температур почвы и прилегающих грунтов, так как данный фактор является определяющим для обоснования и внедрения технических решений подобного типа. Технологии, основанные на использовании тепловой энергии почв, находят своё применение в процессах отопления и кондиционирования зданий, обеспечения их электроэнергией и горячим водоснабжением. Наиболее распространены данные технологии в европейских странах и странах ближнего зарубежья [2]. В Российской Федерации в настоящий момент их внедрение не является системным и требует обязательных государственных мер по поддержке их массового распространения [3].

Целью данной работы стало определение характерных особенностей распределения температуры почв и грунтовых оснований в г. Донецке для оценки их энергетического потенциала при использовании в качестве источника тепловой энергии.

Исследования температуры почвенных массивов в г. Донецке проводились для следующих типов инженерно-геологической обстановки, характеризующей ситуацию в различных частях города.

Полигон мониторинга 1: система мониторинга была установлена на территории горно-геологического факультета ГОУ ВПО «ДонНТУ» в Ленинском районе г. Донецка. Мониторинг вёлся непрерывно с января 2013 г. по октябрь 2015 г. Расположение контрольной скважины характеризовалось прилегающей плотной городской застройкой. Расстояние от наблюдательной скважины до ближайшего здания составляло порядка 5 м.

По результатам анализа инженерно-геологических условий площадка мониторинга 1 включала в свой состав глинистые грунты, в подошве с галькой до 60-70% общей толщиной 11,6 м, перекрытыми толщей насыпных грунтов толщиной 6,0 м. В качестве коренной породы выступали алевролиты на глубинах 17,6 м.

Насыпные почвенно-грунтовые массивы были представлены суглинком различной степени пластичности в основании с примесью до 60-70 % строительного мусора (щебень, битый кирпич, стекло, дерево).

Четвертичные аллювиально-делювиальные отложения представлены в основном глиной от твердой до тугопластичной, подстилаемой галечниковым грунтом с заполнителем твердой супесью (гравия и гальки до 60-70 %).

Площадка 2: система мониторинга установлена на территории, прилегающей к реке Кальмиус в Ворошиловском районе г. Донецка (правобережная часть г. Донецка). Мониторинг ведется с августа 2013 г. по октябрь 2015 г.

Площадка 2 расположена на малозастроенной территории города. Расстояние до ближайшего строения более 30 м. По результатам архивных изысканий близлежащей территории в геологическом отношении экспериментальная площадка 2 сложена четвертичными аллювиальными песчаными и глинистыми грунтами, в подошве с гравием до 25 % общей толщиной более 15 м. Четвертичные аллювиальные отложения представлены песком мелкозернистым, глиной и суглинком от мягкопластичной до текучей консистенции. С глубины 1,0 м по всей толще аллювиальных грунтов отмечены включения гравия с увеличением к основанию до 25%. Коренные породы по результатам архивных изысканий встречены на глубине 17,0 м.

Исследования распределения температурных полей в грунтовом массиве проводятся путем установки термопреобразователей сопротивления (датчиков температуры). Установка термопреобразователей сопротивления производилась в предварительно пробуренные скважины под защитой обсадной трубы. Для сбора получаемых данных используются регистраторы РТМ 59, предназначенные для измерения, длительной регистрации и контроля температуры и других неэлектрических величин (частоты, давления, расхода, уровня и др.), преобразованных в электрические сигналы силы, напряжения постоянного тока и активное сопротивление постоянного тока [3].

Глубина наблюдаемой толщи грунтового массива на площадке 1 составляет 19 м. Температурные датчики установлены с интервалом 1 м.

Глубина наблюдаемой толщи грунтового массива на площадке 2 составляла 17 м. Температурные датчики устанавливались с интервалом 2 м, на глубине до 3 м − с шагом 0,5 м. Для анализа изменения температурного режима грунтового основания на

протяжении нескольких годовых циклов на рис. 1 приведены среднемесячные температуры сентября за период с 2013 по 2015 г.

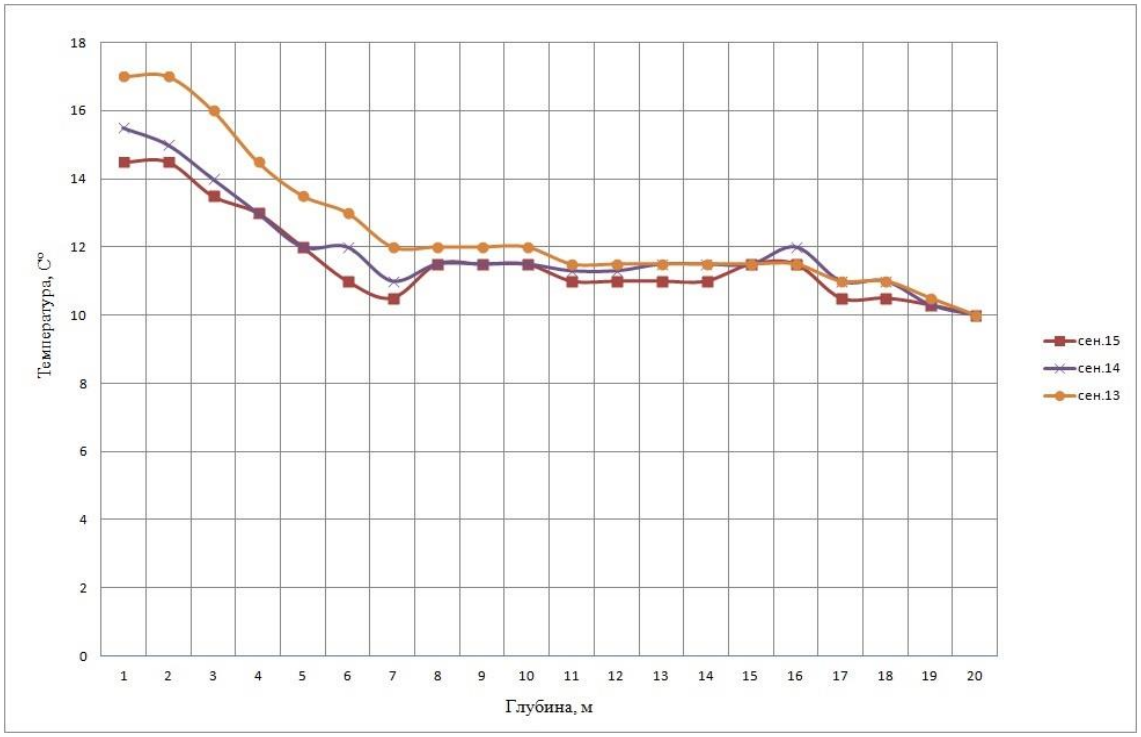


Рисунок 1 − График среднемесячных температур грунтовых оснований сентября по результатам мониторинга с 2013 по 2015 г. на площадке 1

Таким образом, на основании проведённых экспериментов можно сделать следующие выводы:

1. Температура грунтового массива для площадок 1 и 2 с глубины 7-8 м постоянная и составляет 12 и 6°С соответственно. Снижение температуры на глубинах 7-37 м не зафиксировано, в отличие площадки 1 от 2. Температуры грунтового массива для площадки 2 более низкие, чем площадки 1, в среднем на 4-6 °С. При этом с увеличением глубины разница температур уменьшается.

2. Зафиксированная разница температурных режимов грунтовых массивов площадок, вероятно, объясняется наличием дополнительных источников тепла на площадке 1, в частности расположением площадки 1 в плотной городской застройке. При проектировании энергоэффективных фундаментов и подземных конструкций зданий необходимо учитывать особенности расположения объекта, наличие окружающей застройки, инженерных коммуникаций.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Сибикин, Ю.Д.* Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. − М: Издательство Knorus, 2010. – 227 с.

2. ГКД 34.02.305-2002 Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от энергетических установок. Методика определения.

3. *Трубаев, П.А.* Тепловые насосы: учебное пособие / П.А.Трубаев, Б.М. Гришко. − Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2009. – 142 с.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА МАСШТАБОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СРЕДУ ОБИТАНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ В РЕЗУЛЬТАТЕ ШТАТНОЙ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ПОЖАРА

В.В. Кривошей, В.В. Хазипова, Л.Т. Писарев
ГОУВПО «Академия гражданской защиты» МЧС ДНР

Рассмотрена сравнительная оценка масштабов воздействия на среду обитания загрязнений в результате штатной хозяйственной деятельности и опасных факторов пожара. Приведены карты рассеивания сернистого ангидрида и монооксида углерода с нанесенными на них зонами заражения аварийно опасными химическими веществами.

Ключевые слова: СЕРНИСТЫЙ АНГИДРИД, МОНООКСИД УГЛЕРОДА

The comparative estimation of affecting scales is considered habitat of contaminations as a result of regular economic activity and dangerous factors of fire maps over of dispersion of sulphureous anhydride and monooxide of carbon are Brought with the zones of defeat inflicted on them under abnormal condition by dangerous chemicals.

Keywords: SULPHUREOUS ANHYDRIDE, MONOOXIDE of CARBON

Со вступлением человечества в эпоху научно-технического стремительного роста техносферы частота и масштабы ущерба от технологических катастроф стали сопоставимы с аналогичными показателями стихийных бедствий.

Потенциально наиболее опасными считаются атомные объекты, химическая и нефтеперерабатывающая промышленность, трубопроводы, транспорт. Однако, ежедневно происходят и «тихие» технологические катастрофы, порождаемые выбросами в атмосферу и водоемы, захоронением в землю вредных отходов. Их коварность заключается в постепенном и незаметном накоплением вредных веществ, которые неотвратимо грозят среде обитания человека в будущем.

Подсчитано, что на современном уровне развития технологии 90% и более сырья уходит в отходы. Поэтому громоздятся горы пустой породы, небо застилают дымы сотен труб, вода отравлена промышленными стоками, вырубаются миллионы деревьев.

Современная промышленность закладывает материальную основу человеческой жизни. Большая часть основных потребностей человека может быть удовлетворена через посредство товаров и услуг, предоставляемых промышленностью.

Воздействие промышленности на среду обитания зависит от характера территориальной локализации, объемов потребления сырья, материалов и энергии, от возможности утилизации отходов и степени завершенности циклов.

Все промышленные узлы и сложные производства отличаются по «букету» загрязняющих веществ. Каждая отрасль по-своему «вламывается» в окружающую среду, имеет свои уровни токсичности и характер воздействия, включая и здоровье человека. В целях наблюдения за загрязнением среды обитания, комплексной оценки и прогноза ее состояния, организуют мониторинг среды обитания.

В Донбассе много крупных предприятий и объединений приоритетной группы, к которой следует отнести предприятия топливно-энергетического комплекса, металлургическую промышленность, коксохимические заводы и горнодобывающие предприятия. Подобные производства отличаются сложностью и многогранностью технологических процессов, большим количеством видов сырья, используемого в производстве. Одним из таких предприятий является Донбасская обогатительная фабрика, расположенная в городе Торезе. На первый взгляд технологические процессы

обогатительной фабрики вызывают опасения, что выбрасываемые в атмосферный воздух, сбрасываемые в поверхностную гидрографическую сеть загрязнители, образующиеся отходы могут представить существенную опасность для окружающей среды. В связи с этим целью данной работы является мониторинг источников загрязнения обогатительной фабрики и прилегающей к ней территории с целью оценки, анализа и своевременного выявления изменений их состояния, происходящих в них процессов и явлений, а также для информационной поддержки принятия решений по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций техногенного характера.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- определить качественный и фактический количественный состав выбросов, сбросов загрязняющих веществ; отходов, образующихся на предприятии в результате штатной хозяйственной деятельности;

- спрогнозировать вероятность развития чрезвычайной ситуации на одном из участков предприятия;

- предсказать уровень загрязнения атмосферы с целью оценки, анализа и своевременного выявления изменений в ней и информирования населения.

Была проведена инвентаризация источников выбросов вредных веществ. Для получения достоверной и полной картины влияния источников выбросов вредных веществ предприятия на воздушную среду рассчитаны поля концентраций загрязняющих веществ, которые характеризуют максимальные приземные концентрации загрязнителей на границе санитарно-защитной зоны (СЗЗ) обогатительной фабрики. Расчет рассеивания загрязняющих веществ проведен в приземном слое атмосферы в радиусе не менее двух километров от источников выбросов с применением унифицированной электронно-вычислительной программы «ЭОЛ». Анализ результатов расчетов рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере в режиме штатной хозяйственной деятельности свидетельствует о том, что на границе СЗЗ не выявлено превышений предельно допустимой концентрации ни по одному из ингредиентов выбросов.

Углеобогатительная фабрика имеет полностью замкнутый водяной цикл водно-шламового хозяйства с оборотным техническим водоснабжением и практически не сбрасывает сточные воды в природные водоемы. Вредность оборотных вод фабрики заключается в их высокой степени минерализации солями жесткости, наличии шламов и присутствие флотационных реагентов.

Образующиеся твердые отходы (тонкие шламы флотации) и отходы породы размещаются на породном отвале.

Следовательно, в результате штатной хозяйственной деятельности воздействие на среду обитания данного объекта можно классифицировать как допустимое.

Одним из самых важных моментов организации функционирования обогатительной фабрики является пожарная безопасность. С целью предупреждения пожаров, недопущения гибели и травмирования людей на пожарах проводится прогнозирование критических ситуаций. Анализ пожарной опасности, возникающей в результате самовозгорания угля в вагоне, который поставляет его для обогащения, определяли построением сценария возникновения и развития пожароопасной ситуации и пожара. Был использован метод логического дерева событий. Построение логического дерева событий, лежащего в основе оценки для рассматриваемой пожароопасной ситуации, которая может повлечь за собой возникновение аварии с пожаром и дальнейшим его развитием, осуществляли исходя из следующих предпосылок: самовозгорание угля с последующим горением угля и рассеиванием продуктов сгорания, сопровождающееся интоксикацией среды обитания. На основе

дерева событий при возникновении и развитии пожароопасной ситуаций и пожара проведен расчет зоны возможного химического загрязнения атмосферного воздуха методом с использованием компьютерной программы.

При возникновении чрезвычайной ситуации на распространение в атмосфере опасных веществ существенное влияние оказывают: размеры и очаги химического заражения; время подхода загрязненного воздуха к определенному рубежу; время поражающего действия ядовитых веществ; возможные потери людей в очаге поражения; степень вертикальной устойчивости приземного слоя воздуха, которая определяет интенсивность рассеивания загрязненного воздуха и уменьшения концентрации в нем.

Для расчета интенсивности рассеивания загрязнителей: сернистого ангидрида и монооксида углерода была использована компьютерная программа, разработанная на кафедре естественнонаучных дисциплин Академии гражданской защиты МЧС ДНР. С этой целью в компьютерную программу были внесены следующие данные: скорость генерации или интенсивность залпового выброса загрязнителей (М, г/с); топографическая карта местности района расположения объекта. Расчет был проведен при вертикальной устойчивости воздуха − инверсии.

Основным показателем степени загрязнения воздуха является интегральный индекс загрязнения атмосферы (ИЗА). ИЗА учитывает не только предельно допустимые среднесуточные концентрации различных веществ, но и вредность их воздействия на здоровье населения. Уровень загрязнения атмосферного воздуха загрязнителями нами определялся в соответствии с четырьмя установленными категориями ИЗА: низкой (менее 5 единиц), повышенной (от 5 до 7), высокой (от 7 до 14) и очень высокой (более 14). Результатом расчета рассеивания вредных веществ в атмосфере явилось создание карты рассеивания. На карте (рис. 1) отображены плоскостные зоны рассеивания монооксида углерода (а) и сернистого ангидрида (б), отличающиеся разным значением индекса загрязнения атмосферы. Как видно из рисунка 1, зона, обозначенная красным цветом (1), соответствует очень высокому уровню загрязнения (ИЗА более 14); зона, обозначенная оранжевым цветом (2) соответствует высокому уровню загрязнения (ИЗА более 7); зона обозначенная желтым цветом (3) соответствует повышенному уровню загрязнения (ИЗА от 5 до 7). Глубина красной зоны − 360 м, это санитарно- защитная зона предприятия. Глубина оранжевой зоны − 560 м, в нее попадает около 15-20 жителей поселка. Глубина желтой зоны − 600 м, в нее попадает около 50 жителей.

а- монооксид углерода б – сернистый ангидрид

Рисунок 1 – Карты рассеивания загрязнителей

На основе данных по зональному распределению вредных веществ и с целью минимизации масштабов последствий пожара нами предложены следующие рекомендации: создание сети оперативного оповещение сил, участвующих в локализации чрезвычайной ситуации; создание постов оповещения и информирования жителей вблизи расположенных населенных пунктов; разработка системы мер по ликвидации аварийных ситуаций в зависимости от их видов.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБА ПРОВЕТРИВАНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ

Т.А. Лобкова, Д.А. Козырь
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

В данной статье рассмотрен один из способов проветривания горных выработок с использованием геотермальной энергии. Рассмотрена схема проветривания шахтных выработок с дополнительными оборудованиями и сооружениями, необходимыми для реализации данного способа.

Ключевые слова: ГЕОТЕРМАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ, ПРОВЕТРИВАНИЕ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК, КАЛОРИФЕР, ШАХТНАЯ ВОДА.

This article describes one of the methods of ventilation of mine workings using geothermal energy. The scheme of ventilation of mine workings with additional equipment and facilities necessary for the implementation of this method is considered.

Keywords: GEOTHERMAL ENERGY, VENTILATION MINE OPENINGS, HEATER, MINE WATER.

Данная тема является актуальной, поскольку существуют серьёзные затруднения при эксплуатации оборудования. Возможное обледенение шахтного ствола вызывает аварии с тяжелыми последствиями. Во избежание подобных случаев предусматривается обогрев ствола.

В течение длительного времени на угольных и рудных шахтах обычно для обогрева воздуха, подаваемого в шахтный ствол, применяли водяные либо паровые калориферы разных типов. Недостатком водяных калориферов является сложный монтаж, опасность размораживания калориферов, даже при кратковременных авариях, связанных с подачей перегретой воды.

В горнодобывающих регионах тяжёлая экологическая ситуация объясняется интенсивным потреблением различных видов энергии, получаемой из традиционных видов топливных ресурсов: природного газа, угля, нефтепродуктов и др. Этому способствуют огромные выбросы парниковых и токсичных газов, аэрозолей и тепловые потери, поэтому использование менее вредного тепла недр представляется важной экологической и ресурсосберегающей задачей.

Постоянный поток тепла из раскаленных недр, направленный к поверхности земли является основным источником геотермальной энергии. Такого тепла достаточно, чтобы расплавлять горные породы под земной корой, превращая их в магму. Так как значительная часть магмы остается под землей, она нагревает вышерасположенную породу подобно печи.

На определенной глубине, температура земли всегда имеет плюсовую температуру, и чем глубже скважина, тем выше температура. Обычно такие места находятся в зонах повышенной сейсмической активности, где происходит столкновение или разрыв тектонических плит. Поэтому наиболее перспективные геотермальные ресурсы находятся в зонах вулканической активности. Чем выше геотермический градиент, тем дешевле обходится добыча тепла за счет уменьшения расходов на бурение скважин и откачку растворов. Ниже земной коры находится слой горячих и расплавленных пород, называемый магмой. Возникновение тепла в таких местах, происходит за счет распада природных радиоактивных элементов, таких как уран и калий-40.

На основании оценки экспертов, следует вывод, что из всех возобновляемых источников энергии, самая низкая цена за 1кВт·ч у ГеоЭС [1].

Наиболее распространенные виды топливо, такие как природный газ, нефть будут исчерпаны в ближайшей перспективе, запасы угля и урана также ограничены. Поэтому человечество вынуждено переходить на альтернативные виды энергоносителей.

Исходя из исследований, следует отметить, что запасы геотермальной энергии на планете достаточны для того, чтобы на длительное время обеспечить потребности всего человечества, а ее стоимость – одна из самых низких среди возобновляемых источников энергии.

Для проветривания горных выработок шахт на сегодняшний день используют осевые и центробежные вентиляторы с мощным электрическим приводом. Чтобы не происходило обледенение, в зимнее время года устья ствола нагревают воздухом, который поступает в шахту, до температуры не ниже +2°С. Для этого потребляется немалое количество электроэнергии, которая является существенной составляющей себестоимости добываемого угля [2].

Применение геотермальной энергии шахт для проветривания выработок позволяет уменьшить расход используемой для работы калориферов электроэнергии, получаемой из ископаемых видов горючего, относящиеся к невосполнимым и исчерпывающим видам энергоносителей. Следовательно, появляется возможность снизить себестоимость добываемого угля, а также значительно улучшить экологическую обстановку в угледобывающих регионах.

Способ проветривания шахт с использованием геотермальной энергии реализуется таким образом (рис. 1): поток атмосферного воздуха подают в шахту с отрицательной температурой, при этом в данный воздух непрерывно вводят шахтную воду через форсунки в виде факела в распыленном состоянии по всей площади потока и производят теплообмен до момента достижения воздухом температуры не ниже 2°С, затем подогретый воздух направляют в эксплуатационные выработки. Осевшую в воздухоподающем канале воду собирают и подают в шахтный зумпф для последующего подогрева с помощью использования глубинных процессов теплопередачи геотермальной энергии от окружающих зумпф горных пород [3].

Забор шахтной воды осуществляют из зумпфа, расположенного ниже транспортного горизонта отрабатываемого блока угольных пластов. Используют шахтную воду, аккумулируемую со всего отрабатываемого блока угольных пластов. Технический результат − упразднение искусственного процесса подогрева воздуха, который подают в шахту в зимний период и, следовательно, резкое снижение затрат на проветривание в целом.

Подача воды с положительной температурой и в распыленном состоянии в поток холодного воздуха действительно способствует его нагреву до заданной температуры в диапазоне от 2°С и до температуры, близкой температуре воды, вводимой в поток воздуха. При этом количество подаваемой воды принимается в зависимости от количества потребляемого воздуха.

Следует подчеркнуть, что при движении воздуха по выработкам, последний получает дополнительный нагрев от окружающих пород, окисления угля, от работающих горных машин и обслуживающего персонала.

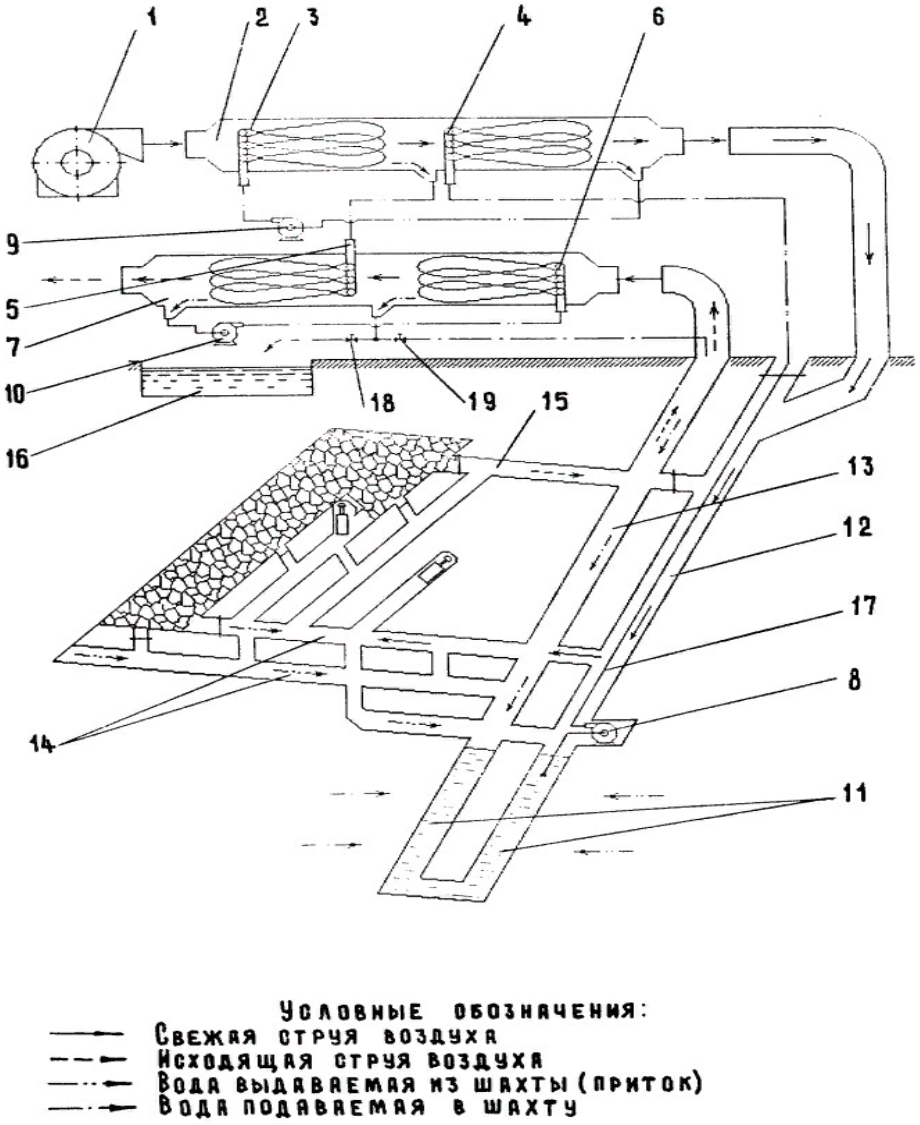


Рисунок 1 − Схема проветривания шахтных выработок с дополнительными оборудованием и сооружениями, необходимыми для реализации предлагаемого способа

Используя геотермальную энергию, мы получаем экологический эффект из двух составляющих: во-первых, снижаются экологические платежи, во-вторых, сокращаются расходы невосполнимых энергетических ресурсов, таких как уголь, природный газ, мазут и др.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Костенко, В.К.* Перспектива повышения эффективности работы глубоких угольных шахт / В.К. Костенко // Уголь Украины. − 2007. − №6. − С. 5-7.

2. *Бокий, Б. В.* Основы горного дела. – Углетехиздат: М., 1956. – С. 181–182.

3. *Атрушкевич, А.А.* Способ использования геотермальной энергии при проветривании шахт / А.А. Атрушкевич, О.А. Атрушкевич и др. Патент № 2162945. Заявл.: 26.06.1998; опубл.: 10.02.2001.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ «ШАХТА им. ЗАСЯДЬКО» ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ «ДОНЕЦКУГОЛЬ» НА СОСТОЯНИЕ ГИДРОСФЕРЫ

К.С. Немыткина[1], О.Н. Калинихин[2]
ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

В докладе проанализировано влияние ГП «Шахта им. Засядько» на состояние реки Кальмиус. Установлены количественные фоновые показатели реки Кальмиус и показатели состава сточных вод шахты. Проанализирована система очистки.

Ключевые слова: СТОЧНЫЕ ВОДЫ, ШАХТНЫЕ ВОДЫ, ЗАГРЯЗНЯЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА

In the report influence of GP "The Mine of Zasyadko" on a condition of the Kalmius River is analysed. Quantitative background indices of the Kalmius River and indicators of composition of sewage of the mine are established. The system of cleaning is analysed.

Key words: WASTEWATER, MINE WATER, POLLUTANTS

Основными загрязнителями поверхностных водных объектов на территории Донецкой Народной Республики являются угледобывающие предприятия. Откачиваемые шахтные воды характеризуются механическим, химическим, бактериальным загрязнением, имеют высокую минерализацию, часто агрессивны из-за того, что pH<7. Основными загрязняющими веществами, содержащимися в сбросах предприятий Республики, являются взвешенные вещества, хлориды, сульфаты, азот аммонийный, нитраты и нитриты. Наибольшее количество загрязняющих веществ сбрасывают предприятия городов Донецк и Макеевка.

Недостаточно очищенные воды – загрязненные воды, прошедшие очистку, степень которой недостаточна и приводит к превышению нормативно допустимого сброса.

Основными причинами сброса недостаточно очищенных вод являются:

–отсутствие утвержденных нормативов допустимых сбросов;

–перегруженность очистных сооружений по объему очищаемых вод;

–устаревшая конструкция и технология очистки;

–некачественное строительство очистных сооружений;

–неудовлетворительная эксплуатация очистных сооружений.

ГП «Шахта им. А.Ф. Засядько», запроектированная институтом «Южгипрошахт», сдана в эксплуатацию в 1958 году. Проектная производственная мощность шахты составляет 1800 тыс. т угля в год. Фактическая производительность по добыче угля за 2016 год составила 1225,585 тыс. т. Уголь марки Ж – коксующийся. Общие запасы составляют 130,787 млн. т. Промышленные запасы – 94,608 млн.т. Раскрытые – 53,868 млн. т [1].

В состав шахты входят: основная промплощадка, площадка воздухоподающего и вентиляционного ствола №1, породный отвал, пруды-отстойники (2-х секционные) по ул. Молодых Шахтеров. Шахтное поле вскрыто 4 вертикальными стволами и капитальными квершлагами. Добыча угля марки Ж ведется на глубинах1300 м. Шахта отрабатывает пласты m3, l4. Общие запасы угля 132,4 млн. т. Шахта относится к сверхкатегорийной по выделению газа метана и опасной по взрыву угольной пыли.

Водоотведение хозбытовых сточных вод осуществляется по раздельной схеме: хозбытовые сточные воды с центральной промплощадки отводятся в канализационные

сети КП «Водоканал». Канализационные колодцы в количестве 23 выпусков, из них 18 выпусков расположены на территории промплощадки и 5 выпусков по улице Волчанской. Техническое состояние канализационной системы удовлетворительное, все колодцы хорошо отремонтированы, почищены, установлены крышки, жироловки.

Хозбытовые сточные воды с промплощадки восточного вентиляционного ствола №1 и восточного воздухоподающего ствола №1 отводятся в сети горводоканала. Сброс сточных вод с промплощадки восточного воздухоподающего ствола №2 и восточного вентствола №3 осуществляется в выгребную яму, если работает котельная. С 2014 г. котельная АБК не работает. Хозяйственно-бытовые сточные воды от водопотребителей участка по ремонту и изготовлению оборудования сбрасываются в канализационные сети КП «Компания «Вода Донбасса» Макеевского ПУВКХ. Ливневая канализация на центральной и других промплощадках шахты отсутствует. Ливневая вода со всех промплощадок сбрасывается на рельеф.

Сброс шахтных вод осуществляется в балку Безыменная, а затем в реку Кальмиус. В балку Безыменная на пути следования также сливаются ливневые воды Киевского района г.Донецка. Перед сбросом в р. Кальмиус на поселке Гладковка существует каскад прудов-осветлителей, построенных для закрытой шахты им. Ф.Кона [1].

Река Кальмиус берет свое начало на юго-западных склонах Донецкого Кряжа и впадает в Азовское море в районе г.Мариуполь. Длина реки 209 км, площадь водосбора 5070 км^2. Средний уклон водной поверхности – 1% [2].

В верхней и средней частях бассейна наблюдается многочисленные выходы подземных вод. В приустьевой части выходы подземных вод не отмечены.

Таблица 1 – Фоновые показатели по реке Кальмиуса 2016г.

№ п/п	Наименование показателей	Фоновые показатели, мг/дм3	
		До сброса шахтных вод	После сброса шахтных вод
1	Взвешенные вещества	14,175	18,8
2	Минерализация	1477	1910,5
3	Хлориды	298,75	459,5
4	Сульфаты	440,25	512,75
5	Железо общее	0,44	0,435
6	Азот аммонийный	0,39	0,358
7	Нитраты	4,658	4,87
8	Нитриты	0,1075	0,19
9	БПК5	4,195	4,173
10	Фенолы	0,0024	0,00165
11	Нефтепродукты	0,063	0,1125
12	Фосфаты	0,1	0,095
13	ХПК	20,925	21,95
14	СПАВ	0,0025	0,004

В гидрологическом отношении река достаточно изучена. По данным наблюдений средний модуль стока изменяется от 2,0 л/с с км^2 до 4 л/с с км^2. Река с притоками испытывает сильную антропогенную нагрузку; речная вода загрязнена шахтными, хозяйственными и промышленными сточными водами, отрегулирована

водохранилищами и прудами. Вследствие высокой антропогенной нагрузки река частично потеряла способность к самоочищению.

Таблица 2 − Показатели состава и свойств сточных вод ГП «Шахта им. А.Ф. Засядько»

Наименование загрязняющего вещества	Единица измерения	Даты проведения измерений проб воды		Допустимая концентрация	ПДК (ком-быт)
		12.07.16	12.08.16		
Взвешенные вещества	мг/дм^3	29.0	25.0	20	-
$БПК_5$	мг/дм^3	9.7	8.7	4.5	4.5
ХПК	мг/дм^3	29.7	26.4	30	30
Нефтепродукты	мг/дм^3	0.35	0.30	0.3	0.3
Сухой остаток (минерализация)	мг/дм^3	3843	3943	1500	1500
Сульфаты	мг/дм^3	843	832	500	500
Хлориды	мг/дм^3	1411.00	1200.00	350	350
Азот аммонийный	мг/дм^3	0.57	0.58	1	2
Нитрит-ион	мг/дм^3	0.3	0.79	0.5	3.3
Нитраты	мг/дм^3	8.90	9.00	10	45
Железо общее	мг/дм^3	0.90	0.42	0.3	0.33
Фосфаты	мг/дм^3	0.47	0.33	1	3.5
Фенолы	мг/дм^3	0.0020	0.0011	0.001	0.001
СПАВ	мг/дм^3	0.040	0.032	0.04	

Шахтная вода по горным выработкам и водоотводящим канавкам поступает в подземные водосборники, где проходит предварительную механическую очистку. Из водосборника горизонта 802 м насосами шахтная вода перекачивается в водосборники центрального водоотлива на горизонте 529 м, откуда насосами ЦНС 300/600 откачивается на поверхность. Выданная на поверхность шахтная вода поступает в 3-х секционный горизонтальный отстойник, где происходит механическая очистка и обеззараживание жидким хлором, далее по коллектору длиной 700 м поступает в пруды отстойники 2-х секционные на ул. Молодых Шахтеров, где происходит доосветление шахтной воды. Далее по балке Безыменная вода поступает в реку Кальмиус.

Были проанализированы результаты инструментально-лабораторного анализа воды реки Кальмиус после сброса шахтных вод. Выявлены превышения по взвешенным веществам, $БПК_5$, сухому остатку, сульфатам, хлоридам, железу общему.Учитывая устаревшую технологию очистки сточных вод и длительное отсутствие реконструкции очистных сооружений за основу дальнейшей работы мы хотели бы взять улучшение эффективности схемы очистки сточных вод ГП «Шахта им. А.Ф.Засядько».

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Пояснительная записка к разрешению на специальное водопользование и нормативам ПДС загрязняющих веществ в водный объект с обратными водами ГП «Шахта имени А.Ф. Засядько».
2. Окружающая среда Донбасса за 2009 год / Главное управление статистики в Донецкой области. – Донецк. – 2010. – 154 с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАБОТЫ ШАХТНЫХ КОТЕЛЬНЫХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ ВЫРАБОТАННОГО ПРОСТРАНСТВА

А.С. Семененко, Д.А. Козырь
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

В докладе проанализирована возможность совершенствования работы шахтных котельных с использованием геотермальной энергии выработанного пространства. Установлены проблемы нехватки энергетических ресурсов в нашем регионе. Приведена схема подготовки воздуха в шахтные котельные.

Ключевые слова: ШАХТНЫЕ КОТЕЛЬНЫЕ, ГЕОТЕРМАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ, ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ, ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, ТЕПЛООБМЕННИКИ.

The report analyzed the possibility of improving the work of mine boiler-houses with the use of geothermal energy of the developed space. The problems of lack of energy resources in our region have been identified. The scheme of air preparation in mine boiler rooms is given.

Key words: MINE BOILER, GEOTHERMAL ENERGY, ENERGY SAVING, INDUSTRY, HEAT EXCHANGERS.

Благодаря активному развитию промышленности в последние десятилетия перед мировой общественностью остро стал вопрос развития энергетики.

Так как энергетические ресурсы ограничены, а потребности людей все больше набирают обороты, то поэтому все чаще мы слышим об энергосбережении и использовании нетрадиционных источников энергии.

В настоящее время ДНР переживает энергетический кризис, связанный с зависимостью от импорта энергоносителей (нефти, газа), так как государство удовлетворяет свои потребности в энергоресурсах за счет собственных запасов менее чем на 50 %.

С учётом этого возникают немаловажные вопросы: насколько эффективно мы используем энергию; необходимо ли ее такое количество; возможно ли, не повышая уровня производства энергии (или повышая его незначительно), существенно повысить эффективность ее использования и тем самым повысить уровень развития и благосостояния общества; возможно ли снизить воздействие на окружающую среду, используя новые, более чистые, технологии и способы получения энергии и продуктов?

Исходя из развития мирового сообщества на протяжении двух-трех десятилетий, мы можем увидеть и понять, что найти ответы на эти вопросы возможно.

В соответствии со статистическими данными ДНР установлено, что на одного жителя Республики приходится около 345 кг вредных выбросов. Преобладающие вредные вещества – оксид углерода, сернистый ангидрид, пыль и лёгкие органические соединения.

Главным источником такого масштабного загрязнения воздуха являются предприятия энергетики и теплоэлектроцентрали. Маломощные котельные, промышленные и отопительные печи размещаются в зонах с высокой концентрацией населения. Отсутствие технического оборудования для очистки выбросов в атмосферу наносит огромный вред экологической безопасности ДНР, а нерациональное расходование энергоресурсов − энергетической стабильности государства.

Основным энергоносителем в Донецке является уголь, каменный и бурый. Ресурсная база каменного угля составляет 94,5%, а бурого — 5,5%.

По данным статистики недра ДНР могут содержать около 130-150 млрд. т угля. По данным экспертов при таком же объеме добычи и экспорта угля на мировой рынок его хватит на 150-200 лет. Мировых запасов нефти и газа хватит на 40-60 лет, угля — на 270 лет. В связи с этим современную угольную энергетику рассматривают как приоритетную отрасль энергетики, а уголь − как основной энергетический ресурс Донбасса.

Для соблюдения норм загазованности в шахтном стволе и забоях применяются вентиляторы, которые осуществляют продувку выработок и вынос воздуха на поверхность.

Относительно высокая и постоянная, вне зависимости от сезона, температура этого воздуха – до +25ºС, что делает его привлекательным источником энергосбережения. Количество извлекаемого шахтного воздуха составляет тысячи кубических метров в минуту. В связи с тем, что вентиляционный поток проходит по горным выработкам, он содержит шахтный газ – метан, в процентном соотношении до 0,75% к общему количеству воздуха. Это не противоречит нормам концентрации для предела взрывоопасности смеси горючих газов, в соответствии с которыми: $C_{сн4}$= 4 - 6% − нижний предел горючести; $C_{сн4}$ = 9,5% − взрыв максимальной мощности [1].

В данной работе рассматривается возможность безотходного использования отработанного шахтного воздуха, который будет использован на нужды шахтной котельной. Она будет расположена вблизи вентиляционного ствола.

Согласно санитарным нормам, предусмотренным в законе ДНР «Об охране труда» на рабочих местах всех сотрудников нужно поддерживать климат и микроклимат помещений [2]. Шахтная котельная − это один из главных объектов, который должен быть на предприятии, где добывается уголь. Ведь благодаря ей создаются комфортные условия труда для административно-бытового комбината, также она снабжает круглосуточно душевые горячей водой, снабжает шахтные сушилки паром, а в зимнее время года служит для отопления помещений. Также благодаря работе котельной в зимнее время можно исключить возможность промерзания шахтного ствола.

Наиболее эффективным источником энергии для вышеприведенных работ является использование шахтных геотермальных теплообменников, в которых происходит нагрев воздуха до температуры горного массива (30…50°С) и выдача его по обособленному каналу (рис.1.) [3].

Горячий воздух по теплоизолированному трубопроводу направляют к агрегатам котельной для предварительного подогрева циркулирующей в системе воды, а также в качестве дутья в топку.

Для сокращения расходов на топливные ресурсы можно выделить следующие варианты применения шахтного воздуха, в условиях нестабильной ценовой политики:

а) подогревать питательную воду перед её подачей в систему теплоснабжения, а также всю воду, используемую для горячего водоснабжения;

б) использовать тёплый шахтный воздух для интенсификации горения топлива, непосредственно в топке котла;

в) экономить горючее, за счёт содержания в шахтном воздухе метана и угольной пыли.

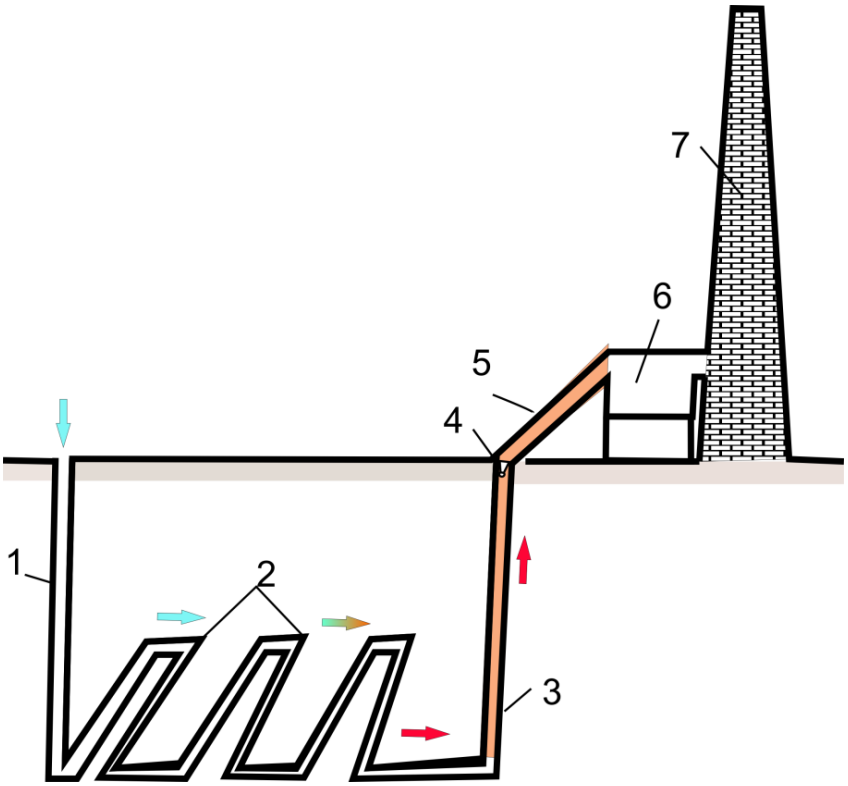


Рисунок 1 − Схема подготовки воздуха для использования в шахтной котельной:
1 − воздухоподающий ствол, 2 − выработки-теплообменники; 3 – вентиляционный ствол; 4 – дополнительный вентилятор; 5 − теплоизолированный трубопровод; 6 – агрегаты котельной; 7 – дымовая труба.

Для выполнения данных энергосберегающих мероприятий следует провести следующие работы:

1. монтаж теплоизолированного воздуховода от шахтного вентиляционного ствола до котельной;
2. выбор и установка теплообменника, в котором отработанный шахтный воздух подогревает воду, идущую на подпитку системы отопления и горячее водоснабжение;
3. обеспечение доступа шахтного воздуха непосредственно к горелкам котлов.

Применение геотермальных источников энергии для подогрева воды в шахтных котельных позволит рационально использовать природные ресурсы ДНР и снизит выбросы в атмосферный воздух при горении ископаемого топлива.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Конеченков, А.* Энергия тепла Земли / А. Конеченков, С. Остапенко // Электропанорама. − 2003. – №7-8. – С. 32-36.
2. Закон ДНР « Об охране труда».
3. *Костенко, В.К.* Определение эффективности шахтного геотермального теплообменника/ В.К. Костенко, С. Салихерадж, И.Р. Венгеров, О.Э. Толкачев // Проблеми екології. − 2008. − №1-2. – С. 12-17.

ИНФЕКЦИОННЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ СУККУЛЕНТОВ ФОНДОВОЙ ОРАНЖЕРЕ И ДОНЕЦКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА

К. А. Соколова, Е.В. Ветрова, И.В. Бондаренко-Борисова*
ГОУВПО «Донецкий национальный университет»
* ГУ «Донецкий Ботанический сад»

В докладе рассмотрено состояние коллекции суккулентов фондовой оранжереи Донецкого ботанического сада. Выявлены и идентифицированы возбудители микозов и бактериозов растений.

Ключевые слова: АЛЬТЕРНАРИЯ, КЛАДОСПОРИУМ, ДРОЖЖИ

The report reviewed the state of the succulent collection of the greenhouse of the Donetsk Botanical Garden. The causative agents of mycoses and bacterioses of plants were discovered and identified.

Key words: ALTERNARIA, KLADOSPORIUM, YEAST

Донецкий ботанический сад является одним из наиболее крупных садов Европы. Как хранитель зеленых богатств Донбасса, он основан в 1964 г. в статусе научно-исследовательского института Донецкого научного центра. Ботанический сад успешно решает фундаментальные и прикладные проблемы ботаники и экологии Донбасса. Одна из таких проблем касается оздоровления суккулентов фондовой оранжереи сада. Гнили, пятнистости, антракнозы – весьма распространенные типы болезней растений семейств *Cactaceae, Crassulaceae, Euphorbiaceae, Asphodelaceae*.

Объектами исследований были больные растения (рис. 1):

Hylocereus undatus (Haworth) Britton & Rose (Питахайя) (сем. *Cactaceae*); *Aloe barbadensis* Miller (сем. *Asphodelaceae*); *Crassula ovata* (Miller) Druce cv. 'Variegata', *Crassula arborescens* ssp. *undulatifolia* (сем. *Crassulaceae*), *Kalanchoe synsepala* Baker (сем. *Crassulaceae*); *Euphorbia melophormis* Aiton (Молочай дыневидный) и *Euphorbia handiensis* (сем. *Euphorbiaceae*).

По десять случайно выбранных листьев больных растений из фондовой оранжереи Донецкого ботанического сада были собраны в стерильные бумажные пакеты и доставлены в лабораторию микробиологии кафедры физиологии растений ДонНУ для изоляции и идентификации.

Методом Илонду и Айоделе (2003) были выделены чистые культуры патогенов. Пораженные листья измельчали стерильным лезвием бритвы на кусочки по 4 мм (по пять штук на лист), стерилизовали в течение 2 минут в 4 %-ном водном растворе перекиси водорода и промывали дважды стерильной дистиллированной водой. Обеззараженные кусочки ткани переносили в пробирки с глюкозо-картофельной агаризированной (ГКА) средой, средой Ниренберга и мясо-пептонным агаром (МПА). Культуры инкубировали в термостате при 24°С в течение 3 - 10 дней. Мицелий, растущий из тканей, был перенесен на свежую среду ГКА в чашки Петри.

Идентификацию изолятов проводили с помощью светового микроскопа, определителя (Саттон, 2001) и стандартных микологических руководств.

1 – Мягкая мокрая гниль молочая

2 – Пятнистость листьев Алоэ

3 –Некротическая пятнистость листьев толстянок

4–Некротическая пятнистость листьев каланхоэ

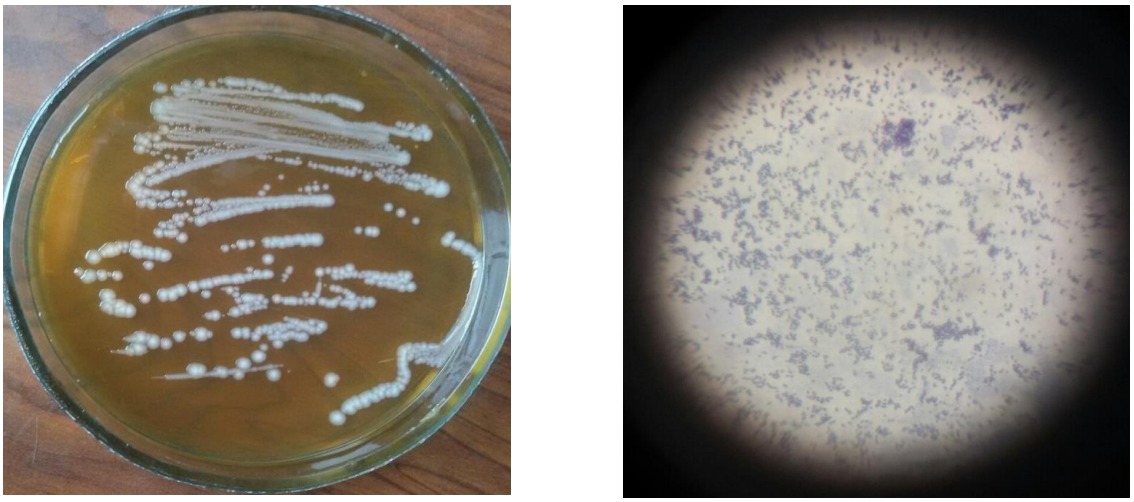
5 – Сухая гниль стеблей кактусов *E. melophormis*

6 – Сухая гниль стеблей кактусов *E. handiensis*

Рисунок 1 – Сипмтомы болезней растений

Из больных листьев алоэ были выделены дрожжи, овальные, грамположительные (рис. 2, а). Колонии диаметром 2-3 мм молочно-белого цвета непрозрачные выпуклые круглые глянцевые с ровным краем и вязкой консистенцией (рис. 2, б). Центральная часть колоний более плотная и имеет интенсивный молочный цвет, а края колоний светлее и прозрачные. Предположительно, дрожжи рода *Pichia* sp. (Lachance, 1988).

Из больных листьев молочая были выделены микроорганизмы округлые, грамположительные. Колонии диаметром 1-3 мм кремового цвета непрозрачные выпуклые круглые глянцевые с ровным краем и вязкой консистенцией. Предположительно, дрожжи *Cryptococcus* sp.



а б

Рисунок 2 – Морфология колоний (а) и клеток (б) дрожжей (х 640), вызывающих гниль алоэ

Грибы, вызывающие сухую гниль кактусов, были выделены и идентифицированы как *Cladosporium* sp. Это грибы отдела Аскомицеты класса Дотидеомицеты.

Культуры кладоспориумов различались по цвету, характеру воздушного мицелия. Первая – серо-оливкового цвета с плотной волнистой бархатистой поверхностью мицелия, растущая на среде ГКА со скоростью 0,8-1,0 мм/сут при температуре 24ºС. Вторая имеет густой бархатистый ровный прилегающий к среде мицелий темно-оливкового цвета. Скорость роста мицелия при тех же условиях 1,4-1,6 мм/ сут.

Пятнистость листьев каланхоэ вызывает гриб того же отдела и класса, что и кладоспориум, – *Alternaria* sp.

Из листьев толстянки *Crassula ovata* (Miller) Druce cv. 'Variegata' на среде Ниренберга была выделена культура гриба *Cladosporium* sp.

Для подтверждения патогенных свойств выделенных культур производили искусственное заражение здоровых растений. Симптомы болезни отмечались через 14 - 20 дней после искусственной инокуляции здоровых растений фрагментами мицелия грибов и дрожжей.

Для борьбы с исследованными патогенами рекомендуют опрыскивание поликарбацином, купрозаном, ридомилом, хлорокисью меди, бордосской жидкостью.

Значимость этих результатов заключается в возможности выбора средств для оздоровления цветочно-декоративного ресурса фондовой оранжереи ботанического сада и снижения ухудшения эстетических ценностей растений.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Ilondu, E.M.* Mycological studies on Leafspot disease of tobacco (*Nicotiana tabaccum* L.) in Sapele, Nigeria / E.M. Ilondu, S.M. Ayodele // J. Nat. Acad. Adv. Sci. − 2003. — № 2 – P. 17-25.

2. *Саттон, Д.* Определитель патогенных и условно патогенных грибов / Д. Саттон, А. Фотергилл, М. Ринальди; Пер. с англ. К. Л. Тарасова, Ю. Н. Ковалева; Под ред. И. Р. Дорожковой. – М. : Мир, 2001. – 468 с.

3. *Lachance, M.A.* Identification of yeasts found in decaying cactus tissue / M.A. Lachance, W.T. Starmer, H.J. PHaff // Can. J. Microbiol. – 1988. – Vol. 34. – 9. – P. 1025-1036.

ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ПЕРЕНОС ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРЕВ ПРИБРЕЖНОЙ ЧАСТИ ТАГАНРОГСКОГО ЗАЛИВА

А.О. Стрюцкая, А.Р. Иошпа, Л.А.Беспалова
Южный федеральный университет

Проведен анализ концентрации взвешенных веществ в приземном слое атмосферы в прибрежной части Таганрогского залива, в зависимости от метеорологических параметров в приземном слое. Рассмотрен уровень загрязнения атмосферы в наиболее крупных прибрежных городах Ростовской области(Ростов-на-Дону, Азов и Таганрог).

Ключевые слова: ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ, ИНВЕРСИИ ТЕМПЕРАТУРЫ, ВЗВЕШЕННЫЕ ВЕЩЕСТВА, ТАГАНРОГСКИЙ ЗАЛИВ

In the reportanalyzed the concentration of suspended substances in the atmospheric surface layer in the coastal part of the Taganrog Bay, depending on meteorological parameters in the surface layer. The level of air pollution in the largest coastal cities Rostov of region (Rostov-on-Don, Azov and Taganrog) is considered.

Key words: ATMOSPHERE POLLUTION, TEMPERATURE INVERSIONS, WEIGHED SUBSTANCES, TAGANROG BAY

Ростовская область является одним из основных индустриально развитых регионов Южного федерального округа. В ней развита аграрная промышленность, тяжелое и сельскохозяйственное машиностроение, автомобилестроение, авиастроение, легкая и добывающая промышленность [1].

Одной из важных проблем охраны атмосферного воздуха и современного экологического контроля является установление допустимого содержания в атмосферном воздухе суммы веществ, в частности, нормирование взвешенных веществ в условиях выброса многочисленных твердых примесей, имеющих различные уровни опасности, что следует из официально утвержденных предельно допустимых концентраций (ПДК). Сумма взвешенных является наиболее широко распространенным показателем загрязненности воздуха, контролируемым в системе экологического и социально-гигиенического мониторингов. Для них также установлены количественные показатели увеличения смертности населения в зависимости от концентрации в атмосферном воздухе [2]. Взвешенные вещества образуются в результате сгорания всех видов топлива при производственных процессах. Взвешенные частицы при проникновении в органы дыхания человека приводят к нарушению системы дыхания и кровообращения. Вдыхаемые твердые частицы влияют как непосредственно на респираторный тракт, так и на другие органы за счет токсического воздействия входящих в состав частиц различных компонентов.

На распространение примесей в атмосфере влияют направление и скорость ветра у земли и на высотах, вертикальное распределение температуры воздуха и явлений погоды, образование которых связаны с конденсацией и сублимацией водяного пара.

К наиболее неблагоприятным метеорологическим условиям относится инверсия и изотермия, при наличии которых обостряется экологическая ситуация.

На основе данных радиозондирования аэрологической станции Ростов-на-Дону за период 2007-2016 гг. были статистически обработаны и проанализированы повторяемость скорости и направления ветра у земли и на изобарических высотах 1000, 925 и 850 гПа. Выявлено, что у поверхности земли преобладают ветры восточного

направления, на высоте 1000 гПа − восточного и западного, а в слое 925-850 гПа − западного. Наибольшие скорости ветра приходятся на холодное время года с максимумами: у поверхности земли – в ноябре (4,3 м/с), 1000 гПа – в октябре (7,2 м/с), 925 и 850 гПа – в ноябре (13,4 и 12,2 м/с).

За этот же период был определен годовой ход в повторяемости как приземных, так и приподнятых инверсий. Результаты зондирования показали, что для этих двух типов инверсий повторяемость носит противоположный характер. Приземные инверсии наблюдаются чаще с апреля по октябрь, т.е. в теплый период года, с максимальной частотой в июле. Реже приземные инверсии наблюдаются в холодный период − с ноября по февраль с минимальной частотой в январе. Количество утренних инверсий в течение года, в основном, преобладает над количеством дневных. Значительное превышение дневных инверсий отмечалось в декабре, в августе количество дневных и ночных инверсий приблизительно равно.

Максимальная частота появления приподнятых инверсий приходится на холодные месяцы, с максимумом в декабре; минимальная частота приходится на теплое время года, с минимумом в сентябре. Ночные приподнятые инверсии в течение всего года образуются чаще, чем дневные.

Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха на побережье Таганрогского залива проводился по уровню содержания взвешенных веществ, с учетом различной модификации пылевых фракций, и также диоксидами азота и серы, так называемыми приоритетными поллютантами. городах (Ростов-на-Дону, Таганрог и Азов) на 10 стационарных постах государственной сети наблюдений. По данным мониторинга за 2012-2016 гг в Азове и Таганроге выявлена тенденция увеличения концентрации взвешенных веществ в атмосферном воздухе [3].

Как видно, из графика рис.1 динамика изменения ИЗА, в период с 2007 по 2016 г., показала тенденцию снижения уровня загрязнения воздуха. Однако с 2015 г для Ростова-на-Дону, а в 2016 г для Азова значение ИЗА возросло, и уровень загрязнения оценивается уже как повышенный. Важно отметить, что за последние 10 лет на всей исследуемой территории значительно понизился уровень загрязнения воздуха бенз(а)пиреном, веществом первого класса опасности.

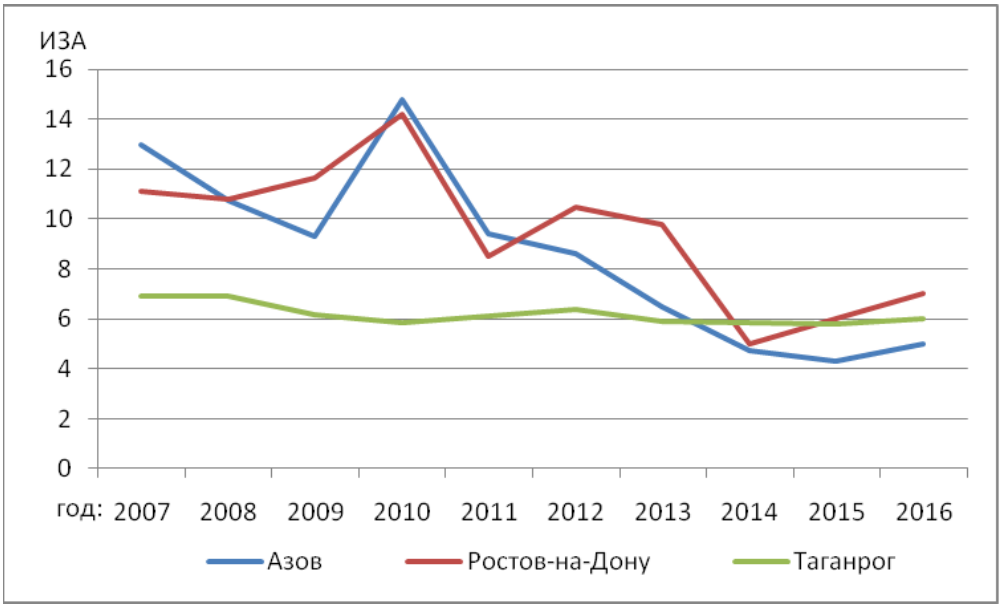


Рисунок 1. Анализ динамики индекса загрязнения атмосферы с 2007 по 2016 г.

Ниже проведен анализ влияния метеорологических условий на перенос загрязняющих веществ по рассматриваемой территории, на примере 2016 г. Наибольший вклад в загрязнение воздуха в 2016г в Ростов-на-Дону внесли повышенные среднегодовые концентрации фторида водорода, сажи, формальдегида, взвешенных веществ и диоксида азота. В Азове и Таганроге были отмечены превышения средних концентраций взвешенных веществ, диоксида азота, оксида углерода и оксида азота, также были превышены концентрации формальдегида в Азове и хлорида водорода в Таганроге.

Значительный вклад в загрязнение атмосферного воздуха вносят взвешенные вещества. Наибольшая концентрация взвешенных веществ отмечается в теплый период года, что повторяет годовой ход приземных инверсий. В мае увеличение средней концентрации взвешенных веществ (1,3 ПДК) отмечено только в Таганроге, наиболее вероятной причиной этого является перенос примесей с юго-западным ветром с Украины (например, металлургических заводов Мариуполя). В остальные месяцы теплого периода, за исключением июля, максимальные концентрации (3-4 ПДК) наблюдалась в Азове. Это связано, прежде всего, с преобладающей розой ветров в этом районе (В-СВ ветер), который приносит взвешенные вещества со степной части Ростовской области и с самого Ростова.

Загрязнение атмосферы оксидом углерода происходит, в основном, от промышленных предприятий. Было выявлено что, концентрация оксида углерода возрастает от января к июлю, а затем убывает до минимума к декабрю месяцу. Аналогичный ход имеет и динамика приземной инверсии с температурой воздуха у земли, что говорит об их линейной зависимости.

Среди загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу от предприятий промышленности, оксиды азота имеют немаловажное значение. Была обнаружена тенденция возрастания средних концентраций оксида и диоксида азота в холодный период года и в переходные месяцы, что указывает на зависимость концентраций и годового хода приподнятых инверсий температуры. Наибольшие из значений концентраций диоксида азота приходятся на район Таганрога. При изменении розы ветров Таганрога изменялась и концентрация в городах Ростов и Азов − при ветре северной четверти увеличилась концентрация в Азове, при ветре западной четверти – в Ростове.

Данная работа подтверждает влияние метеорологических условий на перенос загрязняющих веществ, а также, что наличие слоев инверсии способствует наиболее высокому загрязнению городского воздуха.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Линевич, И.Л.* Климатический потенциал самоочищения атмосферы: опыт разномасштабной оценки / И.Л.Линевич, Л.П.Сорокина // География и природные ресурсы. – 1992. − №4. − С. 160-165.

2.Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую сред / Под ред. Ю.А. Рахманина, Г.Г. Онищенко. – М.: НИИ ЭЧиГОС, 2002. – 408 с.

3. Экологический вестник Дона: О состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2016 году / Комитет по охране окружающей среды и природных ресурсов администрации Ростовской области. – Ростов-на-Дону, 2017. – С. 10-25.

МОНИТОРИНГ УРОВНЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПОРОДНОГО ОТВАЛА, КАК ЧАСТЬ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ

В.А. Волкова, Д.А. Козырь
ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»

Одной из причин загрязнения окружающей среды на территории ДНР являются породные отвалы, мониторинг уровня их экологической безопасности является составной частью системы управления отходами. Применение мониторинга поможет уменьшить влияние отвалов пород на окружающую среду.

Ключевые слова: ГОРЯЩИЙ ПОРОДНЫЙ ОТВАЛ, ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА, МОНИТОРИНГ, УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ

One of the causes of environmental pollution on the territory of the DPR are waste dumps, monitoring their level of environmental safety is an integral part of the waste management system. The use of monitoring will help reduce the impact of waste dumps on the environment.

Key words: BURNING WASTE DUMPS, ENVIRONMENT, MONITORING, WASTE MANAGEMENT

Донбасс характеризуется огромным промышленным потенциалом. Проблемы антропогенного загрязнения окружающей среды приобретают огромное значение в условиях разработки угольных месторождений.

На сегодняшний день шахтерские регионы с их предприятиями угольной промышленности классифицируются как зоны повышенной экологической опасности. Одной из главных её составляющих являются отвалы пород, десятилетиями складирующиеся на шахтных терриконах, которые можно считать отходами.

С целью определения и прогнозирования воздействия отходов на окружающую среду осуществляется мониторинг мест образования, хранения и удаления отходов.

Мониторинг мест образования, удаления и хранения отходов является составляющей единой системы государственного мониторинга окружающей среды.

Организация системы управления отходами учитывает:

• создание системы управления;

• оценку проблем обращения с отходами на микроуровне и мезоуровне, определение этапов решения;

• оценку состава и объемов образования отходов в настоящем и будущем;

• оценку существующих методов утилизации и определение направлений их модернизации и развития;

• проведение воспитательной и разъяснительной работы с населением;

оценку новых альтернатив;

• определение источников финансирования проектов.

Так как общепринятой модели механизма экологического менеджмента не существует, то природопользователи имеют возможность разрабатывать устройство управления в соответствии с собственными различительными особенностями, но с учетом объективных тенденций, а также условий формирования систем управления природопользованием, оперируя при этом системным подходом.

В соответствии с таким подходом всем системам менеджмента свойственно наличие 3-х подсистем управления: субъекта управления (управляющая подсистема), объекта управления, связи.

На рисунке 1 четко выделены субъект и объект управления. Подсистема связи явно не обозначена.

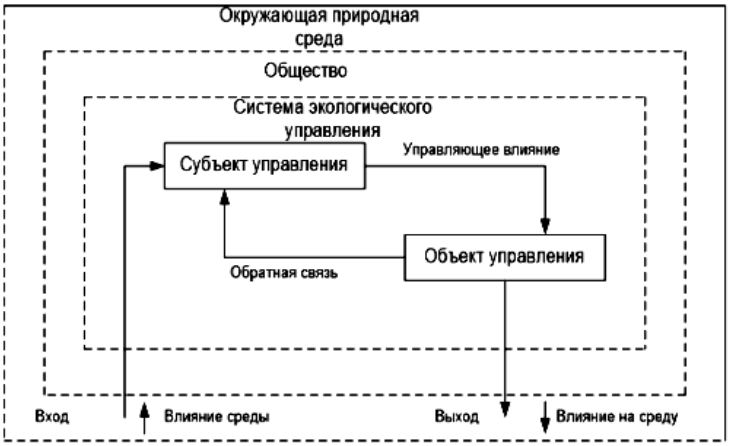


Рисунок 1 – Принципиальная модель системы экологического управления

Субъектами экологического менеджмента считаются государственные учреждения управления и отдельные лица, которые вправе принимать решения по вопросам охраны ОС и регионального использования природных ресурсов.

Объектами управления считается сама природная среда; производственные объекты (предприятия, их структурные единицы); структурные объекты менеджмента, образующиеся как единицы управления; функциональные объекты управления.

Подсистема менеджмента и подсистема связи образуют саму систему управления, а вместе с объектом управления они образуют единый и, в то же время, общий контур управления. В упрощенном виде такая типичная схема, основанная на системном подходе, схематично представлена на рис.2. Здесь четко выделены объект и субъект управления, подсистема связи явно не обозначена.

Управляющее воздействие в представленной системной модели исполняется субъектом управления (на основании законов, указов, подзаконных актов и т.д.) на объект управления, который в соответствии с полученным управляющим воздействием изменяет свое состояние, качественные параметры, количественные параметры деятельность или влияния на ОПС. Получив управляющее воздействие от субъекта управления, объект управления может проявляться по отношению к ОПС в 2-х направлениях:

–«от природы к человеку» (добыча природных ресурсов);

–«от человека к природе» (загрязнение ОПС).

Влияние на ОПС считается конечным итогом деятельности объекта управления, и предполагают собой его выход, то есть воздействие жизнедеятельности общества.

Обратная связь в контуре управления - это экологическая информация, которая существует в двух видах:

- результаты экологических экспертиз, прогнозов состояния ОПС и экологического аудита;

- информация об источниках загрязнения ОПС и продукции, использовании природных ресурсов, степени физико-химического воздействия объекта на население и хозяйствующие субъекты (получается с помощью мониторинга, различных наблюдений и т.д.), состоянии ОПС.

Модель системного экологического менеджмента даёт обзор организации процесса управления, который формируется из следующих шагов (рис. 2).

Рисунок 2 – Пять шагов и составляющих ISO 14004

1 шаг. Экологическая политика: организация создает собственную экологическую политику и гарантирует выполнение обязательств по ее реализации.

2 шаг. Планирование: организация создает программу реализации своей экологической политики.

3 шаг. Осуществление: для эффективного внедрения система экологического менеджмента организации создаёт возможности, структуру и методы обеспечения, необходимые для внедрения экологической политики, целей, плановых задач.

4 шаг. Проверочные и корректирующие действия: организация проводит необходимые измерения, мониторинг и оценку своих экологических характеристик, корректируя последние.

5 шаг. Анализ, выполняемый руководством: организации анализируют и постоянно совершенствуют систему управления ОПС на предприятии для улучшения экологических показателей.

Можно сделать вывод, что мониторинг является неотъемлемой частью управления отходами и его усовершенствование необходимо для улучшения экологической ситуации.

Мониторинг уровня экологической безопасности породного отвала позволяет определять вид и концентрацию газов, выделяющихся из очагов тепловыделения, для установления этапа горения отвала и способов его тушения.

Горящие породные отвалы являются одним из основных источников антропогенного загрязнения окружающей среды. Необходимо совершенствовать методы своевременной локализации и тушения очагов возгорания. Контактный метод не позволяет обнаружить очаги на ранней стадии горения. Необходимо проводить дополнительный мониторинг уровня экологической безопасности породных отвалов, который определяет стадию горения породного отвала, состав и количество выбрасываемых загрязняющих веществ.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Матлак, Е.С.* Системно-экономические аспекты экологизации производства и управления предприятием / С.С. Гребенкин, В.К. Костенко, Е.С. Матлак, М.Н. Шафоростова. – Д.: ВИК, 2010. – 397 с.

ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ TARAXACUM OFFICINALE (L.) WEBB EX WIGG. В УСЛОВИЯХ Г. ДОНЕЦКА

Н.В. Бойко, А.И. Сафонов
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

Представлен спектр дискретного структурного анализа палинологического материала Taraxacum officinale (L.) Webb ex Wigg. в условиях экотопов г. Донецка. Предложена оригинальная ранжированная схема при экспресс-тестировании среды при помощи Taraxacum officinale (L.) Webb ex Wigg.

Ключевые слова: ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ, ФИТОИНДИКАЦИЯ, ДОНЕЦК

The spectrum of discrete structural analysis of palynological material Taraxacum officinale (L.) Webb ex Wigg. in terms of ecotopes in Donetsk. An original ranked scheme is proposed for exspress-testing of the using Taraxacum officinale (L.) Webb ex Wigg.

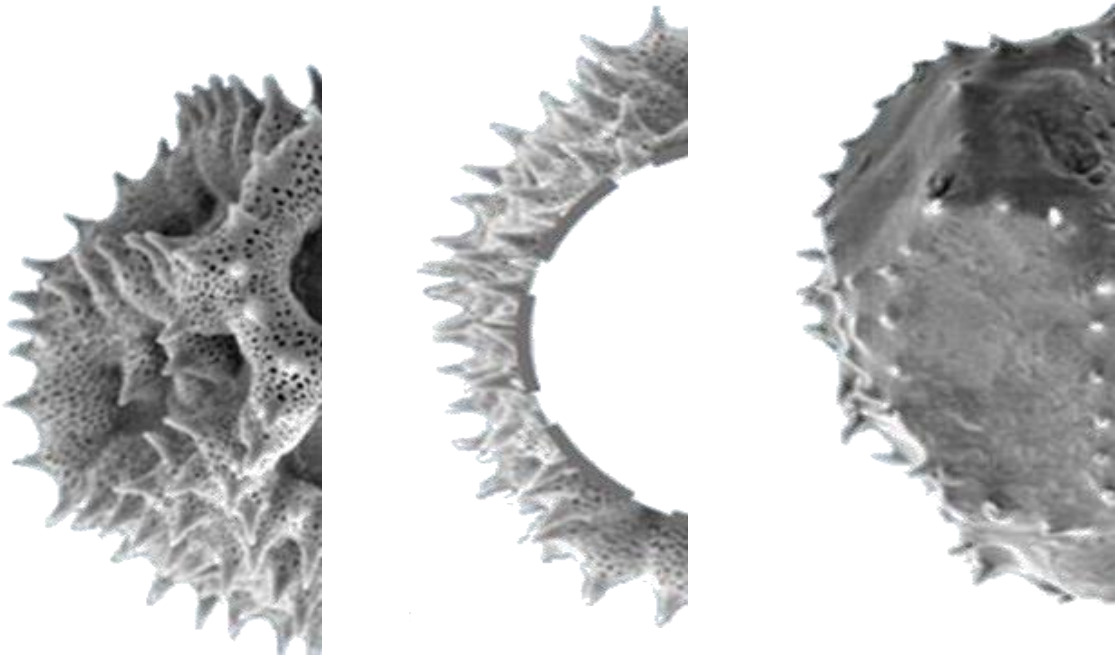
Key words: ECOLOGICAL MONITORING, PHYTOINDICATION, DONETSK

Одним из ведущих направлений научной работы кафедры ботаники и экологии Донецкого национального университета является изучение пыльцевого материала в разных местах регистрации растений-индикаторов [1-3]. Выявленная разница в системе опыт-контроль является результатом отклика растительного организма на меняющиеся условия среды. Большинство этих преобразований являются соматическими – проявляются в пределах морфотипической изменчивости, и, судя по тому, что не наследуются, не затрагивают генетический аппарат, что установлено в результате многолетнего фитоиндикационного эксперимента мониторингового назначения на территории Донбасса [2-3].

Цель работы – установить структурные вариации пыльцевого материала образцов *Taraxacum officinale* (L.) Webb ex Wigg. в тех экотопах, в которых реализован эксперимент по мониторинговым программам в регионе.

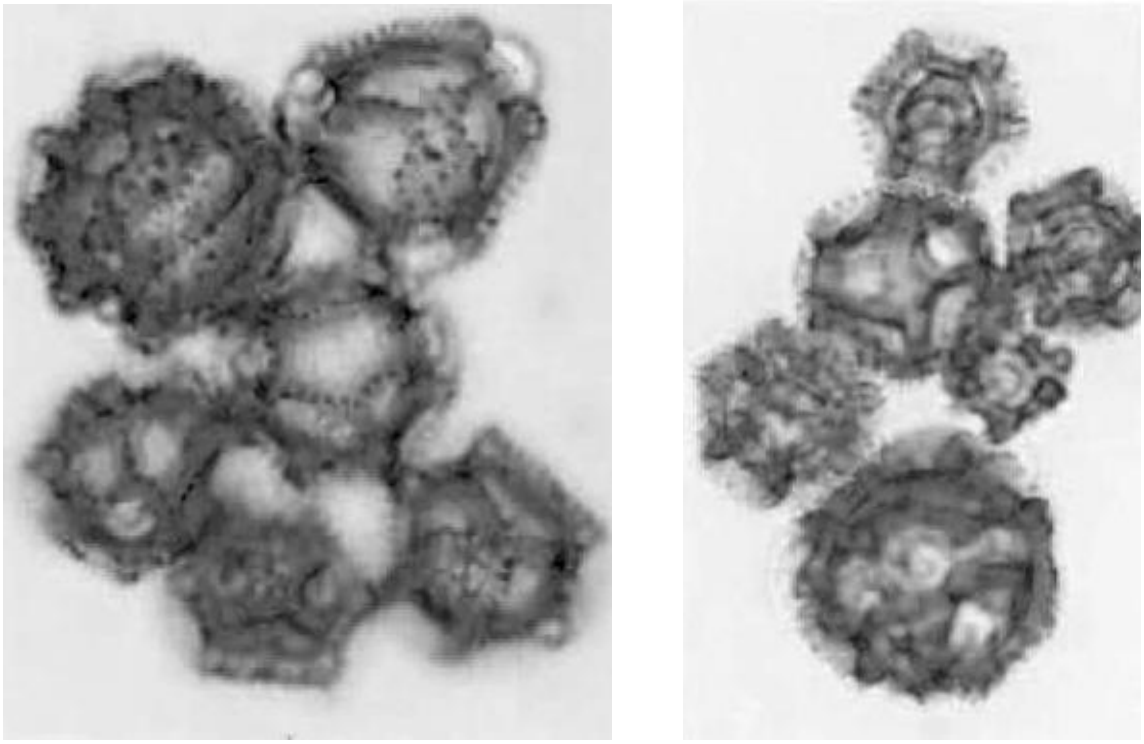
Особенности методики проведения эксперимента и специфики целевого назначения таких программ освещены в публикациях [1-3]. В силу своей спорной апомиктизации *Taraxacum officinale* (L.) Webb ex Wigg. может быть некорректен в использовании при выявлении биотехнологических закономерностей корреляции с факторами окружающей среды, но для биомониторинговых экспериментов открытого типа (экотопы промышленного города на примере г. Донецка) и анализе гомогенизированной репродуктивной выборки образовавшиеся соматические (структурные) отклонения от нормы указывают на факторы неспецифического стресса и могут рассматриваться как корректно информативные для экспресс-анализа при гео-экотопическом сравнении крупного промышленного агломерационного образования территориально гетерогенной урбанизированной среды, которым является г. Донецк. Основной сбор материала проведен в весенне-летний период в 2018 г. Использованы технологи светового микроскопирования и фотографирования в просветленном поле при окрашивании разными красителями из стандартного палинологического эксперимента, адаптированного в лабораториях кафедры ботаники экологии ДонНУ при реализации такого рода исследований [1].

При условии изучения скульптуры пыльцевого материала и общей морфотипической пластичности выявлены 3 палинотипа (рис. 1), представленные в ранжированной последовательности, и 2 варианта структурной гетерогенности (рис. 2).



А Б В

Рисунок 1 – Скульптурная дифференциация пыльцевых зерен *Taraxacum officinale* (L.) Webb ex Wigg. в условиях: А – контроля, Б, В – при повышенных уровнях загрязнения и трансформации экотопов



А Б

Рисунок 2 – Общая структурная гетерогенность пыльцевых зерен *Taraxacum officinale* (L.) Webb ex Wigg. в условиях: А – контроля, Б – при повышенных уровнях загрязнения и трансформации экотопов

По спектру скульптурированности пыльцевого зерна (рис. 1) *Taraxacum officinale* (L.) Webb ex Wigg. выделена тенденция перехода гребневых широких форм к

выраженности эхинолофатности и редукции орнамента скульптуры поверхности: когда гребни редуцируются до шипиков, что в большинстве случаев меняет аэродинамику пыльцевого материала и уменьшает шансы мужского гаметофита на успешность репродукции. Однако этот факт также предположительно доказывает меньшую аллергенность такого биозагрязнения в воздушной среде.

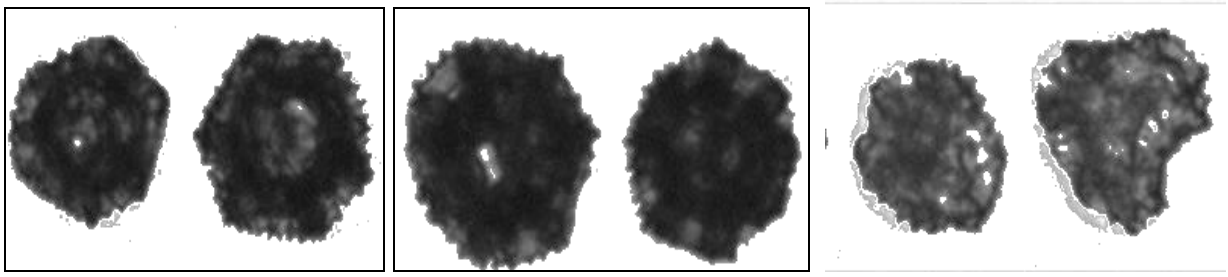
Анализ данных рис. 2 указывает на повышенный уровень структурного полиморфизма пыльцевого материала при увеличении антропогенного воздействия, что является важным критерием для реализации мониторинговых программ в Донецком регионе.

На рис. 3 представлены пыльцевые зерна *Taraxacum officinale* (L.) Webb ex Wigg. по их ранжированию на экотопы:

А) относительно малонарушенных мест произрастания,

Б) селитебных зон, удаленных от промышленных объектов,

В) зон непосредственного техногенного воздействия.



А Б В

Рисунок 3 – Палинотипы *Taraxacum officinale* (L.) Webb ex Wigg.
(пояснения в тексте)

Следовательно, выявленные закономерности трансформации структурной организации пыльцевого материала растений-индикаторов (на примере *Taraxacum officinale* (L.) Webb ex Wigg.) могут быть рекомендованы в альтернативу использования существующим методам оценки среды с повышенными уровнями техногенного и антропогенного риска.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Сафонов, А. И.* Диагностика воздуха в г. Донецке по спектру скульптур поверхности пыльцы сорно-рудеральных видов растений / А. И. Сафонов, Н. С. Захаренкова // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2016. – № 1–2. – С. 18-24.

2. *Сафонов, А. И.* Чек-лист индикаторных признаков сорно-рудеральной фракции урбанофлоры г. Донецка (1998-2018 гг.) / А. И. Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2018. – № 3–4. – С. 67-72.

3. *Сафонов, А. И.* Функциональная ботаника в Донбассе: экологический мониторинг, информационные ресурсные технологии, фитодизайн / А. И. Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2017. – № 1–2. – С. 8-14.

ВЛИЯНИЕ КИСЛОТНОСТИ СРЕДЫ НА ЛАККАЗНУЮ АКТИВНОСТЬ ГРИБА *PLEUROTUS OSTREATUS*

О.И. Дейнеко, С.И. Демченко
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

В докладе проанализировано влияние кислотности среды на лакказную активность гриба Pleurotus ostreatus. Подобраны оптимальные значения pH и буферная система, при которых наблюдается высокая активность внеклеточной лакказы.

Ключевые слова: ЛАККАЗА, PLEUROTUS OSTREATUS, КИСЛОТНОСТЬ, ТЕСТ-КУЛЬТУРА

The report analyzed the influence of acidity on the laccase activity of the fungus Pleurotus ostreatus. The optimal pH values and the buffer system were selected, at which high activity of extracellular laccase is observed.

Key words: LAKKAZA, PLEUROTUS OSTREATUS, ACIDITY, TEST CULTURE

Наиболее активными деструкторами лигнина в природе являются грибы белой гнили, которые образуют гетерогенную группу, состоящую большей частью из базидиомицетов, относящихся к семействам *Agaricaceae, Corticaceae, Pleurotaceae, Strophariaceae,* и некоторых аскомицетов [1].

Разложение лигнина является окислительным процессом, в котором участвует ряд окислительных ферментов лигнолитической системы. Лакказа (*n*-дифенол: кислород оксидоредуктаза, КФ 1.10.3.2) является одним из важнейших компонентов лигнолитического комплекса дереворазрушающих грибов белой гнили. Присутствие лакказы в культуральных фильтратах доказано для большинства лигнинразрушающих грибов, в том числе: *Coriolus* (*Trametes*) *versicolor, Coriolus hirsutus, Coriolus zonatus, Phanerochaete chrysosporium, Pleurotus eryngii, Pleurotus ostreatus, Panus tigrinus, Fomes* sp., *Cerrena maxima, Coriolopsis polysona, Hirneola nigricans, Rigidoporis sp., Phellinus sp., Lentinus tigrinus, Clitocybula dusenii, Nematoloma frowardii, Pholiota mutabilis, Collybia* sp., *Armillariell*a sp., *Coprinus cinereus, Phlebia brevispora, Poria cinerescens, Bjerkandera adusta, Ganoderma lucidum, Irpex lacteu* и др. [2].

Большинство грибов образуют несколько изоформ лакказы, молекулярные массы которых сильно варьируют и находятся в пределах 40-140 кДа. Так *Ganoderma lucidum* образует пять форм лакказы (Lac) с pI 3,0; 4,25; 4,5; 4,8 и 5,1 и Mr 40000-66000. Из гриба *Pleurotus ostreatus* выделено две изоформы лакказы, которые являются мономерными белками с 3-9 % углеводов и молекулярной массой 60 кDa [1].

«Голубые» лакказы из базидиальных грибов являются высокопотенциальными ферментами и обладают широкой субстратной специфичностью по отношению к различным органическим и неорганическим соединениям, что позволяет их использовать во многих областях промышленности: целлюлозо-бумажной (делигнификации бумажной пульпы); текстильной (экологически чистое отбеливание тканей); тонком органическом синтезе (например, синтез электропроводящих полимеров); пищевой (удаление следов кислорода в продуктах питания для увеличения срока хранения); косметической (краска для волос, отбеливающая зубная паста); производстве современных экологически чистых древесно-волокнистых плит (в качестве биосвязующего агента); производстве моющих средств (отбеливающий агент); для биодеградации ксенобиотиков, в том числе отравляющих веществ; энергетике (кислородный электрод биотопливного элемента); синтезе лекарственных препаратов

(например, антибиотиков); в биосенсорах (например, анализ фенольных соединений, включая лигнины, в сточных водах промышленных предприятий, определение антиоксидантного статуса вин); иммуноферментном анализе (в качестве фермента-маркера) и др. [2]. Поэтому изучение оксидазной активности различных штаммов дереворазрушающих грибов – потенциальных продуцентов лакказы и подбор оптимальных условий для ферментативной реакции является важнейшей частью биотехнологического процесса производства лакказы.

Важным свойством ферментов является их лабильность – зависимость активности от условий среды: концентрации фермента и субстрата, температуры, активаторов и ингибиторов, кислотности среды.

Влияние кислотности среды на активность ферментов объясняется непосредственным действием концентрации водородных ионов на свойства каталитического центра, которые определяют образование фермент-субстратного комплекса, на степень ионизации субстрата и ферментативного белка.

Каждый фермент проявляет наибольшую активность только в определенном, характерном для него интервале pH. При отклонении кислотности среды в любую сторону от оптимальной активность ферментов снижается. Согласно литературным данным [1], грибные лакказы более стабильны при нейтральных значениях pH, но более активны в слабокислой среде.

Целью нашей работы был поиск оптимальных значений pH реакционной смеси и буферных систем для ферментативных реакций, катализируемых внеклеточной лакказой гриба *P. ostreatus*.

В опытах использовали 0,2 М Na-ацетатный и цитрат-фосфатный буферы со следующими значениями pH: 4,6; 5,0; 5,4; 5,8. Выбирая буферные системы и значения pH, мы опирались на методики, используемых для исследования лакказ дереворазрушающих грибов [1]. Тест-культурой служил коммерческий штамм *P. ostreatus* К-17.

Исследование лакказной активности тест-культуры *P. ostreatus* проводили при твердофазном культивировании гриба на увлажненной лузге семян подсолнечника (влажность 65±1 %, начальная pH 6,8). Увлажненный субстрат по 40 г помещали в колбы Эрленмейера ёмкостью 250 мл и стерилизовали в автоклаве на протяжении 1 часа при давлении 0,6-1,0 атм. Охлажденный субстрат засевали инокулюмом, которым служили 7-суточные культуры ксилотрофа, предварительно выращенных на картофельно-глюкозном агаре. Гриб культивировали в полной темноте при температуре 26±1ºС на протяжении 15-и суток. Внеклеточные ферменты экстрагировали из субстрата с помощью дистиллированной воды (2 части воды на 1 часть субстрата, заросшего вегетативным мицелием гриба) в течение 1 часа при температуре +6±1°С. Далее экстракт центрифугировали при 5000 об./мин. 10 минут. В супернатанте определяли активность внеклеточной лакказы – по окислению о-дианизидина («ICN», США). Начальную скорость реакции измеряли на фотоэлектроколориметре КФК-3 при длине волны 460 нм. За единицу активности принимали количество фермента, катализирующее окисление 1 мкмоль субстрата за 1 мин. при температуре 24ºС.

Повторность всех проведенных опытов была трехкратной. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили при 5 %-м уровне значимости с помощью дисперсионного анализа и множественного сравнения арифметических средних значений по критерию Дункана [3].

Анализ результатов исследований, представленных на рисунке 1, показал, что штамм К-17 *P. ostreatus* проявил активность внеклеточной лакказы при всех

исследуемых значениях pH ацетатного и цитрат-фосфатного буфера. Однако буферные системы по-разному влияли на лакказную активность тест-культуры. Наибольшая активность лакказы, синтезируемая грибом *P. ostreatus*, выявлена при использовании ацетатного буфера.

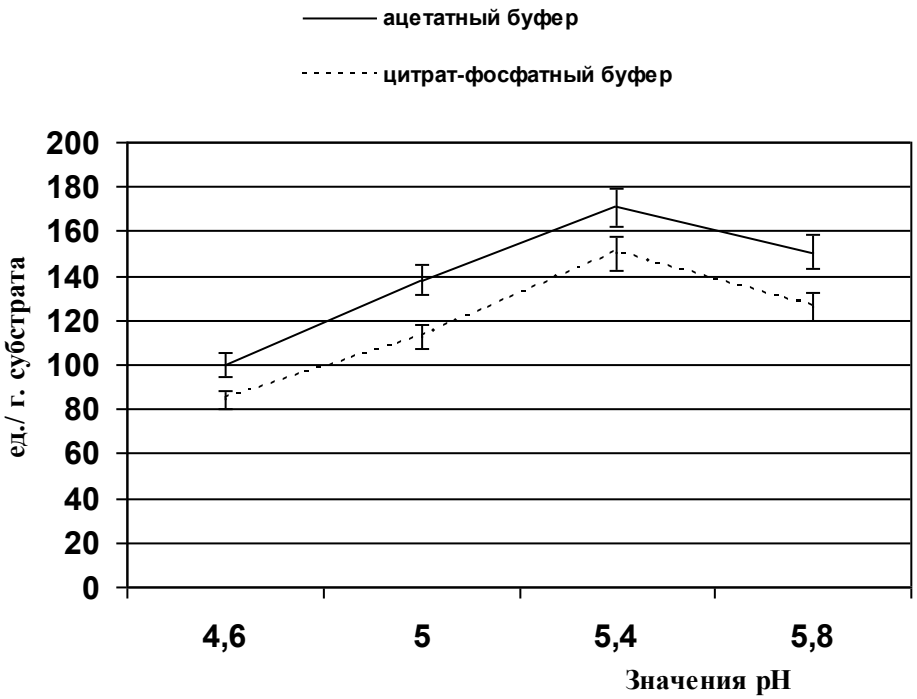


Рисунок 1 – Влияние pH реакционной смеси и буферных систем на лакказную активность штамма К-17 *P. ostreatus*

Кривые зависимости скорости ферментативных реакций от pH среды имели четко выраженную куполообразную форму с одним максимумом. Так, наибольшая активность внеклеточной лакказы наблюдалась в варианте опыта с pH 5,4. При pH 4,6-5,0 ферментативная активность снижалась, достигая минимальных значений при pH 4,6. При кислотности среды 5,8 pH активность внеклеточной лакказы также снижалась, но в меньшей степени.

Найденная область оптимальных значений pH реакционной смеси была сопоставима для двух буферных систем.

Таким образом, оптимальными условиями для ферментативной реакции, катализируемой лакказой гриба *P. ostreatus*, является pH 5,4 с использованием ацетатного буфера.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Baldrian, P.* Fungal laccases-occurrence and properties / P. Baldrian // FEMS Microbiol. Rev. –2006. – T. 30, № 2. – C. 215–242.

2. *Madhavi V.* Laccase : Properties and applications / V. Madhavi, S. Lele // Bio Resources. – 2009. − T. 4, № 4. – C. 1694–1717.

3. *Методы экспериментальной микологии* : справочник / [Дудка И. А., Вассер С. П., Элланская И. А. и др.]; под ред. В. И. Билай. – К. : Наук. думка, 1982. – 550 с.

СОЗДАНИЕ ЦИФРОВЫХ КАРТ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ДОНБАССЕ

Е.В. Зайцева, А.З. Глухов, И.И. Стрельников
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

В работе представлены результаты разработки стандартизированного набора пространственных данных территории Донбасса. Подготовлены цифровые карты вегетативных индексов (NDVI, REIP1, NDWI, BRI). Данные могут быть использованы в экологических исследованиях.

Ключевые слова: ГИС, ВЕГЕТАТИВНЫЕ ИНДЕКСЫ

The paper presents the results of the standardized set of spatial data development for the territory of Donbass. Digital maps of vegetative indices were prepared (NDVI, REIP1, NDWI, BRI). Data can be used in environmental studies.

Keywords: GIS, VEGETATION INDICES

В рамках глобальных задач экологии ценным инструментом всегда были географические карты. Сложность и многогранность экологических исследований требует задействования большого количества источников, а также техник обработки данных. В обоих случаях конвенционные бумажные карты имеют существенные ограничения, а именно: проблема хранения достаточных объемов данных в разных масштабах и медленное обновление информации. Указанные проблемы теряют свою актуальность благодаря компьютеризированным картографическим решениям. Однако для территории Донбасса внедрение ГИС технологий в практику экологических исследований осложнено отсутствием готовых наборов пространственных данных.

В связи с этим была поставлена цель начать разработку стандартизированного набора пространственных данных территории Донбасса, необходимого для экологических исследований. Основная задача − рассчитать распространенные вегетативные индексы (NDVI, REIP1, NDWI, BRI).

Материалы и методы

Составление матрицы (склейка) отдельных картографических покрытий производилось с применением утилиты gdal_merge.py, программного комплекса GDAL/ORG 2.2.2 [1]. Атмосферная коррекция мультиспектральных снимков проекта Sentinel 2 осуществлялась с применением программного продукта Sen2Cor 02.05.05 [2]. Основная обработка данных проводилась в среде ГИС GRASS GIS 7.4 [3]. Демонстрационные изображения карт подготовлены с использованием ГИС QGIS 3.2.2.

В качестве данных о спектральных характеристиках поверхности использовали мультиспектральные снимки миссии спутников Sentinel-2, Европейского Космического Агентства. Данные доступны для скачивания по адресу: https://scihub.copernicus.eu/dhus/. Для первичного наполнения базы были выбраны снимки, покрывающие территорию Донбасса в середине вегетационного периода с условием минимальной облачности. Выбранная дата съемки – 29.05.2018 г. Для обозначенной территории было скачано 4 тайла (спутник: S2A, уровень обработки 1C, базис обработки: N0206, номер относительной орбиты R021, номера тайлов: T37TCN, T37TDN, T37UCP, T37UDP). Полученные спутниковые снимки содержат информацию об отражении на границе атмосферы в 12 спектральных каналах с уже проведенной ортокоррекцией. Проекция – EPGS:32637.

Результаты и их обсуждение

На первом этапе провели атмосферную коррекцию спутниковых снимков Sentinel 2 с помощью Sen2Cor 02.05.05. При этом использовали базовые настройки. В

результате получили растры с вышеуказанными каналами в формате отражения у поверхности Земли. Далее, для каждого из каналов объединили 4 тайла в один (утилита gdal_merge.py), таким образом получили сплошные растры на всю целевую территорию.

Все результирующе карты приводились к проекции EPGS:32637. Кроме того, растровые данные спутниковых снимков с пространственным разрешением 20 м и 60 м передискретизировали до разрешения в 10 м по методу ближайшего соседа.

Вся дальнейшая обработка данных проводилась в среде GRASS GIS, поэтому названия программных модулей будут приводиться без указания названия ГИС.

Методы расчета вегетативных индексов – показателей, учитывающих соотношение двух и более спектральных каналов, получили широкое распространение. Один из наиболее известных и простых для вычисления индексов, нормализованный относительный вегетативный индекс (NDVI). Метод основан на учете различий поглощающей способности хлорофилла в красном и инфракрасном участках спектра. Хлорофилл эффективно поглощает красный свет, но при увеличении длины волны выше 700 нм, поглощающая способность резко падает, а отражающая возрастает. Поэтому области с высокой концентрацией хлорофилла, а следовательно и растительности, будут иметь значительные различия отражающей способности в этих участках спектра.

Расчет проводили с помощью утилиты r.mapcalc, все значения каналов предварительно разделили на 10000.

NDVI рассчитывается по формуле:

$$\mathrm{NDVI} = \frac{\mathrm{NIR} - \mathrm{Red}}{\mathrm{NIR} + \mathrm{Red}} \quad (1)$$

где: NIR = ближнее инфракрасное излучение, Red = красный участок спектра; в наименованиях каналов Sentinel 2 это каналы B08 и B04, соответственно.

REIP1 (индекс перегиба красного края фотосинтеза). Индекс определяющий значение на перегибе функции отражения при переходе от красного участка (участвующего в фотосинтезе) к инфракрасному участку спектра (не участвующему в фотосинтезе). REIP1 проявляет высокую корреляцию с индексом листовой площади. Кроме того, сравнительное исследование разных индексов показало, что REIP1 является одним из лучших предикторов суммарной концентрации хлорофилла. Все это делает REIP1 ценным индексом в исследованиях, где по относительным показателям ДЗЗ нужно устанавливать реальные характеристики растительности через натурную калибровку. Значения индекса прямо пропорциональны концентрации хлорофилла. Рассчитывается по формуле:

$$REIP1 = 700 + 40\left[\frac{\left(\frac{\mathrm{Red} - \rho 780nm}{2}\right) - \rho 700nm}{\left(\rho 740nm - \rho 700nm\right)}\right] \quad (2)$$

где: Red = красный участок спектра, ρ700*nm*, ρ740*nm* и ρ780*nm* = спектральная плотность на длинах волн 700, 740 и 780 нм; в наименования каналов Sentinel 2 это каналы B04, B05, B06 и B07, соответственно.

NDWI (нормализованный относительный индекс влаги). В отличие от предыдущих индексов, NDWI основан на разнице в отражательной способности воды в ближнем и дальнем инфракрасных каналах. Является относительной мерой содержания

влаги и может быть использован для динамического мониторинга водного статуса растений. Также удобен для демаркации водных объектов. Принимает значения от -1 до 1, прямо пропорционален содержанию влаги. Рассчитывается по формуле:

$$NDWI = \frac{NIR - SWIR1}{NIR + SWIR1} \quad (3)$$

где: NIR = ближнее инфракрасное излучение, SWIR1 = канал дальнего инфракрасного излучения 1; в наименования каналов Sentinel 2 это B08 и B11, соответственно.

BRI (индекс сухой растительности). Индекс используется для выявления сухой, отмирающей растительности. Основан на том, что в процессе некротизации растительные ткани накапливают окрашенные продукты окисления фенолов, что сказывается на отражательной способности в зеленом и инфракрасном участках спектра. Индекс может быть использован для выявления участков растительности поврежденной загрязнениями воздуха или в результате солнечных ожогов. Рассчитывается по формуле:

$$BRI = \frac{1/\mathrm{Green} - 1/\rho\,700\ \mathrm{nm}}{NIR} \quad (4)$$

где: Green = зеленый участок спектра, ρ700nm = спектральная плотность на длине волны 700 нм, NIR = ближнее инфракрасное излучение; в наименования каналов Sentinel 2 это B03, B05 и B08, соответственно.

Область покрытия всех карт представляет собой прямоугольник заключенный между широтой от 8°43'15.29"с.ш до 46°51'56.26" с.ш. и долготой от 36°16'50.31" в.д до 39°7'41.01" в.д. Проекция EPGS:32637 (система геодезических параметров WGS84, система координат UTM зона 37N). Пространственное разрешение 10 м.

Применение вегетативных индексов разнообразно, от простого выделения растительности на картах, до специфических задач прогнозирования продуктивности лесов и посевов или мониторинга последствий пожаров и засухи. В последние годы вегетативные индексы используются, как опосредованный предиктор для оценки и прогнозирования размеров и динамики популяций животных [3].

В результате проведенной работы подготовлены карты, которые могут быть использованы для описания экологических условий интересующей территории, для формирования профилей местообитаний по координатам находок организмов, для сравнительного анализа ареалов, для оценки пространственной связности ядер экологической сети и прочее.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *GDAL/OGR contributors*. {GDAL/OGR} Geospatial Data Abstraction software Library. 2018.

2. *Louis J. et al. Sentinel-2 SEN2COR*: L2A processor for users // Eur. Sp. Agency, (Special Publ. ESA SP. 2016. Vol. SP-740, № August. P. 9-13.

3. *Neteler M. et al. GRASS GIS*: A multi-purpose open source GIS // Environ. Model. Softw. − 2012. − Vol. 31. − P. 124-130.

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАРКАСА ШАХТЕРСКОГО РАЙОНА ДОНЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

А.Л. Золотой, В.М. Остапко
ГУ «Донецкий ботанический сад»

Апробирован метод визуального определения предполагаемых степных и лесных участков Шахтерского района Донецкой области, определены их основные количественные параметры. Проведено ранжирование выделенных участков по занимаемым ими площадям.

Ключевые слова: ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КАРКАС, ФРАГМЕНТИРОВАННОСТЬ ТЕРРИТОРИИ, ОСТРОВНОЙ ЭФФЕКТ, ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

A method of visual determination of the proposed steppe and forest sites of the Shakhtarsky district of the Donetsk region was tested, their main quantitative parameters were determined. The ranking of the allocated sites by the areas occupied by them was carried out.

Keywords: ECOLOGICAL FRAMEWORK, TERRITORY FRAGMENTATION, ISLAND EFFECT, GEOINFORMATION TECHNOLOGIES

Проблема оптимизации ландшафтной структуры территории с позиции устойчивого взаимодействия её природных компонентов и хозяйствующего субъекта является одной из наиболее актуальных для нашего региона. Основой такой оптимизации является объективная оценка структурных компонентов экологического каркаса территории и придание им определенного официального статуса в виде соответствующих частей экологической сети данной территории. И здесь очень важна количественная оценка пространственной структуры экологического каркаса, как первооснова комплексной оценки всей территории с позиции определения приоритетности внесения её структурных компонентов в её экологическую сеть.

Целью данной работы является сравнительная количественная оценка природных (степных и лесных) участков на территории Шахтерского административного района Донецкой области.

Исходя из цели, были поставлены следующие задачи: 1) апробировать метод визуального определения предполагаемых степных и лесных участков с использованием космоснимков Sentinel-2 и компьютерной программы QGIS; 2) определить основные количественные параметры (площадь, средняя площадь, степень фрагментации) выявленных участков в территориальной структуре Шахтерского района; 3) провести ранжирование выделенных участков по занимаемым ими площадям.

В качестве объектов данного исследования были взяты два типа природных (в широком смысле) территорий – степные и лесные (лесопокрытые) участки Шахтерского административного района Донецкой области.

Для проведения исследования были использованы методы ГИС-технологий, и методы статистической обработки данных.

Общая пространственная структура выявленных нами степных и лесных участков на территории Шахтерского района изображена на рисунке 1.

Степных участков в Шахтерском районе выявлено 226. Общая их площадь составила 34591,97 га, или 20,7% от площади Шахтерского района. Средняя площадь степных участков района равна 153,06 га.

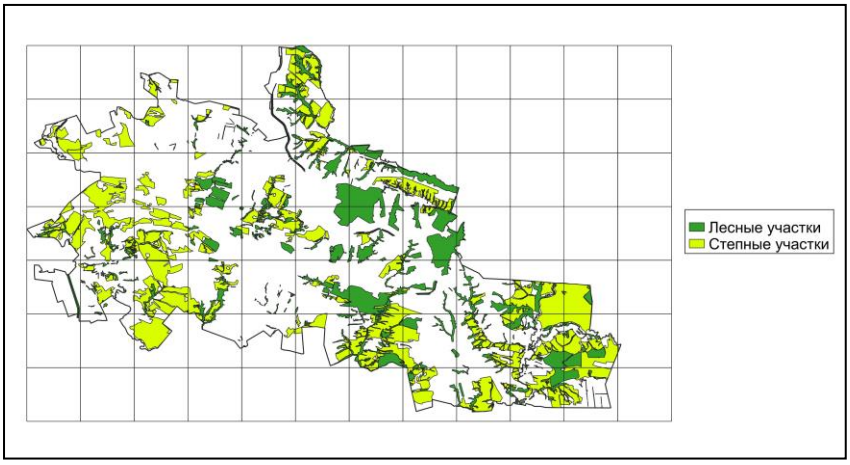


Рисунок 1 – Шахтерский район: степные и лесные участки

Лесных участков в Шахтерском районе выявлено 708, общей площадью 21713,19 га, или примерно 13,0% от площади района. Средняя площадь лесных участков Шахтерского района составила 30,67 га.

Тем не менее, простое соотношение площадей выявленных участков мало говорит о их пространственной структуре в границах исследуемого района. Наиболее информативными в этом плане являются показатели фрагментированности территорий, которые в контексте биологической интерпретации отражают степень инсуляризации («островной эффект») природных территорий. Наиболее часто используются показатели когерентности (C) и выводимый из нее «эффективный размер ячейки» (m_{eff}), которые и были использованы в данном исследовании [1-3]. Результаты исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Количественные показатели природных участков Шахтерского района

Участки	Количественные показатели					
	Кол-во	Общая площадь (га)	Средняя площадь (га)	C	m_{eff} (га)	LDI
Степные	226	34591,97	153,06	0,0008	136,81	1,21
Лесные	708	21713,19	30,67	0,0005	78,57	1,18

В нашем случае для степных территорий m_{eff} равен 136,81 га, что вполне сопоставимо с их средней площадью – 153,06 га. Для лесных участков m_{eff} равен 78,57 га, что в 2,5 раза превышает среднюю их площадь – 30,67 га. Столь несхожее соотношение в величинах эффективных размеров ячеек и средних площадей двух типов природных территорий – степей и лесов, вероятнее всего объясняется их различной пространственной конфигурацией, что также отражает степень фрагментации этих типов территорий.

О характере фрагментированности природных территорий можно судить также и по индексу изрезанности ландшафта − LDI (landscape dissection index), который выражает врезание фрагментирующей сети в ландшафт без полного его рассечения [3].

В нашем случае LDI для степных участков равно 1,21, а для лесных участков – 1,18. Как видно, по данному показателю степные и лесные участки несущественно отличаются друг от друга. У степных участков он несколько выше.

Более информативным в оценке пространственной структуры природных территорий в Шахтерском районе является их ранжирование по диапазону занимаемых

площадей (рисунок 2). У степных участков ранговое распределение по диапазону занимаемой площади выглядит так: 141 участок (62,4%) занимают площадь менее 100 га; 56 участков (24,8%) находятся в диапазоне от 100 до 300 га; 17 участков (7,5%) – в диапазоне 300 до 500 га; 7 участков (3,1%) – от 500 до 1000 га; и 5 участков (2,2%) имеют площадь более 1000 га каждый. У лесных участков аналогичное ранговое распределение выглядит следующим образом: 666 участков (94,1%) занимают площадь менее 100 га; 30 участков (4,28%) находятся в диапазоне от 100 до 300 га; 5 участков (0,71%) – в диапазоне 300 до 500 га; 4 участка (0,56%) – от 500 до 1000 га; и 3 участка (0,42%) имеют площадь более 1000 га каждый.

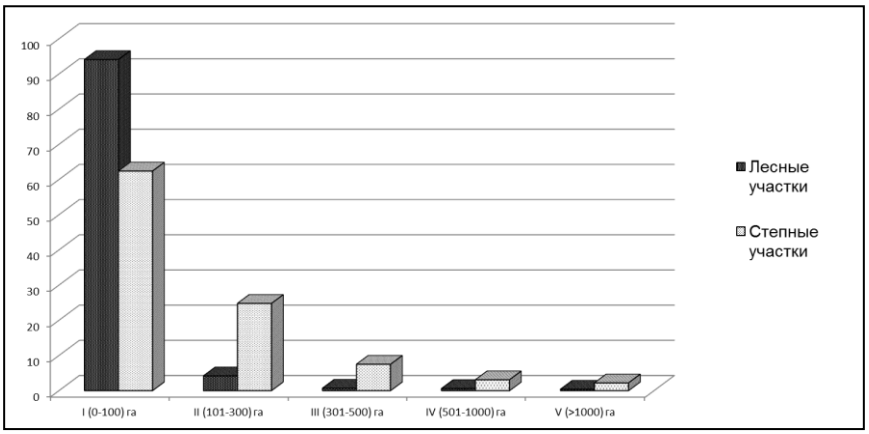


Рисунок 2 – Ранговое распределение количества природных территорий (степных и лесных участков) Шахтерского района по занимаемым площадям

Очевидно, что изменение размеров площадей степных участков имеет гораздо более выровненный характер, чем лесных. Это свидетельствует о более равномерном пространственном распределении степных территорий в ландшафтной структуре Шахтерского района. Напротив, лесные участки в абсолютном своем большинстве представлены крошечными, часто имеющими вытянутую линейную конфигурацию, территориями. Данный факт говорит, прежде всего, об искусственном происхождении значительной части лесных территорий (лесополосы) или азональном характере их произрастания (байрачные леса).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что метод визуального выявления степных и лесных участков с использованием ГИС-технологий является эффективным способом проведения первичного количественного анализа этих типов природных территорий на районном уровне.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Биатов, А.П.* Сравнительный анализ фрагментированности ландшафтов белгородской части бассейна Ворсклы и бассейна Мерлы (Харьковская область, Украина) / А.П. Биатов, П.А. Украинский, А.Г. Нарожняя // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2014. – Т. 26. – №. 3 (174).

2. *Захаров К.В.* Оценка степени фрагментации местообитаний диких животных искусственными рубежами на примере московского региона / К.В. Захаров // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. – 2015. – Т. 120. – №. 2. – С. 3-10.

3. *Jaeger. J.* Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation / J. Jaeger. // Landscape Ecology. – 2000. – № 15. – P. 115-130.

ОПЫТ ФИТОТЕСТИРОВАНИЯ ЭДАФОТОПОВ НЕКОТОРЫХ ОТВАЛОВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ Г. МАКЕЕВКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕМЯН ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ

А.В. Калинина
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

В докладе представлены результаты фитотестирования и фитопригодности эдафотопов отвалов угольных шахт города Макеевки на семенах высших растений. Выявлено фитотоксическое действие породы отвалов угольных шахт на рост и развитие биотестов - Medicago sativa L. и *Berteroa incana* L.

Ключевые слова: БИООТЕСТ, ФИТОТОКСИЧНОСТЬ, ЭДАФОТОП

The report presents the results of phytotesting and fitability of edaphotopes of the some coal mines waste rock dump in Makeevka on the seeds of higher plants. The phytotoxic effect of the rock dumps of coal mines on the growth and development of biotests - Medicago sativa L. *and Berteroa incana* L.

Keywords: BIOTEST, PHYTOTOXICITY, PHYTORECULTIVATION, EDAFOTOP

Породные отвалы и площади угольных шахт занимают значительные территории Донбасса и оказывают продолжительное негативное влияние на естественные природные комплексы, состояние здоровья населения и окружающую среду в целом. Одним из самых доступных и эффективных способов защиты от негативного влияния отвалов на окружающую среду является обеспечение на их поверхности растительного покрова.

Вынесенные горные породы на поверхность земли обладают уникальными свойствами, которые отличают их от почвы. Основными отличиями эдафотопов отвалов угольных шахт являются низкий потенциал плодородия, неблагоприятный водный режим, высокая каменистость, фитотоксичность породы и т.п. [1]. Соответственно, формирование естественного растительного покрова данных техногенных объектов значительно затруднено, идет замедленными темпами.

Цель исследования – дать оценку эдафотопам некоторых отвалов угольных шахт города Макеевки, на основе изучения параметров эксперимента по фитотестированию.

Для определения токсичности эдафотопов отвалов угольных шахт использовали общепринятую методику фитотестирования на семенах высших растений с определенной модификацией. Выбранная фаза индивидуального развития растений является самой уязвимой – проростки обладают максимальной чувствительностью к неблагоприятным факторам и выступают удачными объектами для изучения. В процессе исследования были рассмотрены такие параметры, как всхожесть, энергия прорастания, длина надземной и подземной части проростков.

В качестве тест-объектов использовались свежесобранные семена с условно чистой территории *Medicago sativa* L. и *Berteroa incana* L. Семенной материал *Berteroa incana* собран в черте г. Макеевки Советского района (48°04'35.0" северной широты, 38°02'42.7" восточной долготы), *Medicago sativa* с дендрария ГУ «Донецкий ботанический сад» (48°01'23.0" северной широты, 38°88'34" восточной долготы). Выбранные тест-объекты относятся к разным семействам, являются биоиндикаторами, произрастают в техногенных условиях, в том числе и на отвалах угольных шахт, семенной материал характеризуется высокими качественными показателями [3].

Материал исследования: водные вытяжки, изготовленные из проб породы, собранной с отвалов некоторых угольных шахт Советского района г. Макеевки:

вытяжка № 1 изготовлена из породы отвала № 1 шахты «Калиновская-Восточная» (48°04'18.1" северной широты, 38°00'49.0"восточной долготы); вытяжка №2 – из субстрата породного отвала № 2 шахты «Калиновская-Восточная» (48°04'25.1"северной широты, 38°00'55.4" восточной долготы); вытяжка № 3 – из породы отвала № 3 шахты «Капитальная» (48°05'07.0"северной широты, 38°00'54.9" восточной долготы). В качестве контроля были взяты: контроль № 1 дистиллированная вода, контроль № 2 отстоянная водопроводная вода.

Проращивание семян осуществляли в чашках Петри на фильтровальной бумаге, с использованием подготовленных водных вытяжек. На 4-ий день определяли энергию прорастания, на 7 день – всхожесть семян *Medicago sativa*, на 8 день – всхожесть семян *Berteroa incana*. Опыт по проращиванию проводили в трехкратной повторности. Отмечали характер роста проростков, определяли всхожесть, энергию прорастания, фитотоксический эффект ($E_т$), длины надземной и подземной частей проростков.

Анализируя полученные результаты, установили незначительное снижение энергии прорастания и всхожести опытных образцов в сравнении с контролем. Фитотоксический эффект всхожести семенного материала во всех опытных образцах меньше 10%, что оценивается как допустимая степень токсичности. Однако, оценивая рост и состояние проростков *Medicago sativa*, были отмечены отклонения в морфологических параметрах проростков. Наблюдали следующие отклонения от нормы: проростки с короткими зародышевыми корешками, прекратившие рост, слабые, спирально закрученные, с недоразвитыми семядолями, увеличенным количеством семядолей. Отметили закономерность: наибольшее количество морфологических отклонений наблюдали в опыте с вытяжкой № 1, наименьшее – с вытяжкой № 3 (рисунок 1,2).

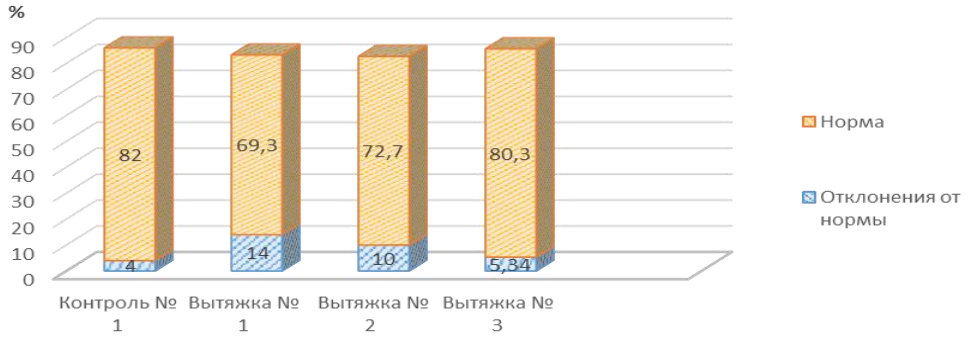


Рисунок 1 – Результаты всхожести *Medicago sativa* L., %:
вытяжка № 1 изготовлена из породы отвала № 1 шахты «Калиновская-Восточная»;вытяжка № 2 – из субстрата породного отвала № 2 шахты «Калиновская-Восточная»; вытяжка № 3 – из породы отвала № 3 шахты «Капитальная»; контроль № 1 дистиллированная вода.

Рисунок 2 – Проростки *Medicago sativa* L. с примерами отклонениями от нормы

Наблюдения за развитием проростков *Berteroa incana* показали, что отклонения от нормы были единичны и не являются информативным показателем.

При сравнении влияния водных вытяжек на развитие наземной и подземной частей проростков видно, что угнетающее воздействие оказывается на рост корешка. Фитотоксический эффект определяли, сопоставляя показатели средней длины корешка в контроле и в опыте.

Пробы субстрата, взятые с отвала №1 показали, что длина корешка проростков *Medicago sativa* незначительно отличается от контрольных показателей, фитотоксический эффект составляет 10,1%. Вытяжка № 2 не подтверждает токсического действия, Ет – 4,7%. Фитотоксическое действие опытной вытяжке № 3 – 21,7%, что характеризует субстрат как малотоксичный.

Результаты исследования позволили выявить, что *Berteroa incana* является более чувствительным тест-объектом, чем *Medicago sativa.* Проростки *Berteroa incana* с опытной вытяжки характеризуются уменьшением длины корешка в сравнении с контрольными проростками. Фитотоксический эффект длины корешка выращенных проростков на вытяжке № 1 – 41,7%, оцениваем субстрат как умеренно токсичный. Показатели угнетения на вытяжке № 2 – 36,2%, на вытяжке № 3 – 33,7%, характеризуем как малотоксичные.

Выбранные тест-культуры характеризуются разной степенью устойчивости к токсическому действию породы отвалов угольных шахт. Полученные данные позволили выявить наиболее чувствительный тест-отклик, который проявляется по отношению к фитотесту *Berteroa incana* – длина корешка проростка**,** а также наличие морфологических отклонений проростков *Medicago sativa* по сравнению с контролем.

Определяя токсичность породы, основывались на выявленных закономерностях.

Эдафотопы отвалов угольных шахт города Макеевки не обладают выраженной фитотоксичностью по отношению к используемым растительным тест-культурам. Однако токсичность проявляется, более выражена в опыте с *Berteroa incana.* На основании анализа полученных результатов исследования, фитотоксическое действие породы отвалов угольных шахт на рост и развитие выбранных тест-объектов можно расположить в убывающий ряд: породный отвал № 1 шахты «Калиновская-Восточная»; **>** породный отвал № 2 шахты «Калиновская-Восточная» **>** породный отвал № 3 шахты «Капитальная». Такое расположение можем связать с возрастным показателем отвалов (периодом после их отсыпки) ведь именно так они соотносятся относительно возраста. Это дает нам основание утверждать, что чем старше породный отвал, тем меньше проявляется токсическое воздействие породы на растительный покров.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Калинина, А. В.* Фитоиндикационный мониторинг на отвалах угольных шахт г. Макеевки, - внедрение данных в образовательную программу / А. В. Калинина, А. И. Сафонов // "Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса", Международная научная конференция студентов и молодых ученых (2017; Донецк): в 7 т. Химико-биологические науки. − Донецк, 2017. − Т. 2. − С. 80-82.

2. *Сафонов, А. И.* Чек-лист индикаторных признаков сорно-рудеральной фракции урбанофлоры г. Донецка (1998-2018 гг.) / А. И. Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2018. – № 3–4. – С. 67-72.

3. *Сафонов, А. И.* Функциональная ботаника в Донбассе: экологический мониторинг, информационные ресурсные технологии, фитодизайн / А. И. Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2017. – № 1–2. – С. 8-14.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ ПО ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИМ ПИГМЕНТАМ ФИТОПЛАНКТОНА

А.А. Касько, Э.И. Мирненко
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

В работе проанализировано качество водных объектов по количественным показателям концентрации фотосинтетических пигментов фитопланктона, являющимся биоиндикатором состояния окружающей среды.

Ключевые слова: ФИТОПЛАНКТОН, ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИЕ ПИГМЕНТЫ, ХЛОРОФИЛЛ А, КАЧЕСТВО ВОДЫ, БИОМОНИТОРИНГ

The article analyzes the quality of reservoirs in terms of quantitative indicators of the concentration of photosynthetic pigments of phytoplankton, which is a bioindicator of the state of the environment.

Key words: PHYTOPLANKTON, PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS, CHLOROPHYLL A, WATER QUALITY, BIOMONITORING

Водохранилища, как искусственно сооруженные водные объекты, были созданы с целью регулирования и рационального использования пресных вод в руслах рек, удовлетворения потребностей населения пресной воды. Они необходимы для гидравлических, гидроаккумулирующих и тепловых электростанций. Строительство гидротехнических сооружений затрагивает значительное количество водных объектов, оказывая значительное антропогенное воздействие на их экосистемы. Изучение состояния фитопланктона, обитающего в водохранилищах-охладителях, представляет собой большой интерес. Актуальность приобретает проблема регулирования растительности в водохранилищах, управление процессами его зарастания.

Одноклеточные водоросли занимают особое место среди индикаторов состояния водных объектов и широко используются в биомониторинге. Преимуществом использования водорослей, как биоиндикаторов, заключается в их высокой чувствительности к изменениям водной среды. Динамика изменения видового состава и биомассы фитопланктона служат сигналом надвигающегося экологического бедствия водоёмов. Важнейшими критериями при оценке качества воды являются фотосинтетические пигменты фитопланктона, которые характеризуют физиологическое состояние водорослей. Хлорофилл *а* основной пигмент зеленых растений и универсальный показатель, отражающий обилие и фотосинтетическую активность альгоценозов, его концентрацию можно установить с помощью спектрофотометрического метода.

Цель работы – используя количественные показатели концентрации фото-синтетических пигментов дать оценку состояний качества вод водохранилищ Донбасса.

Пробы воды отбирались на трёх водохранилищах: Старобешевской ТЭС, Нижнекальмиусского и водоёма-охладителя Зуевской ТЭС в осенний период времени (сентябрь - октябрь 2018г.).

Фильтрация проб воды осуществлялась с использованием мембранных фильтров и насоса Комовского. Количество фотосинтетических пигментов определялось при помощи спектрофотометрического метода. Он основан на изучении спектров поглощения в ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной областях спектра. Суть метода заключается в измерении зависимости интенсивности поглощения падающего света от длин волн. При выполнении данной работы был использован фотоэлектроколориметр КФК-2. В процессе работы измеряли концентрацию хлорофилла *а*, биомассу и поглощение света пигментами фитопланктона.

Расчеты концентрации хлорофилла *a* основаны на удельных спектральных показателях поглощения света. Спектрофотометрическое определение количества пигментов включает спектрофотометрирование экстракта пигментов до и после его подкисления раствором соляной кислоты. Концентрации фотосинтетических пигментов вычислялись по формулам, приведенным в ГОСТе 17.1.04.02-90.

По данным концентрации хлорофилла *a* рассчитывалась ориентировочная величина биомассы фитопланктона водохранилищ. Приведённый метод определения биомассы с использованием данных о концентрации хлорофилла *a* можно применять для оценки степени загрязнения водоёмов.

При излучении цвета на фотоколориметре рассчитывался коэффициент спектрального поглощения. Спектр поглощения фитопланктона обнаруживает дополнительные максимумы, некоторые из которых превышают основной максимум поглощения хлорофилла *a*. Исследование полученных спектров поглощения фитопланктона позволяет определять наличие микроорганизмов, не обнаруживаемых стандартными биологическими методами. Результаты расчетов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты гидробиологического анализа воды водохранилищ

Водохранилище	Концентрация хлорофилла (мг/дм^3)		Биомасса (мг/л)	Пропускная способность
	до подкисления	после подкисления		
Старобешевское	0,99 ± 1,5	0,6 ± 1,5	14,99	48
Нижнекальмиусское	1,73 ± 1,5	1,13 ± 1,5	25,88	32
Зуевское	0,18 ± 1,5	0,056 ± 1,5	2,68	28

Концентрация хлорофилла *a* фитопланктона в водохранилищах изменялись в значительном для применяемой методике диапазоне (0,056-1,73 мг/дм^3). Проанализировав данные, было отмечено, что самые высокие концентрации исследуемого пигмента в Нижнекальмиусском водохранилище (1,73 мг/дм^3). Старобешевское водохранилище имеет также высокие показатели концентрации хлорофилла *a*. Самые наименьшие показатели были зарегистрированы в Зуевском водохранилище (0,056 мг/дм^3).

Результаты гидробиологического анализа показали, что в зависимости от концентрации хлорофилла *a*, вода содержала больший или меньший показатель биомассы фитопланктона. Увеличение концентрации хлорофилла *a* свидетельствует о периоде интенсивного развития водорослей. В результате чего увеличивается их биомасса в водоёме (рис. 1).

Рисунок 1 – Величина биомассы фитопланктона водохранилищ

Как видно из рисунка 1, наибольший показатель биомассы фитопланктона зафиксирован в Нижнекальмиусском водохранилище (25,88 мг/л). Старобешевское водохранилище имеет также высокие показатели концентрации хлорофилла *a*, обуславливающего растущую биомассу фитопланктона в водоёме (14,99 мг/л). Самые наименьшие показатели концентрации хлорофилла *a* были зарегистрированы в Зуевском водохранилище, что свидетельствует о меньшей биомассе фитопланктона (2,68 мг/л).

Оценка степени загрязненности воды в водохранилищах на период осени 2018 года оценивалась по величинам биомассы фитопланктона. Класс качества воды был определён согласно Международным стандартам ИСО 14000. Следовательно, определяя степень загрязненности водоёма по биомассе фитопланктона, можно утверждать то, что Старобешевское и Нижнекальмиусское водохранилища характеризуются загрязненными водами. Зуевское водохранилище по оценки степени загрязненности характеризуется удовлетворительно чистой водой.

Чрезмерное развитие фитопланктона происходит в результате высокой антропогенной нагрузки водоема биогенными веществами. Это приводит к понижению качества воды и проявлению явления эвтрофикации водоёмов. При эвтрофировании водоема и соответствующем ухудшении качества воды сукцессия видового состава особенно отчетливо проявляется в сообществе фитопланктона.

Таким образом, все водохранилища характеризуются высокой динамичностью развития, что определяет их высокую антропогенную загруженность. Важнейшими критериями при оценке качества воды являются фотосинтетические пигменты фитопланктона, которые характеризуют физиологическое состояние водорослей. Концентрация хлорофилла А фитопланктона в водохранилищах изменялись в значительном для применяемой методике диапазоне (0,056-1,73 мг/$дм^3$). По данным гидробиологического анализа отчетливо прослеживается зависимость показателя концентрации пигмента хлорофилла А к биомассе фитопланктона водоёмов. Увеличение концентрации хлорофилла А свидетельствует о периоде интенсивного развития водорослей. В результате чего увеличивается их биомасса в водоёмах. Оценка степени загрязненности воды в водохранилищах оценивалась по величинам биомассы фитопланктона. Наибольший показатель биомассы фитопланктона зафиксирован в Нижнекальмиусском водохранилище (25,88 мг/л), что свидетельствует о загрязнении воды. Самый наименьший показатель был установлен в Зуевском водохранилище, что указывает на удовлетворительно чистое состояние воды. Избыточное развитие фитопланктона с биомассой превышающей 5 мг/л рассматривается как одно из проявлений эвтрофирования водоема.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Мирненко Э. И.* Особенности «цветения» водоемов в городе Донецке / Э. И. Мирненко. – Saarbrucken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2015. – 93 с.

2. *Мирненко Э. И.* Оценка загрязнения органическими соединениями прудов г. Донецка / Э.И. Мирненко // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2017. – № 3-4 − С. 17-24.

3. *Мирненко Э. И.* Эмпирическая коррекция списков экологических групп водорослей фитопланктона прудов г. Донецка / Э.И. Мирненко // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2017. – № 1-2. − С. 32-41.

СТРОЕНИЕ ЛИСТОВОЙ ПЛАСТИНКИ РАСТЕНИЙ-ИНДИКАТОРОВ ДОНБАССА КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ВЕГЕТАТИВНОЙ СТРАТЕГИИ ВИДОВ

Т.И. Кравсун
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

В работе рассматриваются особенности строения листовой пластинки растений-индикаторов как показатель вегетативной стратегии видов: Cichorium intybus L., Tragopogon major Jacq., Tripleurospermum inodorum (L.) Sch. Bip., Tanacetum vulgare L., Reseda lutea L., Plantago major L., Berteroa incana (L.) DC., Echium vulgare L., Daucus carota L. Выбраны критерии для оценки: индекс трихоморазнообразия, индекс аномальности анастомозной сетки; индекс общей специализации трихом; индекс атипичного строения устьичного аппарата. Установлена индикационная роль строения листового аппарата растений в различных экотопах г. Донецка.

Ключевые слова: ФИТОИНДИКАТОРЫ, ВЕГЕТАТИВНАЯ СТРАТЕГИЯ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

The paper discusses the structural features of a leaf plate of indicator plants as an indicator of the vegetative strategy of species: Cichorium intybus L., Tragopogon major Jacq., Tripleurospermum inodorum (L.) Sch. Bip., Tanacetum vulgare L., Reseda lutea L., Plantago major L., Berteroa incana (L.) DC., Echium vulgare L., Daucus carota L. Criteria for evaluation were selected: tricho-diversity index, anastomotic mesh anomaly index; trichome general specialty index; atypical index of the stomatal apparatus. The indication role of the structure of the leaf apparatus of plants in various ecotopes of the city of Donetsk has been established.

Keywords: PHYTOINDICATORS, VEGETATIVE STRATEGY, ECOLOGICAL MONITORING

Листовой аппарат цветкового растения является самым модификационно пластичным органом вегетативной системы из числа структурно-функционального аппарата систем органов и тканей. По своей структуре листовые пластинки в первую очередь зависимы от климатических факторов, формирующих условия контакта с воздушной средой. В случае загрязнения этой среды промышленными выбросами наблюдается и фиксируется соответствующая реакция растительного организма в первую очередь по листовому аппарату. Суммация загрязнителей в комплексе вырабатывает признаки ксероморфной и пайноморфной природы, то есть в целом усиливается эффект засушливого климата и стрессовых условий среды. В связи с этим актуальным является для уже используемых растений-индикаторов [1-3] выделение их вегетативных стратегий по анализу микроструктурных особенностей поверхности листового аппарата.

Цель работы – дать анализ индикационной значимости параметров структурных особенностей листового аппарата для сорно-рудеральных видов растений Донбасса с разными популяционно-экологическими стратегиями.

Для выполнения поставленной задачи использовали следующие группы методов: рекогносцировочный, маршрутно-экспедиционный, методы фитоиндикационного мониторинга в промышленном регионе, структурной ботаники с анализом витальных препаратов и гербарных образцов, методы математической статистики и вербальной аналитической обработки информации. Сборы растительного материала осуществляли в полевых условиях в двадцати мониторинговых точках – стационарных пробных площадях в высоко урбанизированных районах Донбасса и в местах с минимальной

антропогенной трансформацией растительного покрова и биогеохимического баланса природных экосистем.

Для анализа были использованы следующие виды растений: *Cichorium intybus* L., *Tragopogon major* Jacq., *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip., *Tanacetum vulgare* L., *Reseda lutea* L., *Plantago major* L., *Berteroa incana* (L.) DC., *Echium vulgare* L., *Daucus carota* L. Анализу подвергли как образцы гербарного материала кафедры ботаники и экологии 2016-2018 гг. сборов, так и свежесобранные листовые пластинки в период август-сентябрь 2018 г.

Использованы следующие показатели строения листа, диапазоны значений по индикационным признакам опубликованы в [1]: 1) индекс трихоморазнообразия (типификация трихом) – *ITR*; 2) индекс аномальности анастомозной сетки – *AAN*; 3) индекс общей специализации трихом – *ITS*; 4) индекс атипичного строения устьичного аппарата – *IASta*. Реперными точками сравнения выбраны экотопы: А) Донецкого металлургического завода, Б) селитебные зоны г. Донецка, В) парковая система Ленинского Комсомола и территория дендрария ГУ "Донецкий ботанический сад". Сравнительная характеристика указанных индексов в разных экотопах представлена в таблице. Данные рассчитаны по 10-балльной индикационной шкале для соблюдения принципа аддитивности и возможности функционального сравнения в группе признаков.

Таблица – Значения индексов вегетативной сферы растений-индикаторов в экотопах города Донецка

Вид	*Индикационные индексы шкалообразования*											
	ITR			*AAN*			*ITS*			*IASta*		
	категории пробных площадей											
	А	*Б*	*В*	*А*	*Б*	*В*	*А*	*Б*	*В*	*А*	*Б*	*В*
Cichorium intybus L.	8	2	2	8	4	1	6	7	1	6	5	2
Tragopogon major Jacq.	8	5	3	7	5	3	8	4	3	7	3	4
Tripleurospermum inodorum (L.) Sch. Bip.	9	4	4	9	3	1	9	7	3	9	1	1
Tanacetum vulgare L.	9	6	2	7	5	2	9	7	2	9	5	2
Reseda lutea L.	6	5	3	8	6	3	4	5	1	9	6	1
Plantago major L.	9	7	2	9	4	2	9	7	2	9	7	4
Berteroa incana (L.) DC.	10	7	1	7	1	4	10	3	4	10	4	3
Echium vulgare L.	10	4	2	10	5	3	10	7	3	10	3	2
Daucus carota L.	7	7	2	7	5	1	7	7	2	9	6	3

Анализ выраженности показателя индекса трихоморазнообразия при типификации трихом позволяет установить наибольшие его значения у *Echium vulgare* L., *Berteroa incana* (L.) DC. и *Tragopogon major* Jacq., что связано с индивидуальной видоспецифичностью растений-индикаторов. Наименьшее значение этого индекса в зоне наибольшего промышленного загрязнения из перечня изучаемых (Донецкий металлургический завод) установлено у *Reseda lutea* L., *Cichorium intybus* L. и *Tragopogon major* Jacq., что указывает на больший консерватизм такого критерия в анализе структурной пластичности растений этих видов. Указанные тенденции в сравнительном аспекте позволяют обнаруживать достоверное сходство и для показателей индекса аномальности анастомозной сетки, индекса общей специализации трихом и индекса атипичного строения устьичного аппарата (по количеству околоустьичных клеток и их качественному размерному соотношению между собой) на территории Донецкого металлургического завода. Важно, что качественный учет

частоты аномалий общей морфологии листовой пластинки видов растений с индикационной способностью также указывает на большую степень склонности к тератообразованию – зафиксированы преобразования листа в целом и листовой пластинки в частности по следующим категориям: срастание листовой пластинки с осью побега (стеблем – у основания или на верхушке побега), петалоидное превращение листьев (больше характерно для *Berteroa incana* (L.) DC, *Reseda lutea* L. и *Plantago major* L.), олигомеризация рассеченных листьев, недоразвитие (гипогенезия), мелколистность (*Cichorium intybus* L., *Tragopogon major* Jacq. и *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip.), срастание листьев между собой, изменение формы листовой пластинки (все виды изучаемых растений), деформация и частые случаи изменения окраски при активации физиологических хлорозов и некрозов также встречается в разной степени проявления у всех видов изучаемых растений, что указывает на необходимость дальнейшего изучения этого вопроса при выяснении механизмов повреждения растительного организма в условиях неспецифического и специфического стресса.

Для территорий парковых зон города Донецка показатели структурной разнокачественности листового аппарата в целом не превышали четырех баллов, что указывает на допустимый уровень факторов трансформации среды и выполнение зонами рекреации функций смягчения техногенной нагрузки на среду в локальных масштабах.

В селитебных зонах г. Донецка (экотопы Б в таблице) показатели структурной организации листа растений-индикаторов настолько представляют широкий спектр вариации, что выделить особенности по специфике формоизменений не представляется возможным, что в первую очередь связано с гетерогенностью среды селитебных мест и необходимостью дальнейшей дифференциации таких территорий по более дробной классификации экотопической приуроченности в локалитетах, что было бы полезно при рабочих записях именно зоны жилой застройки.

Таким образом, реакция растительного организма на факторы неспецифического стресса может быть различной, подчеркивая индивидуальные особенности каждого конкретного вида, что и отражается в индикационной значимости растений при проведении эколого-токсикологического мониторинга в промышленном регионе. Отмеченные индикаторные признаки отражают стратегические преференции сорно-рудеральных растений Донбасса в стремлении обеспечения себе в первую очередь системы выживания в неблагоприятных экологических условиях.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Сафонов, А. И.* Чек-лист индикаторных признаков сорно-рудеральной фракции урбанофлоры г. Донецка (1998-2018 гг.) / А. И. Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2018. – № 3–4. – С. 67-72.

2. *Сафонов, А. И.* Функциональная ботаника в Донбассе: экологический мониторинг, информационные ресурсные технологии, фитодизайн / А. И. Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2017. – № 1–2. – С. 8-14.

3. *Сафонов, А. И.* Фитоэмбриональный скрининг в экологическом мониторинге Донбасса / А. И. Сафонов // Зеленый журнал – бюллетень ботанического сада Тверского государственного университета. – 2017. – Вып. 3. – С. 6-14.

УСПЕШНОСТЬ ИНТРОДУКЦИИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ТРОПИЧЕСКИХ И СУБТРОПИЧЕСКИХ РАСТЕНИЙ В КОЛЛЕКЦИИ ОРАНЖЕРЕЙНОГО КОМПЛЕКСА ГУ «ДОНЕЦКИЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД»

А.К. Микула, А.В. Николаева
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

Проведен систематический анализ лекарственных тропических и субтропических растений Донецкого ботанического сада. Произведена оценка успешности интродукции группы растений с выраженными фитонцидными свойствами (78 видов). Наиболее высокими показателями характеризуются 32 вида.

Ключевые слова: УСПЕШНОСТЬ ИНТРОДУКЦИИ, ЛЕКАРСТВЕННЫЕ ТРОПИЧЕСКИЕ И СУБТРОПИЧЕСКИЕ РАСТЕНИЯ, ФИТОДИЗАЙН

The systematic analysis of medical tropical and subtropical plants of the Donetsk botanical garden is conducted. The estimation of success of introduction is produced of group of plants with the expressed phytoncidal properties (78 species). The most high indexes it is been characterized 32 species.

Key words: SUCCESS OF INTRODUCTION, MEDICAL TROPICAL AND SUBTROPICAL PLANTS, PHYTODESIGN

Современный уровень жизни, промышленная и психоэмоциональная нагрузка на человека требует повышения комфортности его жизненной среды. Так, по последним данным, мужчина-европеец ежедневно находится в помещении в течении 21-22 часов, а женщины до 23 часов, при этом уровень загрязнения воздуха в них патогенами, пылью, газами, токсинами выше в 4-5 раз чем в селитебной зоне (между застройками) [1]. Одной из актуальных проблем на сегодняшний день является озеленение интерьеров растениями, обладающими ярко выраженной антимикробной активностью и способностью поглощать из воздушной среды вредные химические вещества – один из важных путей по оптимизации оздоровления не только, общественных мест, но и жилища человека. Поэтому необходимо особое внимание уделять расширению ассортимента комнатных растений, имеющих лекарственное значение, обладающих фитонцидной активностью и не вызывающих аллергических реакций. Большинство из них не только обладают лечебными свойствами и издавна используются в народной медицине, но и являются красивоцветущими или декоративно-лиственными. Сочетание лечебных свойств с декоративностью позволяет одновременно решить эстетическую и лечебные задачи. В связи с этим в Донецком ботаническом саду ведется активная работа по интродукции лекарственных тропических и субтропических растений и применения их в фитодизайне закрытых помещений.

Цель – анализ и оценка успешности интродукции лекарственных и фитонцидных тропических и субтропических растений в коллекции ГУ «Донецкий ботанический сад» для дальнейшего их использования в фитодизайне.

Для оценки успешности интродукции растений использовалась методика и шкала показателей успешности интродукции растений в условиях защищенного грунта [2]. Шкала позволяет учитывать состояние растений за пределами оранжерей, в интерьерах, так как заключительным этапом при интродукционном изучении тропических и субтропических растений является размещение их в помещениях при создании зимних садов, каменистых горок, длительных зеленых уголков.

Экспозиции и коллекции тропических и субтропических растений ГУ «Донецкий ботанический сад» размещены в 5 оранжереях, общая площадь которых – около 2660м². Общий коллекционный фонд представлен 3214 таксонами (1977 видов, 602

внутривидовых таксона, 635 культиваров и гибридов, относящихся к 561 роду 119 семейств) из них 115 видов растений обладают лекарственными свойствами.

При пополнении коллекции приоритетными являются следующие принципы: включение видов из различных флор, наиболее полно представляющих область естественного распространения рода; принадлежность образцов к различным жизненным формам, экологическим группам и архитектурным моделям; преимущественное привлечение редко встречающихся в коллекциях видов и культиваров, а также видов, обладающих полезными свойствами (фитонцидными, лекарственными). Большинство исследованных образцов получены в результате обмена между ботаническими садами или привезены непосредственно из природы. Растения выращивались из семян, корневищ, клубней, листовых и стеблевых черенков.

Систематический анализ исследуемой выборки лекарственных растений показал, что семейства Asparagaceae и Moraceae содержат наибольшее количество видов – 6,9%, Crassulaceae и Rutaceae – 6,0%, Acanthaceae и Araceae – 5,2%, Xanthorrhoeaceae – 4,3%, Apocynaceae, Euphorbiaceae и Myrtaceae – 3,4%, Commelinaceae, Malvaceae, Pteridaceae и Pittosporaceae – 2,6%, Cupressaceae, Lamiaceae, Lauraceae, Oleaceae, Poaceae, Zingiberaceae, Aquifoliaceae, Araliaceae, Caricaceae и Plumbaginaceae – 1,7%, остальные семейства представлены единичными видами, что составляет 0,8%. Таким образом, в систематическом плане коллекция исследуемой группы разнообразна и включает обширный список систематических групп.

В ходе анализа лекарственных тропических и субтропических растений в коллекции оранжерейного комплекса ГУ «Донецкий ботанический сад» были выделены растения, оказывающие влияние на нервную и дыхательную системы человека, а так же, являющиеся фитонцидными, что составило 78 видов (68%). Из них, как общепризнанные своей фитонцидной активностью – виды рода *Myrtus, Citrus, Ficus* и т.д, так и менее известные о обладании данного свойства – виды рода *Begonia* или *Murraya exotica.* При этом В. М. Каспари [3] изучена антимикробная активность летучих выделений водных и водно спиртовых экстрактов ряда видов рода *Begonia* на условно патогенную микрофлору. Им выявлено, что наибольшей фитонцидной активностью отличались виды *B. lucerna* hybrida Hort, *B. albo - picta* Hort, *B. rubella*, *B. angularis*.

Оценка растений согласно предложенной методике Горницкой И.П. с использованием шкал (оценка репродуктивного развития; естественного вегетативного размножения; роста растений в условиях защищенного грунта оранжереи; состояния растения в интерьерах) позволяет дать общую биоэкологическую оценку и перспективность использования исследуемых лекарственных тропических и субтропических растений в фитодизайне закрытых помещений. В результате анализа установили, что к категории – полное введение вида в культуру (100-81) относится *Alocazia macrorrhiza* (L) Schott; введение в культуру, но несколько ограниченными возможностями размножения и роста (80-71) – *Lantana camara* L., *Aglaonemma modestum* Schott.et Engl.., *Coffea Arabica, Stapelia variegate* L.; введение в культуру, но ограничено только естественным размножением (70-51) – *Plumbago zeylanica* L., *Aloe arborescens, Adiantum capillus-veneris* L., *Polypodium sp, Hedera helix arborea f. (Garsault) Schelle, Barleria prionitis, Aglaonema commutatum, Acanthus ilicifolius* L., *Citrus limon, Plumbago capensis* Thunb., *Ficus elastica* Roxb., *Agapanthus africanus, Ficus benjamina* L., *Chlorophytum comosum, Psidium guajava* L., *Carica papaya, Houttuynia cordata* Thunb., *Citrus paradisi, Citrus aurantium, Citrus reticulata, Citrus aurantiifolia, Citrus grandis, Citrus sinensis, Pittosporum heterophyllum* Franch, *P. tobira* Dryand., *P. crassiffolium* Soland. ex A. Cunn., *Plectranthus hadiensis* Var; виды для коллекции и

частичного введения в культуру – ограниченные вегетативным размножением способом черенкования или семенами с мест произрастания в природе (50-41) – *Aloe vera* (L.)Burm.f., *Aloe saponaria, Acalypha wilkesiana* Müll.Arg., *Agave americana* L., *Stapelia hirsute* L., *Callisia fragrans, Jasminum sambac* (L.) Ait, *Hibiscus rosa-sinensis* L., *Olea europea* L., *Piper unquiculatum* Ruiz et Pav., *Bowiea volubilis, Laurus nobilis* Cav., *Dracaena fragrans* (L.) Ker Gawl., *Hedera helix* L.; виды только для коллекции в условиях оранжерей ботанических садов, требующие специальных условий содержания и ухода (40-21) – *Ficus bengalensis* L. *F. krishnae* (C. DC.) D. Zal., *Epipremnum aureum* (Linden et Andre) Bunt., *Ficus rubiginosa* Desf., *Tetrastigma voinierianum* (Baltet) Pierr. ex Gagnep., *Philodendron imbe* Schott., *Ilex paraguariensis* A.St. Hil., *Ilex aquifolium* L., *Ecbolium linneanum* Kurz, *Aeonium balsamiferum, Callistemon citrinus, Callistemon salignus, Ananas comosus* (L.) Meriel. Schult, *Crassula portulacea* Lam., *Brachychiton populneum* R. Br. *Sterculia divirsifolia* G. Don., , *Euphorbia neriifolia* L., *Ruellia devosiana* (Hort.)Makey. ex E. Morr., *Acorus calamus* L., *Crassula arborescens* (Mill.)Willd., *Firmiana simplex* W.F.Wight ., *Ficus religiosa* L., *Magnolia grandiflora* L.

Таким образом, исследования показали, что наиболее высокими баллами характеризуются 5 видов, относящихся к двум первым категориям. Самой многочисленной оказалась третья группа – введение в культуру, но ограничено только естественным размножением, которая включала 27 видов. Среди них есть виды, которые уже успешно используются при озеленении помещений: *Aglaonemma modestum, Aglaonema commutatum, Coffea arabica, Stapelia variegate; Aloe arborescens, Adiantum capillus-veneris, Ficus elastica, Ficus benjamina, Chlorophytum comosum, Agapanthus africanus, Citrus limon, C. paradisi, C. aurantium, C. reticulata, C. aurantiifolia, C. grandis, C. sinensis, Plectranthus hadiensis*. Многолетние интродукционные исследования позволяют выделить малоизвестные, но высоко декоративные и устойчивые виды для фитодизайна. Так, заслуживают внимания виды рода *Pittosporum (P. heterophyllum, P. tobira, P. crassiffolium),* произрастающие в Юго-восточной и Восточной Азии, Австралии и характеризующиеся как декоративно- лиственные и красивоцветущие деревья с высоким потенциалом для включения их в озеленение широкого спектра помещений. Два вида красивоцветущих южноафриканских лиан – *Plumbago zeylanic*а и *Plumbago capensis* могут украшать не только помещения, оранжереи и зимние сады, но и приусадебные участки. Поэтому виды, относящиеся к первым трем категориям можно рекомендовать для расширения ассортимента фитонцидных растений, используемых в фитодизайне закрытых помещений.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Сидоренко О.В*. Лікарські тропічні рослини в умовах захищеного грунту / Сидоренко О.В. // Збереження біорізноманіття тропічних і субтропічних рослин.// Матеріали міжнародної наукової конференції, Київ,березень 2009. – С. 262-263.

2. *Горницкая И.П.* Оценка перспективности тропических и субтропических видов для интродукции в защищенный грунт / И.П. Горницкая // Интродукция и акклиматизация растений. – 1996. – Вып. 26. – С. 10–14.

3. *Каспари В. М*. Фитонцидные особенности некоторых видов рода Бегония /В.М. Каспари // Фитонциды: Материалы конф., Львов, сент., 1990. – Киев, 1990 – С. 26 -27.

ПАЛИНОСТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ *AMBROSIA ARTEMISIIFOLIA* L. В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННЫХ ЭКОТОПОВ

Н.С. Мирненко
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

В докладе проанализирована вариабельность пыльцевых зерен Ambrosia artemisiifolia L. по форме, а также определение жизнеспособности пыльцы путем ее культивирования на питательной среде.

Ключевые слова: МОНИТОРИНГ, АДВЕНТИВНЫЕ ВИДЫ, ФИТОИНДИКАЦИЯ, ДОНЕЦК, ПЫЛЬЦЕВАЯ ТРУБКА, АЛЛЕРГЕН

The report analyzed the variability of pollen grains of Ambrosia artemisiifolia L. in shape, as well as determining the viability of pollen by cultivating it in a nutrient medium.

Keywords: MONITORING, ADVENTIVE SPECIES, PHYTOINDICATION, DONETSK, DUSTY PIPE, ALLERGEN

Одной из самых актуальных проблем современности является разработка новых действенных средств по контролю биологического загрязнения окружающей среды адвентивными видами растений. Изучение адвентивных видов, как элемента флоры определенного региона, является научно интересным и перспективным направлением экологической ботаники, т.к. распространение адвентиков в новых, исторически нетипичных местопроизрастаниях приводит к прямому или косвенному изменению состава, структуры и функционирования экосистем [1, 2].

Применение полученных данных по состоянию пыльцевых зерен является одним из методов при проведении комплексной оценки качества окружающей среды, экологического мониторинга, ретроспективного анализа состояния экосистем.

Для индикации качества окружающей среды и экологического мониторинга была исследована пыльца вида *Ambrosia artemisiifolia* L. (амброзия полыннолистная) в селитебных экотопах г. Донецка.

A. artemisiifolia является одним из агрессивных адвентивных элементов флоры, относится к категории карантинных сорняков. Этот вид занимает территории с различной антропогенной нагрузкой: техногенные экотопы, где практически не встречает конкуренции со стороны местных видов, а также экотопы с незначительным антропогенным влиянием. Благодаря признакам инвазивности (ветроопыление, высокая семенная продуктивность, короткий ювенильный период и высокая толерантность ко всем формам антропогенной трансформации среды), а также отсутствию естественных врагов *A. artemisiifolia* успешно расширяет свой ареал, занимая новые территории, поэтому занесена в перечень адвентивных видов с высокой инвазионной способностью и широкой экологической амплитудой. Безусловным является то, что *A. artemisiifolia* представляет серьезную угрозу как природным и антропотехногенным сообществам, так и человеку, затрудняя уборку урожая и вызывая многочисленные аллергические реакции в период цветения, следовательно, вид требует постоянного мониторинга [1, 2].

Структурный полиморфизм пыльцевых зерен установлен для многих видов покрытосеменных растений, но, в основном по объективным условиям, непосредственные причины этого явления остаются невыясненными. Доказать это становится возможным только в условиях контролируемого эксперимента и только для конкретных экземпляров. Явление структурной разнокачественности пыльцевых зерен возникает вследствие воздействия факторов стресса и экологического дисбаланса (тяжелых металлов, газообразных загрязнителей и др.), поступающих в природные среды – почву или воздух – под влиянием антропогенных факторов. В дальнейшем

зрелые дефектные пыльцевые зерна попадают в воздух и определенным образом влияют на проявление аллергических заболеваний.

Объекты анализа подвергали микрокопированию в условиях окрашивания метиленовым синим. Светооптическое изучение проведено на микроскопе Primo Star (Carl Zeiss) с соблюдением правил микроскопирования (при увеличении 40х10 и 90х10). Базовые точки сбора осадочного материала – перекрестки автодорог г. Донецка: 1) пересечение ул. Артема и пр-та Труда; 2) пересечение ул. Челюскинцев и пр-та Ватутина; 3) пересечение ул. Университетской и пр-та Мира; 4) пересечение ул. Щорса и пр-та Ватутина; 5) пересечение ул. Университетской и пр-та Гурова [3].

Опираясь на результаты этого эксперимента, можно сделать вывод, что жизнеспособность нетипичных по форме пыльцевых зерен *A. artemisiifolia* по сравнению с нормальными значительно ниже, так как большая часть тератоморфных пыльцевых зерен не способна образовывать пыльцевые трубки. Образование и дальнейший рост пыльцевой трубки на рыльце пестика или на питательной среде происходит под влиянием ферментных систем собственно пыльцевого зерна (в частности, фермента пектатлиазы, который является основным аллергеном).

Вариабельность пыльцевых зерен по форме установлена в 6 палинотипах (рис.). Пыльца типов 1 и 2 не может считаться атипичным по форме, поскольку такие пыльцевые зерна встречаются очень часто, поэтому формируют естественную гетерогенность мужского гаметофита. Формы пыльцы типов 3-6 считали атипичными.

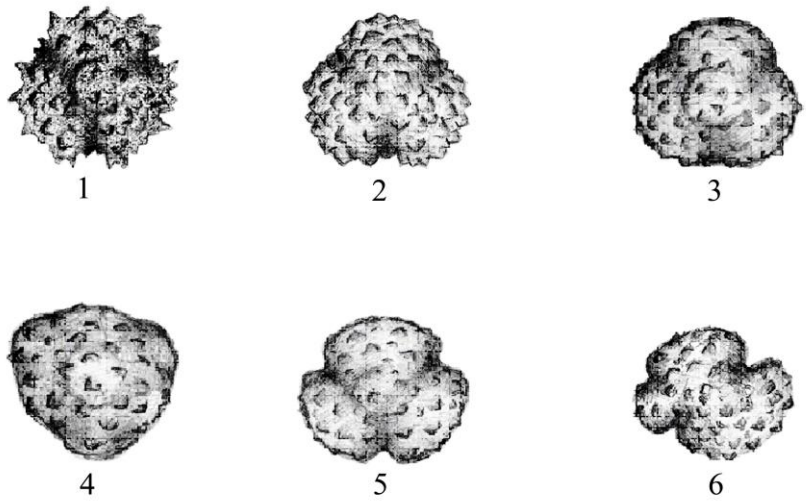


Рисунок – Вариабельность пыльцевых зерен *Ambrosia artemisiifolia* L. по форме

Для проверки предложенной гипотезы был проведен следующий эксперимент: пыльцевые зерна *A. artemisiifolia,* что установлено как нетипичные по форме, было высеяны на питательную среду вместе с морфологически нормальными пыльцевыми зернами для определения жизнеспособности пыльцы путем ее культивирования на питательной среде в пяти повторностях. Результаты культивирования см. табл.

Отсутствие образования пыльцевой трубки может свидетельствовать о модификации структуры молекулы фермента или блокировки, например, аллостерического центра фермента. На основании этих свидетельств можно предположить, что дефектные (тератные) пыльцевые зерна *A. artemisiifolia* будут вызывать слабую аллергическую реакцию, чем нормальные через пониженную активность фермента пектатлиазы. Но этого не происходит, т.к., сочетаясь с различными полютантами, аллергенные вещества наоборот дают сильный эффект.

Таблица – Оценка жизнеспособности (возможности образования пыльцевых трубок на питательной среде) пыльцевых зерен *A. artemisiifolia* L.

Питательная среда	Общее количество пыльцевых трубок, % от всего количества высеянной пыльцы	Количество пыльцевых трубок, образованных нормальными пыльцевыми зернами, % от общего количества образованных пыльцевых трубок	Количество пыльцевых трубок, образованных тератными пыльцевыми зернами, % от общего количества образованных пыльцевых трубок
$C_6H_{12}O_6$, 16%	54,08±1,49	74,54±2,01	26,53±1,82
$C_6H_{12}O_6$, 20%	60,67±1,87	71,75±1,74	29,39±1,21
$C_6H_{12}O_6$, 22%	76,47±1,07	78,19±1,99	21,79±1,39
$C_6H_{12}O_6$, 28%	69,33±0,99	83,77±1,57	17,61±1,96

Отдельно также следует рассмотреть пыльцевые зерна, способные образовывать пыльцевые трубки, но в которых наблюдаются структурные преобразования, например, изменение характера поверхности (шероховатая поверхность становится гладкой, потеря крупношиповатой структуры поверхности).

Таким образом, пыльцевые зерна, которым свойственны отмеченные структурные преобразования теряют способность к фиксации на реснитчатом эпителии верхних дыхательных путей и конъюнктивы глаза, результатом чего также становится снижение или отсутствие аллергической реакции. Такой эффект может наблюдаться в идеальных условиях без влияния поллютантов, пара, углеводородов и др., но для техногенно трансформированного среды установлен противоположный эффект.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Мирненко, Н. С.* Тератоморфы пыльцевых зёрен *Ambrosia artemisiifolia* L. селитебных территорий г. Донецка / Н. С. Мирненко // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2017. – № 1–2. – С. 26-31

2. *Мирненко, Н. С.* Состояние пыльцевых зерен *Ambrosia artemisiifolia* L. и *Artemisia absinthium* L. в г. Донецке/ Н. С. Мирненко // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2017. – № 3–4. – С. 12-17

3. *Мирненко, Н. С.* Диагностика состояния экотопов Донецка по палинологическим данным *Betula pendula* Roth / Н.С. Мирненко // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2018. – № 1–2. – С. 20-24

РЕАЛИЗАЦИЯ РЕПРОДУКТИВНОГО ПОТЕНЦИАЛА МОХООБРАЗНЫХ ДОНБАССА ПО СТЕПЕНИ СПОРОФИТИЗАЦИИ

Е.И. Морозова, А.И. Сафонов
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

Представлены результаты фото-визуализации спорофитов мохообразных на территории Донбасса. Предположительно установлено, что степень сформированности полного жизненного цикла мохообразных отражает специфику экологических условий в регионе по токсической нагрузке и механической трансформации экотопов.

Ключевые слова: МОХООБРАЗНЫЕ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ, ФИТОИНДИКАЦИЯ, ДОНЕЦК, ДОНБАСС

The results of photo-visualization of mosses sporophytes on the territory of Donbass are presented. It is estimated that ecotopes with a toxic load and mechanical transformations undergo specific conditions.

Key words: MOSSES, ECOLOGICAL MONITORING, PHYTOINDICATION, DONETSK, DONBASS

В условиях промышленной среды типичные бриобионты часто рассматриваются как перспективные растительные организмы для проведения экологического мониторинга разными способами [1-2]. Это формирует целевую необходимость по поиску и разработке доступных индикаторных признаков, которые можно было бы использовать для экспресс-диагностики степени антропогенной трансформации экотопов, что представляет практический интерес для научных разработок в Донбассе [1-3].

В предыдущих исследованиях нами отмечены виды мохообразных региона, составлены их инвентаризационные систематические списки и описаны морфологические особенности бриобионтов, а также выделены виды с единичными локалитетами (редкие) [1-3].

Цель работы – опытным путем установить связь между степенью сформированности спорофита некоторых мохообразных и типификацией экотопов в регионе. В этой части работы мы дифференцировали экотопы по степени нарушенности и подсчитывали процент особей с полностью развитыми морфологическими структурами диплоидного поколения мохообразных.

Категории экотопов эксперимента:

А – металлургические заводы,

Б – коксохимические заводы,

В – экотопы отвалов угольных шахт (северная экспозиция),

Г – транспортные развязки, перекрестки в городской среде,

Д - экотопы мало(слабо)нарушенных территорий.

Виды мохообразных, задействованные в эксперименте: *Amblystegium serpens* (Hedw.) Schimp., *Amblystegium subtile* (Hedw.) Schimp., *Anacamptodon splachnoides* (Froel. ex Brid.) Brid., *Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwägr., *Barbula unguiculata* Hedw., *Brachythecium albicans* (Hedw.) Bruch et al., *Brachythecium mildeanum* (Schimp.) Schimp., *Brachytheciastrum velutinum* (Hedw.) Ignatov & Huttunen. Иллюстрации получены самостоятельно при цифровом фотографировании в режиме макросъемки (рисунок). Микроскопирования в данном случае не потребовалось.

1 2 3 4

5 6 7 8

Рисунок – Спорофиты некоторых мохообразных Донбасса

1 - Amblystegium serpens,
2 – *Amblystegium subtile,*
3 – Anacamptodon splachnoides,
4 – *Aulacomnium palustre,*
5 – *Barbula unguiculata,*
6 – *Brachythecium albicans,*
7 – *Brachythecium mildeanum,*
8 – *Brachytheciastrum velutinum.*

Результаты диапазонов процентного соотношения при формировании спорофитов представлены в таблице.

Выявленные закономерности при анализе полученных данных:

1) техногенные и антропогенно трансформированные экотопы характеризуются низким уровнем (достоверно ниже) репродукции – коробочки полноценно вызревают и формируются в полной мере только на слабонарушенных территориях;

Таблица – Степень сформированности спорофита экспериментальными видами мохообразных в разных типах экотопов

Вид	Экотопы				
	А	Б	В	Г	Д
	Количественный анализ спорофитизации, %				
Amblystegium serpens	25-40	25-40	20-30	20-60	70-100
Amblystegium subtile	30-50	30-55	30-40	20-70	70-100
Anacamptodon splachnoides	30-40	30-40	30-35	40-80	75-90
Aulacomnium palustre	30-55	30-55	30-45	50-75	75-100
Barbula unguiculata	30-40	30-45	30-35	20-45	70-95
Brachythecium albicans	20-40	20-45	20-30	50-80	75-90
Brachythecium mildeanum	20-25	20-30	20-25	45-95	80-100
Brachytheciastrum velutinum	20-30	20-30	20-25	50-75	70-100

2) диапазон варьирования экспериментального признака в меньших колебаниях зафиксирован на северных экспозициях терриконików, что доказывает меньшую гетерогенность природной среды при стабильно высокой токсической нагрузке;

3) экотопы транспортных развязок и селитебные участки с автодорожными перекрестками имеют наивысшую степень гетерогенности среды, что указывает на необходимость большей детализации при классификации экотопов.

Работа является частью государственных научных программ в Донецкой Народной Республике: регистрационный № 0117D000192 – «Функциональная ботаника: экологический мониторинг, ресурсные технологии, фитодизайн», № 0118D000017 – «Диагностика природных и трансформированных экотопов по состоянию фитокомпонентов».

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Сафонов, А. И.* Видовое разнообразие мохообразных Донецко-Макеевской промышленной агломерации / А. И. Сафонов, Е. И. Морозова // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2017. – № 3–4. – С. 24-31.

2. *Сафонов, А. И.* Чек-лист индикаторных признаков сорно-рудеральной фракции урбанофлоры г. Донецка (1998-2018 гг.) / А. И. Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2018. – № 3–4. – С. 67-72.

3. *Сафонов, А. И.* Редкие виды мохообразных Донецко-Макеевской промышленной агломерации / А. И. Сафонов, Е. И. Морозова // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2018. – № 1–2. – С. 33-43.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ АНАТОМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ЛИСТОВЫХ ПЛАСТИНОК *SPINACIA OLEREACEA* L. В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ОСВЕЩЕНИЯ

К.В. Мудрецова, И.И. Стрельников
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

В работе представлены результаты оценки влияния интенсивности освещения на особенности анатомического строения листьев шпината огородного Spinacia olereacea L. Установлены статистически значимые различия в соотношениях столбчатой и губчатой тканей. Сделан вывод о смещении стратегии инвестирования вещества и энергии от экстенсивной продуктивности у хорошо освещенных растений к стратегии повышения надежности и/или защищенности в условиях затенения.

Ключевые слова: БИОМЕТРИЯ, СВЕТОКУЛЬТУРА, АНАТОМИЯ ЛИСТА

The paper presents the results of assessing the effect of illumination intensity on the features of the anatomical structure of spinach leaves in Spinacia olereacea L. Statistically significant differences in the ratio of columnar and spongy tissues were established. It was concluded that the strategy of investing substances and energy shifts from the extensive productivity of well-lit plants to an increasing reliability and / or protection in shading conditions.

Keywords: BIOMETRY, LIGHT-CULTURE, LEAF ANATOMY

В рамках глобальных задач оптимизации агротехники защищенного грунта, крайне важным является установление связей между процессами роста и направлениями адаптивных реакций [2]. В данном случае, важную информацию может обеспечить изучение изменчивости анатомического строения листовых пластинок. В связи с этим была поставлена задача по изучению анатомической пластичности растений шпината в зависимости от условий освещения.

Для решения поставленной задачи было проведено анатомическое исследование. Изучали листья растений выращенных в трех вариантах освещения: 20, 10 и 5 кЛк. После соответствующей подготовки, микропрепараты были изучены с помощью светового микроскопа по общепринятым методикам [1]. В результате были получены цифровые микрофотографии. Пример изображений представлен на рис. 1.

При первичном визуальном анализе можно констатировать значительные различия в толщине листьев с растений, выращенных в разных условиях освещения. Толщина уменьшается пропорционально уменьшению освещенности. Наибольшие различия обнаружены между условиями освещения в 20 и 5 кЛк. В абсолютных значениях средняя разница составляет 207 мкм. Таким образом толщина листьев из условий самого низкого освещения составляет всего около 50% от толщины листьев в условиях максимального освещения.

Важным отличием является разное количество слоев палисадного мезофилла. Так у растений из условий наибольшего освещения (20 кЛк) формируется 3 отчетливых слоя столбчатых клеток. Клетки, при этом, располагаются плотно. Растения из условий среднего освещения (10 кЛк) формируют 2 слоя столбчатых клеток, а из условий наименьшего освещения (5 кЛк) – 1 слой. В последнем случае столбчатые клетки визуально менее вытянутые и расположены менее плотно, по сравнению с остальными вариантами опыта.

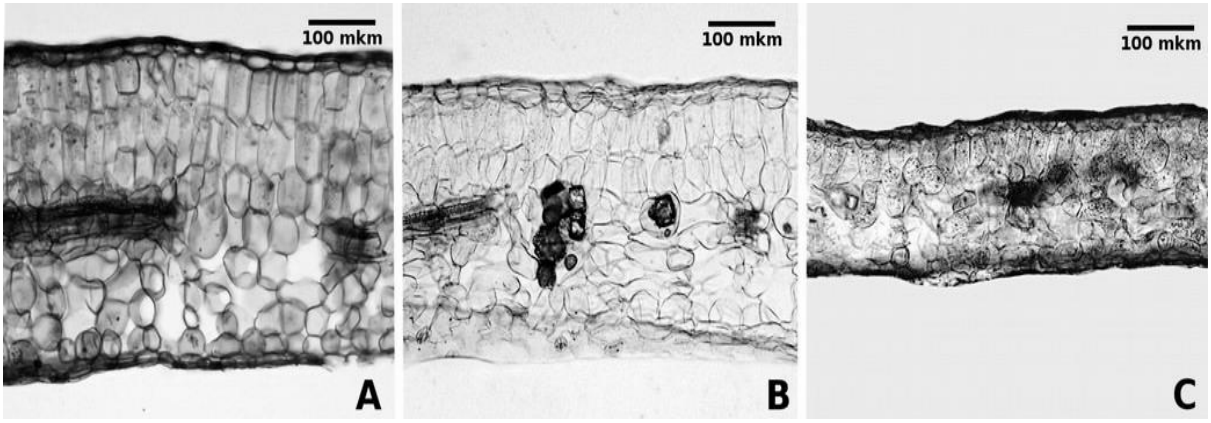


Рисунок 1 – Фотографии микропрепаратов листьев *Spinacea oleracea* L. Увеличение 100х, окраска толуидиновым синим. А — освещенность 20 кЛк, В — освещенность 10 кЛк, С — освещенность 5 кЛк

С целью количественного сравнение гистологической изменчивости столбчатой ткани провели сравнение толщины всего палисадного слоя листьев, полученных из разных вариантов опыта. Дисперсионный анализ подтвердил присутствие различий между выборками данных, значимые на уровне значимости 0.05 [F(2, 12) = 299.3, p = 5.76*10-11]. Графическое отображение различий толщины палисадной ткани в разных вариантах освещенности представлено на рис. 2.

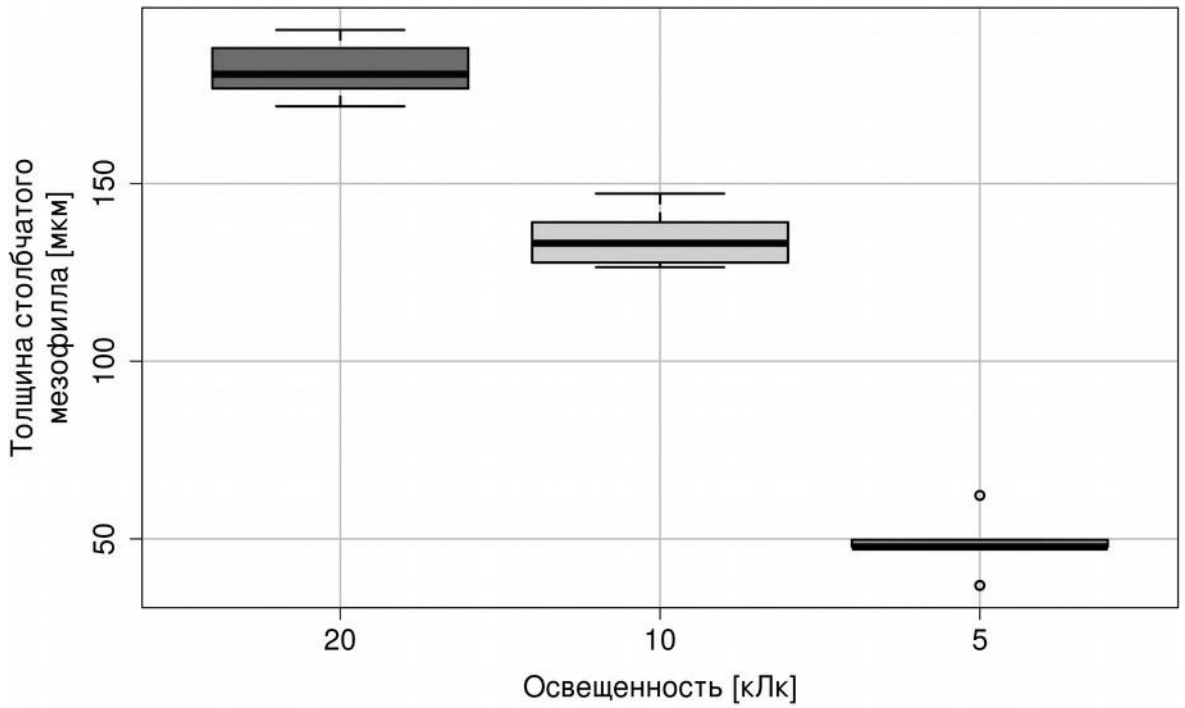


Рисунок 2 – Распределение значений толщины палисадного мезофилла в разных вариантах освещенности

Наибольшие различия ожидаемо обнаружены между условиями максимальной и минимальной освещенности. Абсолютное значение средней разницы в толщине палисадной ткани между условиями в 20 и 5 кЛк составили 133 мкм. Таким образом, переход от низкого освещения (5 кЛк) к высокому (20 кЛк) вызывает крайне высокое увеличение толщины палисадной ткани на 266%.

Схожим образом рассмотрели различия в толщине губчатого мезофилла. Для оценки значимости различий применили дисперсионный анализ, в результате установили, что интенсивность освещения действительно значимо влияет на толщину формируемой губчатой ткани [$F(2, 12) = 67.81$, $p = 2.89*10^{-07}$]. Следует отметить, что границы медианных значений в выборках толщины губчатой ткани в вариантах освещения 20 и 10 кЛк практически одинаковы, что дает повод предполагать, что снижение освещенности до 50% от максимума не приводит к существенному уменьшению толщины этого гистологического слоя. Для более детальной оценки различий между парами выборок разных вариантов опыта применили тест Тьюки. Результаты анализа подтверждают, что различия в толщине губчатой ткани между вариантами освещения 20 и 10 кЛк несущественны. При этом, толщина этого гистологического слоя в варианте освещения 5 кЛк статистически значимо меньше по сравнению с двумя другими вариантами. Абсолютное значение средней разности между условиями в 20 и 5 кЛк составили 73 мкм. Хотя эти различия существенны, все же изменения не столь выражены как в случае со столбчатой тканью – при переходе от 5 к 20 кЛк толщина губчатой ткани увеличивается на 67%.

Из вышесказанного можно заключить, что световые условия выращивания оказывают крайне выраженное влияние на особенности формирования и распределения фотосинтезирующих тканей. В первую очередь, увеличение светового потока вызывает выраженный прирост наиболее специализированной столбчатой ткани. Можно предположить, что наблюдаемые различия являются непосредственным отображением функционального сдвига в строении листа в сторону экспансивного увеличения фотосинтетической продукции. Однако следует учесть, что немаловажную роль для стабильности функционирования листа играет слой губчатой ткани, который в большей степени выполняет роль транспортной системы, обеспечивает формирование эффективного градиента концентрации углекислого газа и кислорода, а так же может выступать пространственным пулом для продуктов фотосинтеза. В этом аспекте крайне важно соотношение между объемами этих тканей. Количественный показатель такого соотношения может быть отображением стратегии инвестирования пластических веществ и энергии в функционально разные типы тканей [3]. При этом разницу в стратегиях можно упрощенно интерпретировать, как преобладание одного из направлений: инвестирование энергии в экстенсивное увеличение продуктивности (увеличение доли столбчатой ткани) с низкой надежностью или инвестирование в элементы надежности (губчатую ткань) в ущерб продуктивности.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Барыкина Р.П.* Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы. / Р.П. Барыкина, Т.Д. Веселова, А.Г. Девятов и др. − Москва: Издательство МГУ, 2004. − 312 с.

2. *Sultan S.E.* Phenotypic plasticity in plants: a case study in ecological development / S. E. Sultan // Evolution and Development. – 2003. – Vol. 5(1). – P. 25–33.

3. *Oguchi R.* Leaf anatomy as a constraint for photosynthetic acclimation: differential responses in leaf anatomy to increasing growth irradiance among three deciduous trees / R. Oguchi, K. Hikosaka, T. Hirose // Plant, Cell Environ.– Vol. 28, No 7. – P. 916–927.

ФОРМИРОВАНИЕ ДОМИНИРУЮЩИХ ЖИЗНЕННЫХ СТРАТЕГИЙ БРИОБИОНТОВ НА ТЕРРИТОРИИ Г. ЗУГРЭС

Т.С. Ночвина
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

В докладе проанализированы доминирующие жизненные стратегии мохообразных как индикаторов состояния окружающей среды. Раскрыт основной смысл их применения как индивидуальный критерий при проведении экологического мониторинга.

Ключевые слова: МОХООБРАЗНЫЕ, ДОМИНИРУЮЩИЕ ЖИЗНЕННЫЕ СТРАТЕГИИ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ, БРИОБИОНТЫ, ИНДИКАЦИЯ

The report analyzes the dominant life strategies of bryophytes as indicators of the state of the environment. The basic meaning of their use is disclosed as an individual criterion when conducting environmental monitoring.

Key words: MOCHOPRAINING, DOMINATING LIFE STRATEGIES, ECOLOGICAL MONITORING, BRIOBIONTI, INDICATION

Теория жизненных стратегий является предметом изучения экологических вопросов и научно-прикладных задач как попытка отразить все способы сохранения вида на уровне популяции. В рабочей интерпретации стратегия отдельного вида – это совокупность признаков эволюционных особенностей большинства особей к передаче наследственной информации следующим поколениям.

Мохообразные представляют собой группу древних и слабоэволюционирующих высших растений, что, по-видимому, подчеркивает их современную консервативность в строении и по способам приспособления к меняющимся условиям окружающей среды, – формируется уязвимость для многих видов, что заканчивается вымиранием или элиминацией конкретного аборигенного вида – структура ареала редуцируется.

В научных интересах рассмотреть вопрос о перспективах использования мохообразных в качестве биоиндикаторов [1-3] – важно для экологически напряженных и антропогенно-трансформированных территорий Донбасса – региона, в котором сосредоточено большое количество объектов промышленной инфраструктуры.

Цель работы – на основании инвентаризационных работ и экологических характеристик видов мохообразных в г. Зугрэс установить их доминантные жизненные стратегии. При такой формулировке цели основной задачей является опытным путем установить специфику текущей жизненной стратегии (ситуативно реализуемой) по сравнению с формально установленными для этих видов стратегиями [2].

Образцы были собраны на территории города Зугрэс, на побережье реки Нижняя Крынка, осенью (сентябрь-ноябрь) 2018 г.

Характеристикой данной территории является низкая антропогенная загруженность, заселенность участка ниже, чем в центре города, преобладает использование местности в целях частного землепользования и земледелия. При идентификации мохообразных использовали стандартные методики систематического, морфологического анализа растительного материала. В списках указаны прямые синонимы названия видов, что унифицирует систематическую приуроченность к таксону. Список видов мохообразных с указанием тенденций трансформации стратегического потенциала приведен в таблице.

Наиболее распространенным видом на данной территории был *Platygyrium repens* (Brid.) Schimp. – платигириум ползучий.

Таблица – Список видов мохообразных и их доминантные жизненные стратегии

№	Вид	Эмпирически установленное направление стратегической реализации вида
1	*Amblystegium subtile* (Hedw.) Schimp. (*Platydictiasubtilis* (Hedw.) H. A. Crum, *Serpoleskeasubtilis* (Hedw.) Loeske, *Amblystegiella subtilis* (Hedw.) Loeske) – амблистегиум тонкий	бриопатиент экотопический – бриопатиент ценотический – бриоэксплерент
2	*Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwägr. (var. *imbricatum* Bruch et al.) – аулакомниум (аулакомний) болотный	бриовиолент, бриопатиент – бриопатиент ценотический
3	*Brachythecium campestre* (Müll. Hal.) Bruch et al. – брахитециум полевой	бриопатиент ценотический
4	*Bryum caespiticium* Hedw. (*B. badium* (Brid.) Schimp., *B. comense* Schimp.) – бриум дернистый	бриопатиент, бриоэксплерент
5	*Bryum capillare* Hedw. (*Bryum kaernbachii* Müll. Hal., *Plagiobryum capillare* (Hedw.) N. Pedersen) – бриум волосовидный	бриопатиент – бриопатиент ценотический
6	*Bryum torquescens* Bruch & Schimp. (*B. capilare* subsp. *icodense* (H. Winter) Podp., *B. capillare* subsp. *torquescens* (Bruch & Schimp.) Kindb., *B. capillare* var. *torquescens* (Bruch & Schimp.) Husn., *B. icodense* H. Winter, *B. obconicum* auct. non Hornsch. ex Bruch & Schimp., *Rosulabryum torquescens* (Bruch & Schimp.) J. R. Spence) – бриум закрученный	бриопатиент экотопический – бриопатиент ценотический – бриоэксплерент
7	*Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid – цератодон пурпурный	бриопатиент ценотический – бриоэксплерент
8	*Didymodon pusillum* (Hedw.) – дитрихум маленький	бриопатиент ценотический – бриоэксплерент
9	*Homalothecium lutescens* (Hedw.) Robins. (*Camptothecium lutescens* (Hedw.) Schimp.) – гомалотециум желтеющий	бриопатиент экотопический – бриопатиент ценотический
10	*Homomallium incurvatum* (Schrad. ex Brid) Loeske – гомомаллиум искривленный	бриопатиент ценотический – бриоэксплерент
11	*Orthotrichum speciosum* Nees (*Orthotrichum elegans* Schwägr. ex Hook. & Grev., *Orthotrichum killiasii* Müll. Hal.) – ортотрихум красивый (прекрасный)	бриопатиент экотопический – бриопатиент ценотический
12	*Platygyrium repens* (Brid.) Schimp. – платигириум ползучий	бриопатиент экотопический – бриопатиент ценотический
13	*Pleurozium schreberi* (Willd. ex Brid.) Mitt – плеурозиум Шребера	бриопатиент ценотический – бриовиолент

Характерное для этого вида местопроизрастание – это основания старых деревьев, каменистая почва, изредка гниющая древесина. Так как берег р. Нижняя Крынка – скалистая местность, жизненная форма имеет вид плоского ковра, не редко окружает основание деревьев, произрастающих вблизи водоема.

Проанализировав собранные и определенные виды бриобионтов, было отмечено, что наиболее часто встречаемой жизненной стратегией являются бриопатиент ценотический и экотопический с тенденцией к эксплерентизации, что связано с механической трансформацией почвенного и растительного покрова и возрастающим фактором антропогенного воздействия. То есть, являясь патиентами, эти виды бриофитов «побеждают в борьбе» за существование, благодаря своей высокой выносливости, что важно также на перспективу установить и по механизмам структурно-функциональной адаптационной пластичности в указанных местах произрастания. Виды, которые не меняют свою жизненную стратегию при анализе в экотопах г. Зугрэс: *Bryum caespiticium* Hedw. (*B. badium* (Brid.) Schimp., *B. comense* Schimp.) – бриум дернистый, *Bryum caespiticium* Hedw. (*B. badium* (Brid.) Schimp., *B. comense* Schimp.) – бриум дернистый (что, возможно, связано с родовой характеристикой консервативизма). Тенденцию проявления эксплеренции установили, по-видимому, в связи с наличием на исследуемой территории свободных экологических ниш для видов: *Amblystegium subtile* (Hedw.) Schimp. (*Platydictiasubtilis* (Hedw.) H. A. Crum) – амблистегиум тонкий, *Bryum torquescens* Bruch & Schimp. (*B. capilare* subsp. *icodense* (H. Winter) Podp., *B. capillare* subsp. *torquescens* (Bruch & Schimp.) Kindb., *B. capillare* var. *torquescens* (Bruch & Schimp.) Husn., *B. icodense* H. Winter, *B. obconicum* auct. non Hornsch. ex Bruch & Schimp., *Rosulabryum torquescens* (Bruch & Schimp.) J. R. Spence) – бриум закрученный, *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid – цератодон пурпурный, *Didymodon pusillum* (Hedw.) – дитрихум маленький, *Homomallium incurvatum* (Schrad. ex Brid) Loeske – гомомаллиум искривленный.

Таким образом, жизненные стратегии мохообразных являются результатом эколого-эволюционных приспособлений особей к конкретным локалитетам и в целом вида к трансформированию экосистем регионального масштаба, следовательно, рассматриваются как индивидуальный критерий при проведении экологического мониторинга.

Работа выполнена в рамках госбюджетной темы: «Функциональная ботаника: экологический мониторинг, ресурсные технологии, фитодизайн» № 0117D000192 и инициативной темы «Диагностика природных и трансформированных экотопов по состоянию фитокомпонентов» с государственной регистрацией № 0118D000017.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Сафонов А. И.* Видовое разнообразие мохообразных Донецко-Макеевской промышленной агломерации / А. И. Сафонов, Е. И. Морозова // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2017. – № 3–4. – С. 24-31.

2. *Сафонов А. И.* Мохообразные Донецкой агломерации : иллюстрированный атлас и бриоиндикация / А. И. Сафонов, Е. И. Морозова. – Донецк : ДонНУ, 2018. – 128 с.

3. *Сафонов, А. И.* Функциональная ботаника в Донбассе: экологический мониторинг, информационные ресурсные технологии, фитодизайн / А. И. Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2017. – № 1–2. – С. 8-14.

ОПТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ИЗУЧЕНИИ ПРУДОВ КАРЬЕРНОГО ТИПА

Д.Р.Пахолок, Э.И.Мирненко
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

Тезисы содержат методы изучения и получения данных в изучении прудов карьерного типа города Горловка. В данной работе была выделена концентрация хлорофилла в прудах карьерного типа при помощи колориметрических методов, и на основании этих исследований были сделаны выводы о качестве воды в вышеуказанных водоемах.

Ключевые слова: ХЛОРОФИЛЛ, КАРЬЕР, КОЛОРИМЕТРИЯ, ГИДРОБИОЛОГИЯ, ПРУД, ФИТОПЛАНКТОН

The report presents the study methods and data obtained in the study of the career type of the city of Gorlovka. In this work, the concentration of chlorophyll in career ponds was selected using colorimetric methods, and on the basis of these studies, conclusions were made about the water quality in the above-mentioned quarries.

Key words: CHLOROPHILLE, QUARRY, COLORIMETRY, HYDROBIOLOGY, POND, PHYTOPLANKTON

Вода − это неотъемлемый источник жизни, которая в современном мире испытывает высокую антропогенную нагрузку. Источники пресной воды ежегодно исчезают, а естественные водоемы не способны к самоочищению, все эти острые проблемы вызывают наибольший интерес со стороны научного сообщества.

Донбасс является промышленным регионом, поэтому водные ресурсы играют ключевую роль в водообеспечении промышленности и населения. Один из наиболее распространённых объектов Донбасса это пруды карьерного типа играют очень важную роль в жизни городских жителей, они является местами отдыха, рыбной ловли и других процессов жизнедеятельности городского жителя, однако сформировавшаяся в регионе более чем за столетие отрасли промышленности пагубно влияют на их состояние.

Город Горловка располагается в западных отрогах Донецкого кряжа имея высоту над уровнем моря – 250м. Данный участок Донецкого кряжа является водоразделом небольших рек и здесь непосредственно находятся истоки многочисленных рек, которые затем, набирая мощь, текут по территории нашего региона, становятся полноводными и, в конечном итоге, впадают в Азовское море, такие реки как Лугань (приток Северского Донца), Бахмут (приток Северского Донца), Корсунь (приток Крынки).

В результате роста и развития организмов в водоемах непрерывно нарастает биомасса. Этот процесс называется биологическим продуцированием, а вновь создаваемая биомасса − биологической продукцией. Биологическое продуцирование происходит в форме образования первичной и вторичной продукции, под которой понимается соответственно прирост биомассы автотрофов и гетеротрофов. Первичная биологическая продукция образуется в водоеме за счет процессов фотосинтеза, осуществляемого организмами, содержащими светопоглощающие пигменты, и, в первую очередь, хлорофилла.

Хлорофилл *a* - основной пигмент зеленых растений, в том числе одноклеточных водорослей фитопланктона. Ему отведена важнейшая роль в процессе фотосинтеза. Информация о концентрации хлорофилла *a* и ее изменчивости в водном объекте служит критерием при оценке запасов биомассы фитопланктона и его продукции, а также другими пигментами характеризуют физиологическое состояние водорослей, а также является индикатором загрязнения вод.

Количество фотосинтетических пигментов может быть определенно с помощью фотоколориметра на изучении спектров поглощения в ультрафиолетовой (200-400 нм), видимой (400-760 нм) и инфракрасной (>760 нм) областях спектра. Суть метода заключается в измерении зависимости интенсивности поглощения падающего света, от длины волны.

Выделить водоемы с низким или высоким отношением хлорофилла невозможно, т.к. на этот показатель оказывают влияние многие факторы. Это состав альгоценозов, величина биомассы, физиологическое состояние популяций, обеспеченность водорослей минеральным питанием, световой режим, сезон года, время суток, температурные условия. По-видимому, содержание хлорофилла в клетках водорослей определяется всем комплексом условий, так как влияние большинства названых факторов в природе неотделимо друг от друга.

Еще одним не маловажным фактором на развитие фитопланктона является цвет воды, и ее прозрачность, она зависит от избирательной способности поглощения и рассеивания различных лучей. Он определяется отношением светового потока, выходящего из воды, к падающему на ее поверхность. Чистая вода рассеивает преимущественно коротковолновые лучи и потому в соответствии со спектральным составом выходящего из нее светового потока кажется синей. С увеличением в воде количества взвешенных частиц возрастает рассеивание длинноволновых лучей, поэтому цвет приобретает желтоватый или коричневый оттенок. Поэтому по цвету воды можно с известной степенью точности судить о ее чистоте и количестве находящихся в ней мелких твердых частиц и микроорганизмов.

В работе было проанализировано состояние «Ртутного» и второго Короленковского прудов г. Горловка, за октябрь и ноябрь 2018 года. Для сравнения полученных результатов так же были проверены пробы, взятые из прудов №4 и №5 Донецкого ботанического сада за сентябрь 2018 года. Исследования проводились на фотоколориметре КФК-2.

Работа проводилась в несколько этапов, а именно, сначала отбиралась проба объемом 300мл и профильтровывалась через фильтр диаметром 25мм с размером пор 0,25 мкм. После проводилось экстрагирование фильтра без его подсушивания для того, чтобы свести потери к минимуму, в качестве растворителя использовался 90%-ый водный раствор ацетона. Далее растворы центрифугировались 10 минут при 2 000 об/мин. После центрифугирования растворы помещались в кюветы фотоколориметра с толщиной стенок 1см.

При изучении пропускной способности воды на фотоколориметре рассчитывали коэффициент спектрального поглощения *(λ)* выраженного в обратных величинах, и рассчитывали по формуле (1):

$$a(\lambda) = \frac{A}{l} \cdot 1000 \quad (1)$$

где: А - поглощающая способность пробы;

l - толщина оптического слоя использования кюветы, мм.

Для расчета содержания хлорофилла *a* использовались следующие простые соотношения между его концентрацией в мкг/мл раствора и оптической плотностью. Данные рассчитывали по формуле (2):

$$Chl_a = 11{,}9 \cdot D_{670} \quad (2)$$

где: Chl_a − концентрация хлорофилла а, соответствующая длине волны;

11,9 − пересчетный коэффициент; D − оптическая плотность.

На рисунке 1 показана пропускная способность растворов при разных спектральных диапазонах.

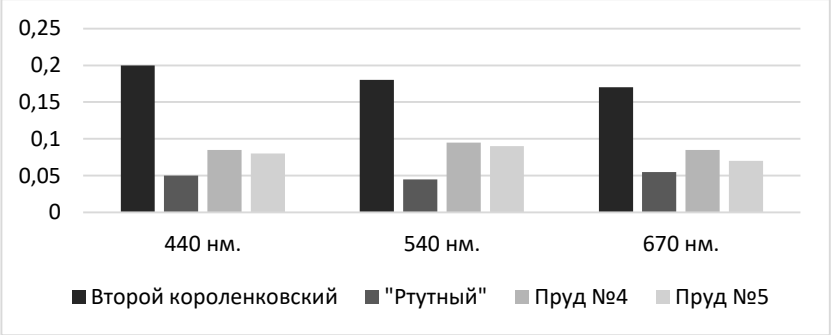


Рисунок 1 – Пропускная способность растворов прудов г. Горловка

Как видно на рис. 1 максимальной пропускной способностью воды при исследуемых спектрах обладает «Ртутный» карьер, он характеризуется наиболее высокой степенью поглощения лучей при различных длинах волн среди исследуемых водоемов, а наименьшей степенью прозрачности и соответственно низкой пропускной способностью характеризуется второй Короленковский пруд.

На основании данных о пропускной способности проб было установлено количество хлорофилла *a* при действии разных длин волн (табл. 1).

Таблица 1 – Средняя концентрация хлорофилла *a* в прудах г. Горловка (мкг/мл)

Водоем	Chl_a $D_{440\ нм}$	Chl_a $D_{540\ нм}$	Chl_a $D_{670\ нм}$
Второй Короленковский	2,38±0,17	2,14±0,12	2,03±0,17
Ртутный	0,60±0,05	0,53±0,04	0,65±0,17
Пруд №4	1,01±0,06	1,13±0,04	1,01±0,11
Пруд №5	0,95±0,11	1,07±0,08	0,83±0,59

На основании полученных данных видно, что второй Королевский пруд имеет наибольшее количество хлорофилла *a* среди исследуемых длинных волн. Все остальные водоемы характеризуются низким показателем количества хлорофилла *a*. Исходя из полученных данных по показателям первичной продукции хлорофилла *a* можно установить, продуктивность водоемов. Все исследуемые объекты относятся к олиготрофному типу, являются малопродуктивными. Характеризуются слабым поступлением биогенов, низкой численностью фитопланктона. В воде наблюдается кислородная дихотомия, прозрачность воды высокая, гуминовых веществ в воде очень мало, литораль развита слабо, донные отложения бедны органикой.

Результаты исследований указывают на то, что все исследуемые водоемы являются олиготрофными, т.е. содержат незначительное количество биогенных веществ, имеют высокую прозрачность, низкую цветность. Численность и биомасса фитопланктона низкая. Содержание кислорода лишь немного отклоняется от его нормального насыщения. В водоеме преобладают пастбищные трофические цепи.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Мирненко Э. И.* Особенности «цветения» водоемов в городе Донецке / Э. И. Мирненко. – Saarbrucken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2015. – 93 с.

2. *Мирненко Э.И.* Оценка загрязнения органическими соединениями прудов г.Донецка / Э.И. Мирненко // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2017 – № 3-4. − С. 17-24.

ФАРМАКОГНОСТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПЛОДОВ УНАБИ, КУЛЬТИВИРУЕМОГО НА ДОНБАССЕ

Е.А. Полиняко, Н.А. Виноградова
ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького»

В данной работе приведены результаты исследования качественного состава и количественного содержания витамина С, свободных органических кислот и дубильных веществ в плодах унаби, культивируемого в Донецком ботаническом саду. Оценена целесообразность использования данного сырья для изготовления лекарственных препаратов.

Ключевые слова: УНАБИ, АСКОРБИНОВАЯ КИСЛОТА, СВОБОДНЫЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ КИСЛОТЫ, ДУБИЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА

This paper presents the results of studying the qualitative composition and quantitative content of vitamin C, free organic acids and tannins in the fruits of Zizifus jujuba Mill cultivated in the Donetsk Botanical garden. The prospects of using this raw material for the manufacture of drugs were evaluated.

Key words: ZIZIFUS JUJUBA MILL, ASCORBIC ACID, FREE ORGANIC ACIDS, TANNINS

В настоящее время для Донецкого региона актуальной является проблема изучения новых видов растений, обладающих ценным набором полезных свойств и адаптированных к местным условиям. Химический состав таких растений часто малоизучен. Поэтому в официальной медицине не применяются лекарственные препараты на основе таких растений, несмотря на их разнообразное применение в народной медицине.

В Донецком ботаническом саду было интродуцировано из Никитского ботанического сада интересное растение – унаби (*Zizifus jujuba* Mill*)* семейства *Rhamnaceae* . Его также называют зизифусом, китайским фиником, жожобой, грудной ягодой, анаб, янап. Унаби представляет собой листопадный колючий кустарник либо невысокое дерево высотой 5-10 м с толстой корой, угловато-извилистыми ветвями, снабженными парными острыми шипами длиной до 3 см. Цветки мелкие, зеленоватые, ароматные, собранны в плотные соцветия. Плоды являются костянками шаровидной или удлиненной формы с красновато-коричневой или желтой глянцевой кожицей. Это жароустойчивое, зимостойкое, светолюбивое растение. Унаби нетребовательно к почвам, однако ему не подходят заболоченные и сильно засоленные участки.

Спелые плоды *Z. jujuba* имеют приятный кисловато-сладкий вкус. Плоды данного растения употребляют в пищу свежими или подвяленными, а также готовят на их основе компоты, варенье, пастилу, маслины, а также сушат, маринуют, делают порошки для добавления в разнообразные блюда (в Китае). В различных странах мира унаби известно как лекарственное растение.

Родина унаби – Китай, в этой стране он издавна культивируется на больших площадях. Более 50 видов этого растения распространены в Афганистане, Индии, Иране. Из всех видов унаби наиболее важным в хозяйственном отношении и самым распространенным в культуре является *Zizifus jujuba*. В России дикие мелкоплодные формы унаби издревле выращивают на Черноморском побережье Кавказа. Однако из-за низких вкусовых и товарных качеств плодов данные формы не получили широкого распространения. Сорта и формы *Z. jujuba* с крупными плодами в небольшом количестве впервые были завезены в Россию только в середине 50-х годов – на

Сочинскую опытную станцию. Исследование биологических особенностей выращивания *Z. jujuba* в различных зонах края было начато только в конце 80-х [1].

Китайский финик входит в пятерку наиболее полезных растений мира наряду с женьшенем, элеутерококком, чаем. *Z. jujuba* используют в китайской, корейской, ирано-таджикской, аюрведической индийской, тибетской традиционных медицинах. Унаби проявляет противовоспалительное, мягчительное, противокашлевое действие. Поэтому широко используется при заболеваниях дыхательных путей, применяется при коклюше, бронхите, одышке, а также при гипертонии, для укрепления сосудов и снижения их хрупкости [2]. Листья унаби обладают анестезирующими свойствами, т.к. содержат неизвестное вещество, которое, если пожевать листья, временно притупляет вкус. Красноватая, плотная древесина – отличный материал для токарных работ, хорошо полируется. Кора используется для дубления кож и как краситель. Для европейской медицины же унаби остается неизвестным. Хотя согласно резолюции ВОЗ одним из приоритетных направлений медицины XXI века является синтез опыта традиционных и народных медицин.

Интродукция унаби в нашем регионе представляет огромный интерес, однако содержание биологически активных веществ в плодах унаби, выращенных в условиях Донбасса остается неизученным. Поэтому целью данной работы было качественное и количественное изучение химического состава унаби.

Объектом изучения являются высушенные плоды унаби, собранные в Донецком ботаническом саду в период полного созревания плодов. Анализ качественного состава проводили с помощью общепринятых качественных реакций, количественное определение проводили с помощью фармакопейных инструментальных методов [3]. Исследования проводились на воздушно-сухом сырье с учетом влажности. Определение влажности проводили гравиметрическим методом.

Количество витамина С в растительном сырье определяли с помощью титриметрического метода, основанного на способности аскорбиновой кислоты окисляться до дегидроформы раствором натрия 2,6-дихлорфенолиндофенолята и восстанавливать последний до лейкоформы. Навеску массой 1 г тщательно измельчали в фарфоровой ступке, постепенно добавляя 50 мл воды очищенной, затем настаивали 10 мин и фильтровали. Затем к 1 мл полученного фильтрата приливали 1 мл 2% раствора HCl и 13 мл воды, перемешивали и титровали 0,001 М раствором 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия до появления розовой окраски, которая не должна исчезать в течение 30 – 60 с.

Для определения количества свободных органических кислот применяли титриметрический метод анализа. Навеску массой 1 г заливали 200 мл воды очищенной и кипятили 2 ч на водяной бане. Полученное извлечение фильтровали и доводили объем раствора до 250 мл. К 10 мл извлечения прибавляли 250 мл свежепрокипяченной воды, 1 мл 1% спиртового раствора фенолфталеина, 2 мл 0,1% раствора метиленового синего и титровали 0,1 М раствором NaOH до появления в пене лилово-красного окрашивания.

Содержание суммы дубильных веществ определяли перманганатометрическим методом Левенталя. Он основан на легкой окисляемости фенольных гидроксилов $KMnO_4$ в кислой среде в присутствии индикатора и катализатора индигосульфокислоты, которая в точке эквивалентности раствора меняет окраску от синего до золотисто-желтого. Навеску 1 г заливали 250 мл нагретой до кипения воды и нагревали с обратным холодильником на водяной бане в течение 30 минут. Полученное извлечение фильтровали и доводили объем раствора до 250 мл. Далее к 25 мл извлечения прибавляли 500 мл воды, 25 мл раствора индигосульфокислоты и титровали

при постоянном перемешивании 0,02 М $KMnO_4$. Точку эквивалентности устанавливали по появлению золотисто-желтого окрашивания. Параллельно проводили контрольный опыт: к 525 мл воды прибавляли 25 мл раствора индигосульфокислоты и титровали при постоянном перемешивании 0,02 М $KMnO_4$.

В результате качественного исследования состава унаби были выявлены: свободные органические кислоты, аскорбиновая кислота и конденсируемые дубильные вещества.

Результаты анализа содержания некоторых групп биологически активных веществ в высушенных плодах унаби представлены в таблице.

Таблица – Содержание биологически активных веществ в плодах унаби (в пересчете на абсолютно сухое сырье), %

Класс биологически активных веществ	Содержание биологически активных веществ
аскорбиновая кислота	0,49±0,01
дубильные вещества (в пересчете на танин)	0,64±0,02
органические кислоты (в пересчете на яблочную кислоту)	5,97±0,21

Полученные результаты были сравнимы с содержанием данных групп биологически активных веществ в растениях, используемых в официальной медицине как источники этих веществ.

Выявлено, что содержание аскорбиновой кислоты в плодах унаби более, чем в 2 раза превышает ее содержание в плодах шиповника майского (в соответствии с требованием Фармакопеи: не менее 0,2%). Поэтому актуальным является применение данного сырья при лечении ран и для производства препаратов, обладающих антиоксидантными свойствами.

Выявлено значительно количество органических кислот в плодах унаби по сравнению с плодами шиповника майского, которые используются в фармации как источники этих веществ (согласно требованиям Фармакопеи: не менее 2,6%). Органические кислоты важны в фармации, т.к. активно участвуют в обмене веществ, улучшают аппетит и пищеварение, обладают бактерицидными свойствами.

Также выявлено незначительное содержание дубильных веществ в плодах унаби.

Таким образом, можно сделать вывод о перспективности использования плодов унаби, культивируемого на Донбассе, в качестве сырья для производства антиоксидантных, ранозаживляющих и антимикробных препаратов. Необходимо дальнейшее исследование данного сырья.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Сурхаев, Г.А.* Интродукция унаби и создание его многоцелевых насаждений в Западном Прикаспии: практическое руководство / Г.А. Сурхаев, В.И. Петров, Н.С. Зюзь. – Волгоград, 2000. – 12 с.

2. *Баранулов, О.Д.* «Китайский финик» - элитное лекарственное растение древнейших традиционных медицин стран Азии // Фитофармакология и фитотерапия. – – 2018. – Т. 16. – № 1. – С. 71–78.

3. *Государственная Фармакопея Российской Федерации* XIII, том II. Общие методы анализа. – М.: ФЭМБ, 2015. – 1292 с.

МОДУЛЬНОСТЬ СЕТИ ЖИЛКОВАНИЯ ЛИСТЬЕВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ОСВЕЩЕНИЯ

В.А. Савина, К.В. Мудрецова
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

В работе представлены результаты оценки различий в особенностях организации сети жилкования теневых и световых листьев Ficus benjamina L. Установлено, что теневые листья формируют такое же количество пространственных кластеров жилок, как и световые листья, но с меньшими размерами. Сделан вывод о реализации у теневых листьев консервативной (защитной) стратегии инвестирования веществ и энергии.

Ключевые слова: ЖИЛКОВАНИЕ ЛИСТА,ТЕОРИЯ ГРАФОВ

The paper presents the results of assessing the differences in venation system organization features of Ficus benjamina L. sun and shade leaves were investigated. It was determined that shade leaves form an equal number of spatial clusters of veins in comparison with sun leaves, still, clusters are smaller. Such a trend could be explained by the realization of a conservative (protective) strategy of matter and energy investments in shade leaves.

Keywords: LEAF VENATION, GRAPH THEORY

Некоторые функциональные черты листьев, такие как удельная плотность, концентрации азота и фосфора, интенсивности чистой ассимиляции и теневой респирации проявляют крайне высокий уровень ковариации вне зависимости от экологической группы или местопроизрастания растений. Это указывает на существование универсальных адаптивных механизмов. В часто цитируемой статье Wright с соавторами [3] называют такие закономерности экономическим спектром листа – проявлением экологической стратегии растений по отношению к инвестированию веществ и энергии в защитные или синтезирующие структуры. Соотношения указанных характеристик листа могут служить основой для описания и интерпретации экологических предпочтений вида. Дальнейшее изучение стратегий функциональной специализации листового аппарата имеет важное значение для разработки теории адаптивной изменчивости и прогноза реакций растительности на изменения климата. При этом актуальной задачей является вовлечение в анализ максимального количества функциональных признаков.

При оценке функциональной специализации листа потенциально высокой информативностью могут обладать характеристики жилкования. Анализ сосудистой системы не приобрел широкого распространения вследствие неоднозначности интерпретации. Наиболее часто в исследованиях измеряются плотность сети жилок, количество ветвлений и свободных окончаний. Но все эти параметры могут быть признаками разных стратегий инвестирования. Например, высокая плотность сети жилок может, как обеспечивать высокую транспортную способность у высокопродуктивных листьев, так и повышенную механическую устойчивость у защищенных склерофитных растений. То есть, быть характерным признаком двух противоположных стратегий.

Недавние исследования жилкования указывают на функциональную важность пространственного взаимодействия сосудов [1], в частности формирования систем анастомозов и циклических структур. Исходя из этого можно предположить, что изучение системы жилкования с позиций сетевого анализа и теории графов может

обеспечить получение более информативных характеристик экологической стратегии листового аппарата.

На основе вышесказанного, целью работы стало: проанализировать топологические особенности сети жилкования световых и теневых листьев *Ficus benjamina* L. Основная задача – оценить величину модульности (тенденцию проводящих элементов формировать обособленные кластеры) и размеры выделяемых модулей. При этом исходили из того, что теневые листья в отличие от световых обладают большей продолжительностью жизни и меньшей долей столбчатых тканей, что свидетельствует о превалировании у них консервативной (защитной) стратегии инвестирования веществ.

Материалы и методы.

Анализ сети жилкования проводили на основе просветленного материала листовых пластин. Для этого собрали по 10 листьев с растения достигшего генеративной фазы развития, с теневой и освещенной стороны кроны, на высоте 1.5 м. Собранный материал просветляли в смеси молочной кислоты и хлоральгидрата и окрашивали сафранином О. Микрофотографии препаратов на просвет получили с помощью микроскопа. Обработка изображений проводилась с применением пакета FIJI. Извлечение графа жилок из бинаризированного изображения проводили с помощью библиотеки networkx [2] для языка программирования python 3.5. Узлами графа считали точки ветвления (пересечения) или свободные окончания жилок. Ребрам назначались веса, соотвествующие длине жилки между соответствующими узлами. Для сетевого анализа графов использовали библиотеку igraph языка программирования R 3.5.3.

Результаты и их обсуждение

На первом этапе установили общее количество узлов и ребер графа проводящей сети, а также среднюю и суммарную длину ребер в запечатленной на изображении области листа (площадь 11,45 мм^2). С помощью теста Уэлча определили, что все названые параметры значимо отличаются между выборками теневых и световых листьев. Так, суммарная длина, количества узлов и ребер сети были статистически значимо больше у световых листьев при уровне значимости 0.05. В то же время, средняя длина ребер была выше у теневых листьев. Данные наблюдения подтверждают характерную для мезофитов тенденцию к увеличению плотности сети жилок у световых листьев. Пример визуальное отображение графов сети жилкования теневых и световых листьев представлен на рисунке 1.

Далее провели анализ тенденции сети жилкования к формированию обособленных кластеров. В частности, определили модульность графов по методу edge betweenness. Данная метрика определяет для каждого ребра графа суммарную длины кратчайших путей между всеми узлами графа, которые проходят через это ребро. Концепция кластеров в этом случае основывается на предположении, что ребра с наибольшим показателем edge betweenness отделяют обособленные участки графа. Модульность же является количественной оценкой того, насколько эти кластеры обособлены и принимает значения от -0.5 до 1.

Для сравнения модульности между выборками теневых и световых листьев также провели тест Велча. Результат не подтвердил присутствие значимых различий: модульность для световых листьев (среднее M = 0.88, стандартное отклонение SD = 0.018), для теневых (M = 0.90, SD = 0.016), t-значение = 1.89, p-значение = 0.076. Таким образом модульность не отличается, хотя суммарная длина жилок теневых листьев существенно ниже.

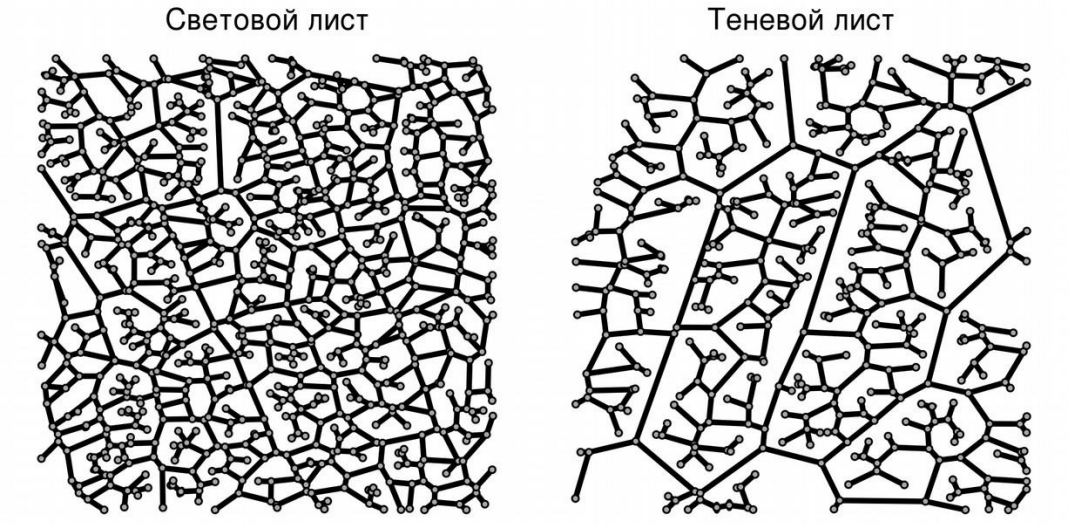


Рисунок – Примеры графов сети жилкования светового и теневого листьев. Площадь участка листа 11,45 мм^2

Помимо модульности, между группами листьев отсутствовали значимые различия по количеству кластеров на единицу площади. Из чего, следует, что теневые листья формируют больше обособленных структур на единицу длины жилок. Этот вывод подтверждается тем, что размеры кластеров теневых листьев (M = 21.04 ребра, SD = 8.11) значимо t = -3.29, p = 0.005 меньше кластеров световых листьев (M = 35.68 ребер, SD = 11.52).

С позиции экологической интерпретации, рост количества функциональных кластеров жилок является механизмом повышающим устойчивость системы. При наличии большого количества обособленных модулей сети, выход из строя одного из них в результате механического повреждения или эмболизации не приводит к критическим последствиям. Можно предположить, что теневые листья реализуют стратегию направленную на повышение устойчивости и защищенности – консервативную стратегию. Этот вывод находится в соответствии с данными о том, что теневые листья F. benjamina имеют большую продолжительность жизни по сравнению со световыми и относительно более низкую долю столбчатых тканей, что также свидетельствует о сдвиге в сторону консервативной стратегии.

В итоге, можно утверждать, что показатели модульности архитектуры жилкования листьев, установленные методами сетевого анализа, могут служить информативными характеристиками экологических особенностей строения листового аппарата.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Blonder B., Violle C., Enquist B. J.* Assessing the causes and scales of the leaf economics spectrum using venation networks in Populus tremuloides //Journal of Ecology. – 2013. – Т. 101. – №. 4. – С. 981-989.

2. *Nunez-Iglesias J.* A new Python library to analyse skeleton images confirms malaria parasite remodelling of the red blood cell membrane skeleton // PeerJ. – 2018. – Т. 6. – С. E4312.

3. *Wright I. J.* The worldwide leaf economics spectrum // Nature. – 2004. – Т. 428. – №. 6985. – С. 821.

ПОЛЕЗАЩИТНОЕ ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЕ В УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Л.И. Сафина, В.С. Гусарова, У.П. Зырянова
Ульяновский государственный технический университет,

В докладе приводятся данные о положительном влиянии полезащитных лесных полос на почвенные характеристики, оценённые в условиях лесостепной зоны Ульяновского Заволжья. Установлены различия в характеристиках почв, произошедшие за 100 лет произрастания лесополосы на полевом участке. Рассмотрены правовые вопросы содержания лесополос на сельскохозяйственных землях по действующему законодательству.

Ключевые слова: ОХРАНА ПОЧВ, ЗАЩИТНЫЕ ЛЕСОПОЛОСЫ НА ЗЕМЛЯХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

In the report presents data on the positive impact of forest belts on soil characteristics estimated in the conditions of the forest-steppe zone of the Ulyanovsk Zavolzhye. The differences in the characteristics of soils that occurred over 100 years of growth of the forest belt on the field site are established. Legal issues of maintenance of forest belts on agricultural lands under the current legislation are considered.

Key words: SOIL PROTECTION, PROTECTIVE FOREST BELTS of AGRICULTURAL LAND

Полезащитное лесоразведение в Ульяновской области создавалось в начале XX века и в настоящее время возраст таких лесополос превысил вековой рубеж. Тридцать лет назад защитные лесополосы Нестора Карловича Генко объявлены особо охраняемой природной территорией регионального значения − памятником природы. Защитные лесополосы были заложены единым комплексом по территориям нынешней Ульяновской и Самарской областей. В пределах Ульяновской области защитные лесополосы имеют общую длину 25 км и ширину 600 м. Она вытянута с севера на восток и имела цель защищать заволжские степи от ветровой эрозии. Породный состав деревьев в лесополосах включает широколиственные, мелколиственные и хвойные породы − дуб, клён, вяз, липу, сосну, берёзу. За столь значительный срок своего существования лесополосы сформировали свою экосистему, внутри них идут процессы естественного возобновления.

В данной работе приводятся данные по изучению одного из участков лесополосы в юго-восточной части Мелекесского района внутри землепользования СПК им. Н.К.Крупской. Приведём характеристику почв на территории 9 выдела Кирилловской лесополосы и прилегающему к нему сельскохозяйственному угодью.

Почва, находившаяся 100 лет под влиянием новых лесорастительных условий почвообразования в лесополосе и интенсивного сельскохозяйственного использования на прилегающей к лесополосе пашне, претерпела соответствующим этим разным режимам изменения. Изменения коснулись главных характеристик плодородия почв, об этом свидетельствуют данные таблицы 1.

Так содержание гумуса в чернозёме, вовлечённом в сельскохозяйственный оборот, истощилось и стало в 2 раза меньше чем в чернозёме занятого защитной лесополосой. Структура почвы на пашне приобрела нарушенное мелко-глыбистое строение, а под лесополосой имеет зернистые отдельности. Влажность поверхностного слоя пашни незащищённого густой растительностью в три раза меньше чем под лесополосой.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика физико-химических свойств чернозема выщелоченного лесополосы Генко и чернозёма типичного на прилегающей пашне

Горизонт, см	pH	гумус, %	обменный Ca^{2+} мг-экв/100г	обменный Mg^{2+} мг-экв/100г	влажность, %	объемный вес, г/см^3
чернозем выщелоченный, лесополоса Генко						
А 0 - 15	5,08	7,14	40,1	6,09	22,74	0,85
АВ 50 - 60	7,01	6,52	49,99	6,00	15,55	1,27
Bt 64 - 80	6,89	2,07	40,59	5,8	14,30	1,44
B_{Ca} 80 - 95	6,84	1,97	29,19	5,2	14,04	1,41
чернозем типичный, пашня - 50 м от лесополосы						
Апах 0 – 10	7,84	3,31	38,19	5,8	8,98	1,27
Апах 10 – 20	7,71	4,14	44,99	6,0	14,79	1,19
Апах 20 – 30	7,68	3,5	30,99	3,0	16,39	1,31
Апах 30 – 40	7,48	2,59	73,19	4,8	16,20	1,30
Аса 40 – 50	7,70	1,66	42,72	4,2	16,19	1,27
Вса 50 – 60	7,70	1,24	29,19	3,8	13,08	1,29
ВСса 75 – 85	7,87	0,59	23,79	3,2	9,92	1,29
Сса 90 - 100	7,93	0,57	26,29	3,6	-	-

Условия лесного полога, препятствующие испарению влаги с поверхности почвы, способствовали развитию почвообразовательного процесса в сторону выщелачивания почв от кальция, и в настоящее время глубина вскипания почв лесных защитных насаждений понизилась до 80 см (в горизонте ВСса). На пашне глубина вскипания составляет 40-50 см в пределах горизонта Аса. Плотность пахотного слоя из-за использования сельскохозяйственной техники, нарушения естественного сложения почвы при вспашке и возделывания сельскохозяйственных культур увеличилась до 1,3 г/см^3, а в лесополосе гумусовый горизонт в поверхностной части имеет наилучшую для растений плотность - 0,8 г/см^3. Морфологические и физико-химические характеристики почв свидетельствуют о формировании нового подтипа почв под лесополосами среди пахотных типичных чернозёмов – чернозёмов выщелоченных.

Буферную способность почв и её воспроизводительные силы для растительности рассмотрим по показателям запасов гумуса и мощности гумусового горизонта (табл.2).

Таблица 2 – Сравнительный анализ гумусного состояния почв сельскохозяйственных угодий и полезащитных лесополос

Почвы	Гумус в А %	Запас гумуса в 50 см слое, т/га	Запас гумуса в 1 м слое, т/га	Мощность гумусового горизонта А
Чернозем выщелоченный (под лесополосой)	7,14	310,4	424,79	50
Чернозем типичный (пашня)	3,31	149,3	236,9	30

В чернозёмах Кирилловской лесополосы 100-летнего возраста содержится в 2 раза больше гумуса. Гумусовый горизонт мощнее в 1,7 раз. Запасы гумуса в метровой толще под лесным пологом в 1,8 раз больше, чем на пашне.

Сравнивая состояние пашни около лесополосы К.Н.Генко с таковыми в пределах «Каменной степи», также несущей статус ООПТ в Воронежской области по

литературным данным, где знаменитые полезащитные лесные полосы учителя К.Н. Генко – В.В. Докучаева образуют замкнутые контуры, внутри которых успешно функционируют сельскохозяйственные угодья, можно сделать вывод что начальное назначение лесополос Генко в Поволжье – защита от ветровой эрозии - выполняется. Для поддержания возобновимого и неистощимого плодородия требуется влияние контурных лесных массивов, поэтому контурные защитные лесные полосы, значительной ширины – это направление для реализации мероприятий по защите и охране почв в будущем времени.

Кроме лесомелиоративных мероприятий, улучшение состояния пахотных почв можно достичь изменением агротехники выращивания сельскохозяйственных культур – безотвальным земледелием с применением чизелей, рыхлителей почвы, обеспечивающих оптимальный режим для жизнедеятельности почвенной микробиоты.

Охрана полезащитной лесополосы К.Н.Генко закреплена на законодательном уровне. В 2008 году утверждено Положение об ООПТ, которое предписывает следующие запреты в границах ООПТ: уничтожение и повреждение растений и животных, выпас скота, заезды автотранспорта, загрязнение и захламление производственными и бытовыми отходами, распашка земли, строительство зданий, сооружений и иных объектов (кроме предназначенных для выполнения природоохранных и рекреационных функций), разжигание костров, сбор биологических коллекций, разведку и разработку полезных ископаемых, организацию массовых спортивных и зрелищных мероприятий и т.п. [1].

Анализ нормативных правовых актов по вопросу содержания и создания лесополос на сельскохозяйственных землях показывает положительные перспективы в вопросе создания защитных лесополос. Так, в ряде субъектов РФ действуют следующие законы: Закон о сохранении и воспроизводстве защитных лесных насаждений на землях сельскохозяйственного назначения в Тамбовской области, Об утверждении порядков предоставления из областного бюджета субсидий сельскохозяйственным товаропроизводителям (кроме граждан, ведущих личное подсобное хозяйство) на возмещение части затрат на строительство, реконструкцию и техническое перевооружение мелиоративных систем общего и индивидуального пользования и отдельно расположенных гидротехнических сооружений и на агролесомелиоративные мероприятия − реконструкцию или создание защитных лесных насаждений на 2017-2019 годы. В Ульяновской области подобных нормативных актов не вводили.

Необходимость создания защитных лесополос для пашни играет важное значение не только в виду повышения плодородия постоянно истощаемых в сельском хозяйстве почв, но и в целях создания экологического зелёного каркаса и благоприятного микроклимата в климатически неустойчивой лесостепной зоне Ульяновского Поволжья. Защитные лесные полосы Генко имеют большую протяженность и ширину относительно поздних лесополос и должны служить образцом создания защитных полос. Полосы являются средой обитания насекомоядных птиц, которые являются естественными регуляторами вспышек насекомых вредителей. Снего- и влагозадерживающая функция лесополос также жизненно важна в данном регионе.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Решение Совета* депутатов МО «Мелекесский район» Ульяновской области от 27.08.2008 № 6/85 «Об утверждении Положения об особо охраняемых природных территориях Мелекесского района».

ВЛИЯНИЕ ФУНГИЦИДОВ НА РОСТ МИЦЕЛИЯ ФИТОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ

С.В. Солодько, Д.А. Пашков, В.В. Махров
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

В докладе проанализирована возможность использования фунгицидов в борьбе против некоторых фитопатогенных грибов.

Ключевые слова: ФИТОПАТОГЕНЫ, ФУНГИЦИД, РИДОМИЛ, ПРЕВИКУР, АНТРАКОЛ

In the report the possibility of using fungicides in the fight against some phytopathogenic fungi were analyzed.

Key words: PHYTOPATHOGENS, FUNGICID, RIDOML, PREVICUR, ANTHRAKOL

Фитопатогенные грибы вызывают массовые заболевания сельскохозяйственных культур в период вегетации. Не менее опасными они являются и при хранении плодов и овощей. Наиболее распространенными микозами сельскохозяйственной продукции являются: фитофтороз, фузариоз, альтернариоз, кладоспориоз, монилиоз и др. Этиология заболеваемости овощных и плодовых культур в нашем регионе, ее влияние на урожай и качество продукции практически не исследованы, а распространения гнилей на плодах и овощах в период хранения возрастает и приносит значительный экономический ущерб [1].

Для снижения зараженности плодов и овощей широко используются химические методы [3].

Целью данного исследования было определение эффективности влияния фунгицидов на рост мицелия грибов, вызывающих гнили плодов и овощей.

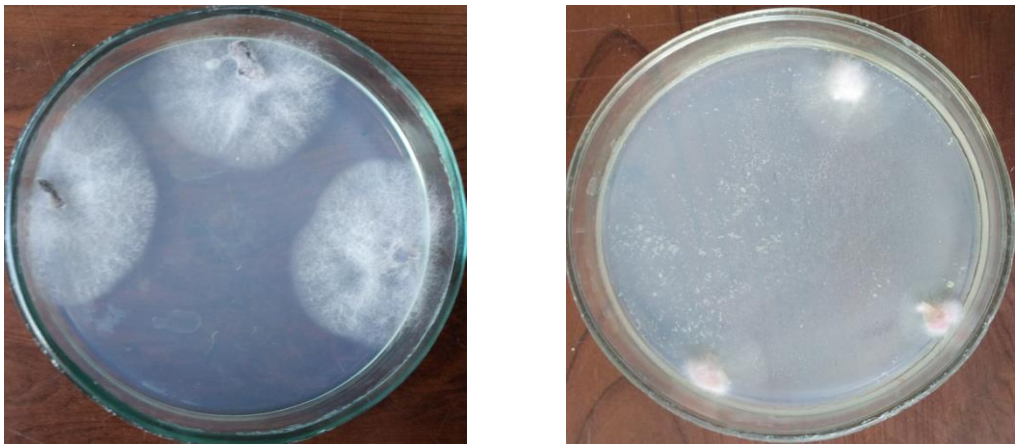
Объектами исследований были чистые культуры фитопатогенных грибов, выделенные из пораженных гнилями в период хранения клубней картофеля, плодов томатов, яблонь и груш. В плодах томатов инфекции вызывали грибы родов *Altenaria* и *Pythium*. Из пораженных клубней картофеля были выделены грибы *Phytophthora infestans* и *Fusarium solani*. Плодовые гнили яблок вызывали грибы родов *Monilia* и *Colletotrichum,* а на плодах груши обнаружен гриб *Altenaria* sp.

Нами исследовалась эффективность фунгицидных свойств некоторых препаратов.

Ридомил – эффективный фунгицид широкого действия. Действующие вещества манкоцеб из класса дитиокарбаматов и фениламид мефеноксам. Антракол – фунгицид системного действия, содержащий пропинеб. Последний подавляет белковые ферменты, участвующие в образовании спор грибов. Превикур – фунгицид с системными свойствами, обладающими как защитными, так и ростстимулирующими свойствами. Действующее вещество – пропамокарб гидрохлорид. Он нарушает биосинтез мембранных структур и ингибирует прорастание спор и развитие мицелия патогена. Обладает широким спектром действия.

Опыты проводили в чашках Петри, на глюкозо-картофельном агаре. В опытных вариантах в среду добавляли по 1 мл фунгицида. Результаты исследований представлены в таблице.

Как видим, разные культуры грибов проявили различную чувствительность к исследованным фунгицидам. Так, Антракол и Превикур полностью угнетали рост мицелия питиума. Высокие фунгицидные свойства эти препараты проявили и в борьбе с альтернарией, поражающей плоды томатов – 71 и 86 % угнетения роста соответственно (рис. 1).



а б

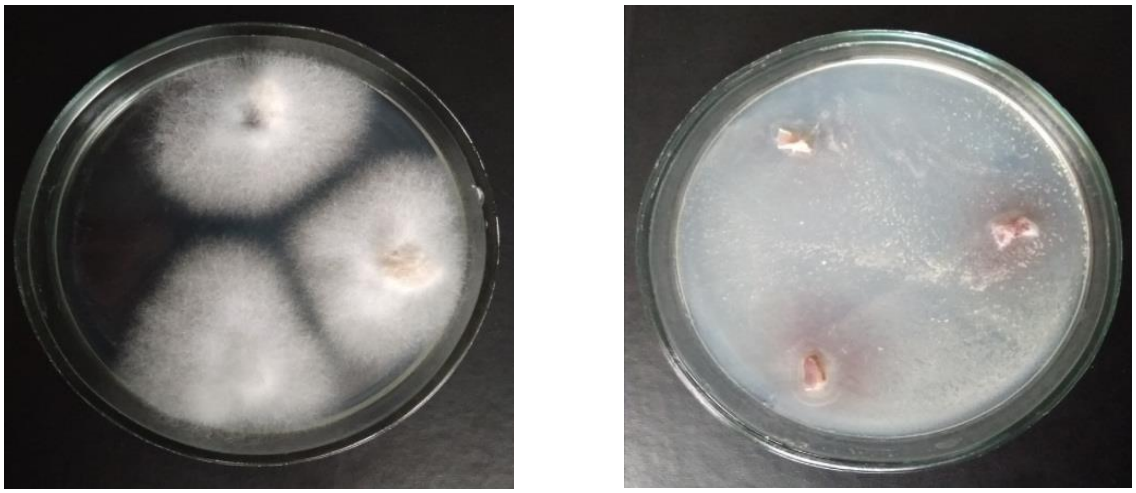
Рисунок 1 – Влияние фунгицида Антракол на рост мицелия изолята АТ-2.18 Alternatia sp. (а- контроль; б- среда ГКА с Антраколом)

Таблица – Эффективность некоторых фунгицидов к фитопатогенам

Изолят фитопатогена	Патоген	Фунгицид	Угнетение роста мицелия, %
Патогены на плодах томатов			
АТ - 2.18	Alternatia sp.	Превикур	86
ПТ - 1.18	Pythium sp.	Превикур	100
АТ - 2.18	Alternatia sp.	Антракол	71
ПТ - 1.18	Pythium sp.	Антракол	100
АТ - 2.18	Alternatia sp.	Ридомил	10
ПТ - 1.18	Pythium sp.	Ридомил	59
Патогены на клубнях картофеля			
ФК - 1.17	Ph. infestans	Ридомил	100
ФК - 2.18	Ph. infestans	Ридомил	100
ФК - 3.18	Ph. infestans	Превикур	55
ФузК - 1.19	F. solani	Ридомил	95
ФузК - 2.19	F. solani	Превикур	87
Патогены на плодах яблонь и груш			
АГ-2.18	Alternatia sp.	Превикур	38
АГ-2.18	Alternatia sp.	Антракол	95
АГ-2.18	Alternatia sp.	Ридомил	100
МЯ-3.18	Monilia sp.	Антракол	100
МЯ-3.18	Monilia sp.	Ридомил	100
КЯ-4.18	Colletotrichum sp.	Превикур	12
КЯ-4.18	Colletotrichum sp.	Антракол	94

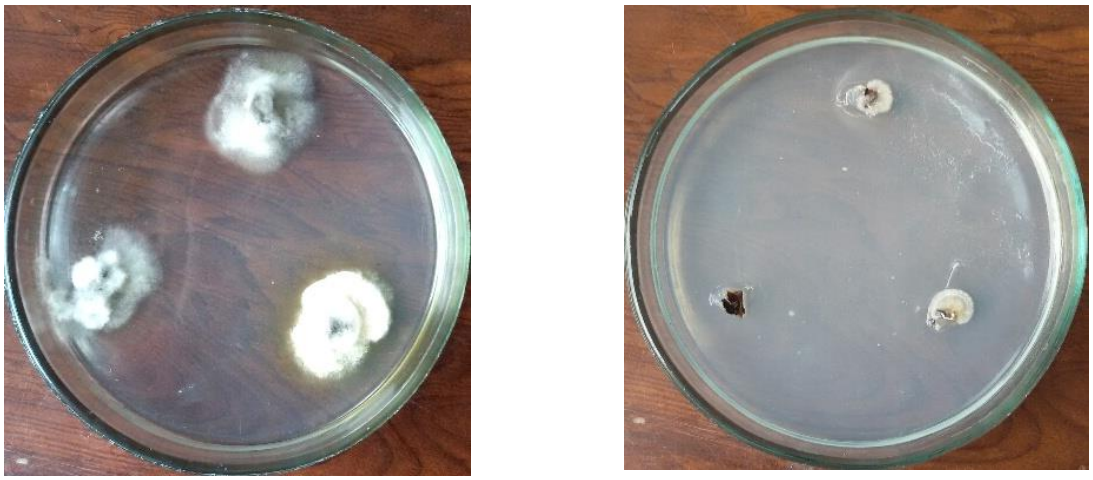
Для защиты клубней картофеля целесообразно использовать препарат Ридомил (полное торможение роста фитофторы и 95 % – фузариума) (рис. 2).

Ридомил и Антракол проявили также высокие микоцидные свойства к возбудителям гнилей плодов яблони и груши (рис. 3). Менее эффективным оказался Превикур (12-38 % угнетения роста мицелия коллетотрихума и альтернарии).



а б

Рисунок 2 – Влияние фунгицида Ридомил на рост мицелия изолята ФК-1.17 *Phytophthora infestans* (а – контроль; б – опыт)



а б

Рисунок 3 – Влияние фунгицида Антракол на рост мицелия изолята КЯ-4.18 Colletotrichum sp. (а – контроль; б – опыт)

Таким образом, для защиты томатов от вышеназванных патогенов мы рекомендуем лечебно-профилактические опрыскивания препаратами Превикур и Антракол. Эффективным фунгицидом против болезней картофеля является Ридомил. Для защиты плодов яблони и груши от гнилей целесообразно использовать Ридомил и Антракол.

Использование данных фунгицидов продлит сроки хранения сельскохозяйственной продукции и снизит экономический ущерб от потери урожая.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Дементьева, М. И.* Болезни плодов, овощей и картофеля при хранении: Альбом / М. И. Дементьева, М. И. Выгонский. – М.: ВО «Агропромиздат», 1988.– 231 с.

2. *Ганнибал, Ф. Д.* Мониторинг альтернариозов сельскохозяйственных культур и идентификация грибов рода *Alternaria*. Методическое пособие / Ф. Д. Ганнибал. – С.-Пб, 2011. – 69 с.

3. *Ганиев, М. М.* Защита овощных культур / М. М. Ганиев, В.Д. Недорезков. – М: Мир, 2006. – 279с.

ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ЛИСТЬЯХ ВИШНИ МАГАЛЕБСКОЙ

М.П. Тимошенко, Н.А. Виноградова, В.П. Попович
ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького»

В данной работе приведены результаты исследования качественного состава и количественного содержания некоторых биологически активных веществ в листьях вишни магалебской. Было определенно содержания дубильных веществ, витамина С и свободных органических кислот в листьях вишни магалебской. Оценена перспективность использования данного сырья в фармации.

Ключевые слова: ВИШНЯ МАГАЛЕБСКАЯ, АНТИПКА, АСКОРБИНОВАЯ КИСЛОТА, СВОБОДНЫЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ КИСЛОТЫ, ДУБИЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА

This paper presents the results of studying the qualitative composition and quantitative content of some biologically active substances in the leaves of the Prunus mahaleb L. It was definitely the content of tannins, vitamin C and free organic acids in the leaves of the P. mahaleb. The prospects of using this medicinal raw material in pharmacy were evaluated.

Key words: PRUNUS MAHALEB L., *ANTIPKA, ASCORBIC ACID, FREE ORGANIC ACIDS, TANNINS*

В настоящее время весьма актуальным является использование для изготовления лекарственных препаратов растительного сырья, т.к. таким препаратам обычно свойственна малая токсичность, возможность провести длительный курс лечения без существенных побочных эффектов. Поэтому в современном мире, мы можем часто встретить в аптеках лекарственные препараты, косметику, парфюмерию, которая была изготовлена на основе лекарственного растительного сырья. Для расширения сырьевой базы лекарственных препаратов нашего региона необходимо изучить содержание биологически активных веществ в местных растениях. К таким растениям относится вишня магалебская. Анализ целесообразности применения данного растения в медицинской практике требует полного изучения ее химического состава.

Вишня магалебская или антипка (*Prunus mahaleb* L.) – это многолетнее растение семейства *Rosaceae* Juss, которое относится к растениям природной флоры Донбасса. Это светолюбивая и достаточно засухоустойчивая порода. Лучшим местоположением для насаждений антипки являются склоны южные, юго-западные и западные и повышенные равнины с сетью оврагов, способствующих удалению излишка грунтовых вод, а также стоку холодного воздуха во время весенних заморозков. Вишня магалебская считается устойчивым к промышленным выбросам, поэтому рекомендуется для высаживания в городах. Часто антипку используют как декоративное растение, а также в качестве подвоя для вишни и черешни. Полезные свойства листа вишни давно используются в кулинарии и народной медицине. Из весенних листьев заваривают витаминный чай, обладающий противовоспалительным, антисептическим и кровоостанавливающим действием. Также используется в косметике.

В литературе имеются данные об исследовании содержания антоцианов и Р-витаминных веществ в плодах вишни магалебской [1, 2]. Известно, что в зависимости от места произрастания антипки содержание витаминов и Р-витаминоактивных веществ в свежих плодах сильно колеблется. Антипка является наиболее богатым по антоцианам растением, по сравнению с разными сортами вишни, в ее плодах содержится от 550 до 750 мг на 100 г антоцианов. Эти вещества обеспечивают высокую

антиоксидантную и антивоспалительную активность (противовоспалительная активность цианидина выше, чем у аспирина), замедляют развитие опухолей, раковых клеток толстой кишки. Эти соединения замедляют развитие атеросклероза благодаря антиоксидантному действию, защищая липопротеины низкой плотности.

Химический состав листьев вишни магалебской остается неизученным.

Целью данного исследования является фитохимическое исследование листьев вишни магалебской и оценка перспективности ее использования в фармации.

В качестве объекта исследования были выбраны листья вишни магалебской. Сбор сырья проводился в Донецком ботаническом саду весной 2018 г. Основные группы биологически активных веществ идентифицировали с помощью фармакопейных качественных реакций, для количественного определения использовались инструментальные фармакопейные методы определения [3]. Исследования проводились на воздушно-сухом сырье с учетом влажности.

Для определения содержания аскорбиновой кислоты в растительном сырье использовали фармакопейный титриметрический метод, основанный на способности аскорбиновой кислоты окисляться до дегидроформы раствором натрия 2,6-дихлорфенолиндофенолята и восстанавливать последний до лейкоформы. Точка эквивалентности устанавливается по появлению розового окрашивания, свидетельствующего об отсутствии восстановителя, т.е. кислоты аскорбиновой (2,6-дихлорфенолиндофенол имеет в щелочной среде синее окрашивание, в кислой – красное, а при восстановлении обесцвечивается). Навеску 1 г помещали в фарфоровую ступку, тщательно измельчали, постепенно добавляя 50 мл воды, настаивали 10 мин и фильтровали. Затем к 1 мл полученного фильтрата прибавляли 1 мл 2% раствора хлористоводородной кислоты и 13 мл воды, перемешивали и титровали 0,001 М раствором 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия до появления розовой окраски, не исчезающей в течение 30 – 60 с.

Для определения содержания свободных органических кислот (в пересчете на яблочную кислоту) применяли фармакопейный титриметрический метод анализа. Навеску 1 г заливали 200 мл воды и нагревали 2 ч на водяной бане. Полученное извлечение фильтровали и доводили объем раствора до 250 мл. К 10 мл извлечения прибавляли 250 мл свежепрокипяченной воды, 1 мл 1% спиртового раствора фенолфталеина, 2 мл 0,1% раствора метиленового синего и титровали 0,1 М раствором натра едкого до появления в пене лилово-красной окраски.

Содержание суммы дубильных веществ (в пересчете на танин) в растительном сырье определяли фармакопейным перманганатометрическим методом Левенталя. Он основан на легкой окисляемости фенольных гидроксилов перманганатом калия в кислой среде в присутствии индикатора и катализатора индигосульфокислоты, которая в точке эквивалентности раствора меняет окраску от синего до золотисто-желтого. Навеску 1 г заливали 250 мл нагретой до кипения воды и нагревали с обратным холодильником на водяной бане в течение 30 минут. Полученное извлечение фильтровали и доводили объем раствора до 250 мл. Далее к 25 мл извлечения прибавляли 500 мл воды, 25 мл раствора индигосульфокислоты и титровали при постоянном перемешивании калия перманганата раствором 0,02 М до золотисто-желтого окрашивания. Параллельно проводили контрольный опыт: к 525 мл воды прибавляли 25 мл раствора индигосульфокислоты и титровали при постоянном перемешивании калия перманганата раствором 0,02 М до золотисто-желтого окрашивания.

Все эксперименты проводили на кафедре управления, экономики фармации, фармакогнозии и фармацевтической технологии Донецкого национального медицинского университета им. М. Горького.

В результате исследования качественного состава листьев вишни магалебской были выявлены свободные органические кислоты, аскорбиновая кислота, конденсированные дубильные вещества, а также такие группы флавоноидов, как флаваноны. Результаты анализа количественного содержания некоторых групп биологически активных веществ в высушенных листьях вишни магалебской представлены в таблице.

Таблица – Содержание биологически активных веществ в листьях вишни магалебской (в пересчете на абсолютное сухое сырье), %

Класс биологически активных веществ	Содержание биологически активных веществ
дубильные вещества (в пересчете на танин)	1,03±0,04
свободные органические кислоты (в пересчете на яблочную кислоту)	22,26±0,26
аскорбиновая кислота	0,946±0,03

Полученные результаты были сравнимы с содержанием данных веществ в фармакопейных растениях, которые используются в официальной медицине как источники этих веществ.

Установлено, что аскорбиновая кислота в листьях вишни магалебки в 4,7 раз превышает ее содержание в плодах шиповника майского (в соответствии с требованием Фармакопеи: не менее 0,2%). Следовательно, перспективным является изготовление ранозаживляющих и антиоксидантных препаратов на основе листьев антипки.

Выявлено, что листья вишни магалебской содержат большое количество органических кислот, по сравнению с их содержанием в таком известном их источнике как плоды шиповника майского (в соответствии с требованиями Фармакопеи: не менее 2,6%). Таким образом, вишню магалебскую можно считать хорошим компонентом для изготовления препаратов, которые оказывают благоприятное влияние на пищеварение, снижают pH среды, способствуют созданию определенного состава микрофлоры.

Установлено, что содержание дубильных веществ в листьях вишни магалебской не превышает содержание таковых в коре дуба обыкновенного (в соответствии Фармакопеи: не менее 8%). Поэтому использование исследуемого сырья в качестве источника получения дубильных веществ не рационально.

Таким образом, листья вишни магалебской являются ценным сырьем в медицинской практике и необходимо их дальнейшее изучение.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Blando, F*. Sour Cherry (Prunus cerasus L) Anthocyanins as Ingredients for Functional Foods / F. Blando, C. Gerardi // J. Biomed. Biotechnol. – 2004. – V.5. – P. 253-258.

2. *Дейнека, Л. А*. Антоцианы плодов вишни и родственных растений / Л.А. Дейнека, А.Н. Чулков, В.И. Дейнека, В.Н. Сорокопудов, С.М. Шевченко // Научные ведомости. Серия Естественные науки. − 2011. − № 9 (104). − Выпуск 15/1. С. 364 – 370.

3. *Государственная Фармакопея Российской Федерации XIII, том II*. Общие методы анализа. – М.: ФЭМБ, 2015. – 1292 с.

ИНДИКАТОРНЫЕ ВИДЫ МОХООБРАЗНЫХ Г. ЕНАКИЕВО

Е.А. Цеплая
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

В докладе проанализированы возможности мохообразных как индикаторов состояния окружающей среды на примере территории г. Енакиево. Дано теоретическое обоснование, таксономическое положение и практическое применение видов мохообразных г. Енакиево для использования в информационно-диагностических программах и экологическом мониторинге в Донбассе.

Ключевые слова: БИОИНДИКАТОРЫ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ, ФИТОИНДИКАЦИЯ, ПРОМЫШЛЕННЫЙ УЗЕЛ

The report analyzes the possibilities of bryophytes as indicators of the state of the environment on the example of the territory of the city of Enakievo. The theoretical substantiation, taxonomic position and practical application of the bryophyte species of Yenakiyevo for use in informational diagnostic programs and environmental monitoring in the Donbass are given.

Keywords: BIOINDICATORS, ENVIRONMENTAL MONITORING, PHYTOINDICATION, INDUSTRIAL KNOT

Бриоиндикация – это комплекс мероприятий по оценке качества среды с помощью мохообразных. Метод бриоиндикации основан на наблюдении за составом, численностью и функциональным состоянием видов-индикаторов из числа мохообразных. Индикационная роль мохообразных для промышленных узлов Донецкого региона не изучена систематически [1-2]. Среди особенностей этой группы организмов, помимо их значения в биоценозах, учёными выделяется ряд особенностей и характеристик, благодаря которым отдельные виды мохообразных могут быть использованы в экологическом мониторинге [3] как устойчивые биоиндикаторы состояния среды. Такие систематические исследования, как правило, состоят из нескольких этапов: 1) определение наличия и количественного состава видов на конкретной территории; 2) анализ экологических характеристик и этих видов и условий, которые их формируют; 3) возможность индикации по накоплению в организмах веществ, которые свидетельствуют о любых формах трансформации экосистем, включая механическое нарушение растительного покрова и антропогенные воздействия; 4) установление корреляционной связи, благодаря которой и осуществляется процесс биоиндикации, – между функциональными характеристиками растений и экологическими параметрами локальных экотопов.

Цель работы – установить функционально-экологические характеристики мохообразных в различных экотопах г. Енакиево.

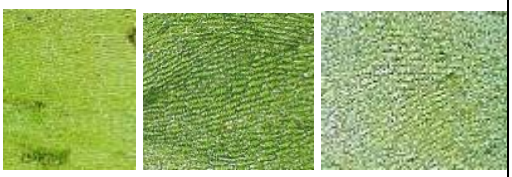
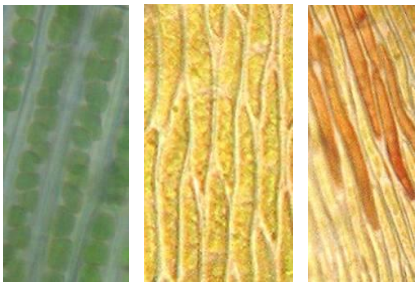
Город Енакиево представляет собой крупный промышленный узел Донбасса с развитой инфраструктурой металлургического, химического, горнодобывающего секторов промышленности. Однако в городе большое значение уделяется процессам оптимизации городской среды: функционирование санитарно-защитных зон предприятий, рекреационные территории (как парковые, так и садово-декоративные участки), город имеет экологический каркас в виде зелёного кольца искусственных древесных и смешанных древесно-кустарниковых насаждений. Такое обстоятельство позволяет рассматривать территории г. Енакиево как удачную площадку для проведения экологического эксперимента фитоиндикационного назначения. В условиях г. Енакиево нами были разработаны пять экспедиционных маршрута.

Используя систему соответствия при формировании мониторинговой сетки, маршруты были спроектированы таким образом, чтобы охватить все пробные площадки за два дня по сбору материала. Полевой эксперимент был реализован на 32 точках – в узлах локализации мониторинговой сети. Перечень пробных площадей включает зоны повышенного антропогенного воздействия (территории промышленных предприятий, карьерно-отвальные комплексы, экотопы крупных путей сообщения, сорные полигоны), места умеренного антропогенного влияния (селитебные зоны, территории аграрного назначения), а также экотопы, экологические характеристики которых максимально приближены к природным биогеохимическим участкам с наименьшим воздействием человека на экосистемы (рекреационные территории, участки экологического каркаса города). Систематический список мохообразных (с их прямыми синонимами) г. Енакиево представлен следующим образом:

Отдел Bryophita
Класс Bryopsida
Порядок Dicranales Philib. ex. Fleisch.
Семейство Ditrichaceae Limpr., non. cons.
Род *Ceratodon* Brid.
Вид *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid – цератодон пурпурный
Порядок Pottiales Fleisch.
Семейство Pottiaceae Schimp., nom. cons
Род *Syntrichia* Brid.
Вид *Syntrichia ruralis* (Hedw.) F. Weber & Mohr (*Tortula ruralis* (Hedw.) P. Gaerth., B. Mey. & Schreb) – синтрихия сельская
Порядок Orthotrichales Dix.
Семейство Orthotrichaceae Arn.
Род *Orthotrichum* Hedw.
Вид *Orthotrichum obtusifolium* Brid. (*Stroemia obtusifolia* (Brid.) J. Hag., *Nyholmiella obtusifolia* (Brid.) Holmen & Warncke) – ортотрихум туполистный
Вид *Orthotrichum speciosum* Nees (*Orthotrichum elegans* Schwägr. ex Hook. & Grev., *Orthotrichum killiasii* Müll. Hal.) – ортотрихум красивый (прекрасный)
Порядок Bryales Limpr
Семейство Bryaceae Schwaegr.
Род *Bryum* Hedw. (*Imbribryum* N.Pedersen)
Вид *Bryum caespiticium* Hedw. (*B. badium* (Brid.) Schimp., *B. comense* Schimp.) – бриум дернистый
Порядок Hypnales (Fleisch.) W. R. Buck & Vitt
Семейство Amblystegiaceae Kindb.
Род *Amblystegium* Schimp.
Вид *Amblystegium serpens* (Hedw.) Schimp. – амблистегиум ползучий
Семейство Entodontaceae Kindb., nom. cons
Род *Platygyrium* Schimp., nom. cons
Вид *Platygyrium repens* (Brid.) Schimp. – платигириум ползучий

Впервые в регионе предложен и апробирован метод листовой диагностики состояния экотопов по функциональному состоянию тканевого узора мохообразного. Основные результаты этого эксперимента представлены в таблице.

Таблица - Структурно-диагностические диапазоны мохообразных в г. Енакиево

Вид	Наглядно-сравнительный диапазон структур (от контроля к опыту)	Функционально-экологические характеристики
Syntrichia ruralis (Hedw.) F. Weber & Mohr		изменение пигментации, сокращение жизненного цикла
Bryum caespiticium Hedw.		трансформация скульптуры адоксиальной поверхности листа
Ceratodon purpureus (Hedw.) Brid		прозенхимизация клеток вдоль центральной жилки
Orthotrichum speciosum Nees		изменение пигментации, сокращение жизненного цикла, прозенхимизация клеток вдоль центральной жилки

Таким образом, в результате проведенного наблюдения установлено, что состояние видов мохообразных в промышленном городе в разных экотопах отличается: по периодам оутогенеза, по степени завершённости жизненного цикла, по морфологическим, визуализационным структурам, что создаёт условия формирования каждым видом отдельного сценария доминирующей жизненной стратегии, – этот показатель рассматривается как перспективный для оценки новых территорий по сопряжённым экологическим факторам.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Сафонов, А. И.* Видовое разнообразие мохообразных Донецко-Макеевской промышленной агломерации / А. И. Сафонов, Е. И. Морозова // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2017. – № 3–4. – С. 24-31.

2. *Сафонов, А. И.* Чек-лист индикаторных признаков сорно-рудеральной фракции урбанофлоры г. Донецка (1998-2018 гг.) / А. И. Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2018. – № 3–4. – С. 67-72.

3. *Сафонов, А. И.* Функциональная ботаника в Донбассе: экологический мониторинг, информационные ресурсные технологии, фитодизайн / А. И. Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2017. – № 1–2. – С. 8-14.

НАЗЕМНЫЕ БЕСПОЗВОНОЧНЫЕ Г. ГОРЛОВКИ

А.В. Аносов, Е.Ю. Савченко
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

В работе проведен анализ таксономической структуры и биотопического распределения герпетобионтной мезофауны г. Горловки, выявлен видовой состав и доминантные виды герпетобионтов, составлен спектр жизненных форм семейства Carabidae, приведен список хозяйственно значимых видов.

Ключевые слова: ГЕРПЕТОБИОНТНАЯ МЕЗОФАУНА, НАЗЕМНЫЕ БЕСПОЗВОНОЧНЫЕ, ПОЧВЕННЫЕ ЛОВУШКИ.

The paper analyzes the taxonomic structure and biotopic distribution of the herpetobiont mesofauna of Gorlovka, identifies the species composition and dominant species of herpetobionts, compiled a spectrum of life forms of the family Carabidae, compiled a list of economically important species.

Keywords: HERPETOBIONT MESOFAUNA, GROUND BEETLES, SOIL TRAPS.

Наземные беспозвоночные являются неотъемлемым компонентом фауны и экологии городских систем. Выявление изменений в составе сообществ герпетобионтов позволяет оценивать состояние качества экологии городской среды, т. е. использовать их в биоиндикационных целях (Еланцева, Ельникова, 2014). Применение герпетофауны для диагностики антропогенных воздействий связанно, прежде всего, с быстротой реакции данной группы организмов на любые отклонения от нормы в экологической ситуации окружающей среды изменением численности или сменой видового состава.

Целью данной работы являлся эколого-фаунистический анализ наземных беспозвоночных г. Горловки. Для решения цели были поставлены следующие задачи: 1) анализ таксономической структуры и биотопического распределения герпетобионтной мезофауны г. Горловки; 2) выявление видового состава и доминантных видов герпетобионтов, составление спектра жизненных форм; 3) выявление хозяйственно значимых видов.

В качестве стационаров нами было выбрано 4 участка: парк, степной участок, лесополоса, агроценоз (поле кукурузы). Отлов и учет имаго насекомых проводился в течение теплого сезона 2017 г. с помощью почвенных ловушек Барбера, которые устанавливались на каждом стационаре с расстоянием в 1 м в количестве 20 шт., с экспозицией неделю.

Всего в результате исследований был собран 541 экз. беспозвоночных из 1 типа, 2 подтипов, 1 класса, 8 отрядов и 11 семейств: Aranei, Orthoptera, Homoptera, Hemiptera, Coleoptera, Hymenoptera, Diptera, Lepideptera.

Каждый из исследованных стационаров характеризовался своим комплексом доминирующих отрядов. В парке значительную долю от всех беспозвоночных составили перепончатокрылые и пауки, их удельная доля составляла на данном участке соответственно 56 и 42%.

На степном участке состав доминантов несколько отличается: преобладают равнокрылые (18%), жесткокрылые (38%) и перепончатокрылые (30%). В лесополосе в доминантную группировку входят пауки (19%) и жесткокрылые (67%). В агроценозе преобладают прямокрылые (26%) и жесткокрылые (48%) (табл. 1).

Таблица 1 – Численность и удельная доля отрядов наземных беспозвоночных на исследованных стационарах г. Горловки, 2017 г. (экз./%)

	Парк		Степной участок	Лесополоса	Агро-ценоз	Сумма за год
	2.07-5.07	24.08-3.09	7.09-15.09	7.09-15.09	7.09-15.09	
Тип Членистоногие Arthropoda						
Подтип Хелицеровые Chelicerata						
Aranei	64/42%	25/26%	7/3%	8/19%	2/5%	106/20%
Подтип Трахейнодышащие Tracheata, Класс Насекомые Insecta						
Orthoptera	–	–	17/8%	–	10/26%	27/5%
Homoptera	5/3%	1/1%	38/18%	–	–	44/8%
Hemiptera	2/1%	7/7%	9/4%	2/5%	1/2%	21/4%
Coleoptera	11/7%	8/8%	57/28%	29/67%	18/48%	123/23%
Hymenoptera	72/47%	53/56%	63/30%	4/9%	5/13%	197/36%
Diptera	–	2/2%	19/9%	–	1/3%	22/3,8%
Lepidoptera	–	–	–	–	1/3%	1/0,2%
Всего, экз.	154	96	210	43	38	541

Отряд Coleoptera преобладает практически на всех исследованных стационарах. Всего было зарегистрировано 11 семейств жесткокрылых: Trogidae, Endomychidae, Cryptophagidae, Carabidae, Catopidae, Staphylinidae, Dermestidae, Elateridae, Tenebrionidae, Chrysomelidae, Curculionidae. В нашей работе мы рассматриваем в основном жужелиц как одно из наиболее интересных и многочисленных семейств герпетобионтных жесткокрылых. Удельная доля жужелиц была высока во всех изученных стационарах и составила от 14 до 89%. Исследуемые стационары отличались по динамической плотности Carabidae. Наибольшая уловистость жужелиц (2 экз. на 10 ловушко-суток) отмечалась в лесополосе, наименьшая (0,4 экз. на 10 ловушко-суток) – в парке.

Что касается остальных семейств наземных жесткокрылых, то такие семейства как Cryptophagidae, Catopidae, Staphylinidae, Dermestidae, Tenebrionidae, Chrysomelidae, Curculionidae входили в число доминантов, удельная доля которых превышала 5% хотя бы на одном из исследованных участков.

Всего в результате анализа собранного материала в г. Горловка зарегистрировано 14 видов жужелиц из 9 родов. Наибольшее количество видов жужелиц зарегистрировано в лесополосе – 7 видов жужелиц: *Notiophilus laticollis* Chaudoir, 1852, *Carabus marginalis* Fabricius, 1794, *Calathus fuscipes* Goeze, 1777, *Amara* sp., *Harpalus rufipes* (De Geer, 1774), *Harpalus grizeus* (Panzer, 1796), *Cymindis angularis* (Gyllenhal, 1810). Пять из них были только на этом участке: *Notiophilus laticollis*, *Carabus marginalis*, *Harpalus rufipes*, *Harpalus grizeus*, *Cymindis angularis.*

В парке выявлено 5 видов карабид: *Calathus fuscipes, Amara* sp., *Zabrus tenebrioides* (Goeze, 1777), *Brachinus crepitans* (L., 1758), *Licinus silphoides* (Rossi, 1790), два из них были отмечены только здесь*: Brachinus crepitans, Licinus silphoides.*

На степном участке зарегистрировано 4 вида жужелиц*: Calathus fuscipes, Zabrus tenebrioides, Harpalus* sp., *Harpalus picipennis* Duftschmid, 1812. Последние два вида выявлены только на этом участке.

Для каждого из исследованных стационаров характерен свой комплекс доминантных видов. Практически на всех исследованных стационарах в число

доминантов входит *Calathus fuscipes*, удельная доля которого составляет от 12% на степном участке до 73% в лесополосе.

В парке в доминантную группировку входят 5 видов: *Calathus fuscipes, Amara* sp., *Zabrus tenebrioides, Brachinus crepitans* и *Licinus silphoides*.

На степном участке выявлено 4 вида-доминанта: *Calathus fuscipes, Zabrus tenebrioides, Harpalus* sp., *Harpalus picipennis.*

В лесополосе зарегистрировано два доминантных вида жужелиц: *Calathus fuscipes, Harpalus rufipes,* остальные виды входили в состав субдоминантов.

В агроценозе все 3 выявленных вида являются доминантами: *Carabus campestris* Fischer von Waldheim, 1822, *Calathus ambiguus* Paykull, 1790, *Harpalus rufipes.*

Изучение спектров жизненных форм позволяет оценивать степень антропогенного воздействия на экосистему. Большинство видов жужелиц г. Горловки и её окрестностей относится к классу зоофаги, который также преобладает и по количеству видов.

Абсолютное большинство миксофитофагов на территории исследуемого района составляют виды-вредители, такие как *Harpalus rufipes* и *Zabrus tenebrioides*. Наибольшей численности миксофитофаги достигают на степном участке (рис. 1).

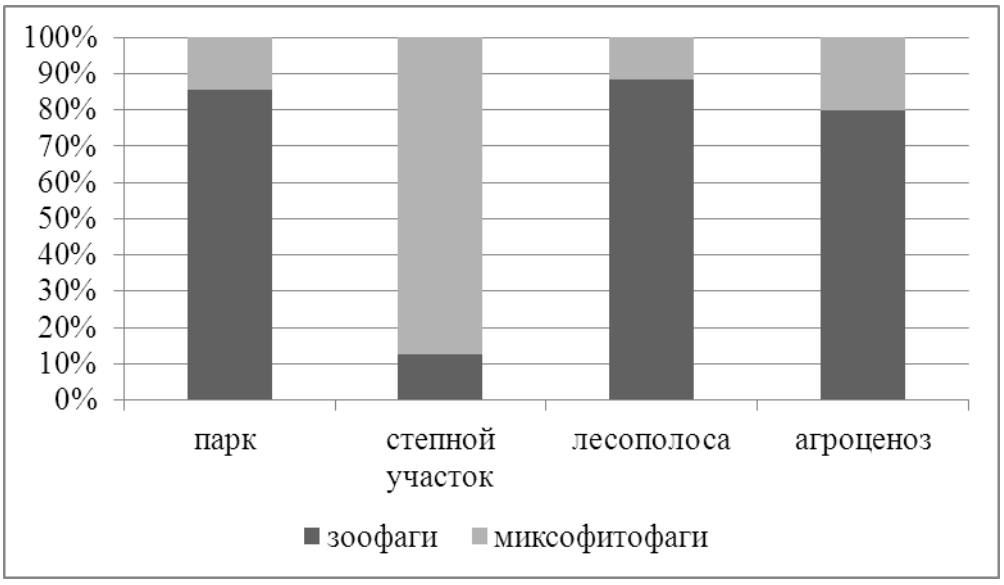


Рисунок 1 – Распределение жужелиц г. Горловки по классам жизненных форм

В результате проведенной работы было зарегистрировано шесть хозяйственно значимых видов из семейств Carabidae и Tenedrionidae: *Zabrus tenebrioides, Harpalus rufipes, Harpalus griseus, Opatrum sabulosum* (L., 1761), *Gonocephalum pussilum* (Fabricius, 1791**)**.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Еланцева, А.А.* Разнообразие комплекса герпетобионтных жесткокрылых городских насаждений (на примере Волгограда) / А.А. Еланцева, Ю.С. Ельникова // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2014. – Вып. 207. – С. 108–120.

ВИДОВОЙ СОСТАВ МОШЕК ВОДОЁМОВ Г. ДОНЕЦКА

А.Э. Бакланова, М.В. Рева
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

Изложена актуальность изучения видового состава, экологических особенностей развития, распространения и репродукции у кровососущих мошек, что очень важно для разработки эффективных и экологически грамотных методов регулирования численности их популяций и защиты от них людей и животных.

Ключевые слова: БИОЛОГИЯ, МОШКИ, ВОДОЁМЫ, ВИДОВОЙ СОСТАВ

The urgency of studying the species composition, ecological features of development, distribution and reproduction in blood-sucking blackflies is stated, which is very important for the development of effective and environmentally competent methods for regulating the number of their populations and protecting people and animals from them.

Keywords: BIOLOGY, BLACKFLIES, RESERVOIRS, SPECIES COMPOSITION

Кровососущие мошки (Diptera, Simuliidae) являются одним из основных компонентов гнуса – кровососущих двукрылых насекомых. Самки мошек, будучи активными кровососами, в период массового нападения могут сильно снижать продуктивность сельскохозяйственных животных. Укусы мошек болезненны, а слюна не менее ядовита, чем у комаров. Яд обладает сильными гемолитическими свойствами.

В период массового лёта мошек люди, которые работают недалеко от мест их выплода, нередко имеют сильные отёки на лице, опухшие руки, губы и головную боль. Воспаления и припухлости сопровождаются сильным зудом и жжением, которые продолжаются несколько дней. В районах высокой численности мошек среди животных наблюдается заболевание – симулиотоксикоз, вызывающий иногда даже гибель животных. Люди, подвергшиеся нападению самок мошек, испытывают болезненные ощущения, дискомфорт и, как следствие, снижение работоспособности.

Кроме перечисленных специфических заболеваний, мошки могут быть, как и другие кровососы, неспецифическими переносчиками сибирской язвы, туляремии, сапа, проказы, чумы и ряда других инфекционно-эпидемиологических заболеваний. Возможность переноса ряда инфекций при питании на заражённом животном и последующем нападении на здоровое очевидна, хотя требует экспериментального изучения и проверки. Всё вышесказанное даёт возможность утверждать, что медико-ветеринарное значение мошек требует большого внимания.

Целью данной работы является установление видового состава мошек водоёмов г. Донецка и изучение некоторых вопросов их биологии.

В задачи исследований входило: 1) сбор мошек в природе; 2) камеральная обработка материала; 3) изготовление микропрепаратов преимагинальных фаз и взрослых мошек; 4) изучение биологии и обобщение сведений о мошках водоёмов г. Донецка.

Материалом для написания работы стали собственные сборы и наблюдения за мошками семейства Simuliidae водоёмов г. Донецка, обработка литературных данных и коллекции кафедры зоологии и экологии Донецкого национального университета.

Сбор, камеральную обработку материала, изготовление микропрепаратов и изучение отдельных вопросов по биологии мошек осуществляли по общепринятым методикам И.А. Рубцова (1956), З.В. Усовой (1961) и Е.Б. Сухомлин (2013).

Место сбора преимагинальных фаз мошек – Центральные городские пруды и водоём парка им. А.С. Щербакова г. Донецка.

На основании камеральной обработки, сборов водных фаз мошек и наблюдений по биологии и экологии нами было установлено:

1. На территории центральных городских прудов и в водоёме парка им. Щербакова обнаружено 7 видов мошек, относящихся к 5 родам:

– Род *Eusimulium* Roubaud, 1906: *E. aureum* (Fries), *E. securiforme* Rubz.;

– Род *Wilhelmia* Enderlein, 1922: *W. mediterranea* (Puri); *W. balcanica* End.;

– Род *Boophthora* Enderlein, 1921: *B. erythrocephala* (DeGeer);

– Род *Argentisimulium* Rubzov et Yankovsky, 1982: *A. noelleri* (Fried);

– Род *Simulium* Latrielle, 1802: *S. behningi* (End.).

2. Местами выплода мошек на центральных городских прудах и в водоёме парка им. Щербакова являются перекаты, соединяющие пруды между собой. Глубина этих хорошо прогреваемых водотоков до 0,5 м, с температурой воды в летний период до 27-28˚С, со скоростью течения 0,9-1,3 м/с, в большей своей протяжённости имеющие искусственное русло (бетонное). В этих водотоках выявлено 7 видов мошек (*E. aureum, E. securiforme, W. mediterranea, W. balcanica, B. erythrocephala, A. noelleri, S. behningi*).

3. В районе наших исследований:

– в фазе яйца зимуют 2 вида (*E. aureum, E. securiforme*). Отрождение личинок начинается в марте и продолжается до апреля – мая при температуре воды от 2-6˚С до 14˚С.

– в фазе личинки зимуют 2 вида (*W. mediterranea, W. balcanica*). Отрождение личинок из яиц, зимовка которых происходит в фазе личинки, отмечено во второй половине сентября – первой половине ноября при температуре воды 3-12˚С. Появление личинок этих видов второй раз наблюдается в декабре – январе при температуре воды 2-5˚С. Субстрат – водная растительность, опавшие листья и ветки, камни, расположенные на глубине от 10 до 50 см.

– в фазе яйца и личинки зимуют 3 вида (*B. erythrocephala, A. noelleri, S. behningi*). Вылупление личинок из яиц у этих видов зависит от погодных условий. В годы с холодными зимами, когда водотоки покрываются льдом и снегом (с декабря по февраль), эти виды зимуют в фазе яйца. В такие годы личинки отрождаются из яиц сразу после освобождения водотоков ото льда (февраль – март). В годы с тёплыми непродолжительными зимами виды зимуют в фазе личинки.

4. Лёт мошек в условиях г. Донецка продолжается в течение 7 месяцев (март – сентябрь). В водотоках региона наблюдается чёткая последовательность в развитии видов.

В апреле начинается лёт следующих видов: *W. mediterranea, W. balcanica*. Окукливание и вылет первой генерации видов, которые зимуют в фазе личинки, наблюдается при температуре воды 9-17˚С.

С начала апреля и до середины мая наблюдается окукливание и вылет видов, которые зимуют то в фазе яйца, то в фазе личинки (*B. erythrocephala, A. noelleri, S. behningi*).

Последними заканчивают своё развитие виды, которые зимуют в фазе яйца (*E. aureum, E. securiforme*), окукливание и вылет первой генерации которых приурочен к концу апреля – началу июня при температуре воды 11-13˚С и выше.

Вторая генерация видов, которые зимуют в фазе личинки, развивается с конца мая до середины июля при температуре воды 17-23˚С.

Окукливание зимующих личинок начинается не одновременно и продолжается до трёх недель. Это связано с тем, что личинки заканчивают своё развитие в разные сроки.

Раньше вылетают виды, которые зимуют в фазе яйца, их лёт продолжается около двух недель.

Сроки вылета и количество генераций определяют погодные условия. Основным фактором, который определяет сроки развития водных фаз отдельных видов, является температура воды. Соотношение полов 1:1. Самцы отрождаются на несколько дней раньше, чем самки. Оплодотворение осуществляется в прибрежной растительности. Для вида *B. erythrocephala* наблюдалось массовое скопление самцов возле берега в период массового отрождения.

5. Отмечены 4 вида, которые нападают на животных: *W. mediterranea, E. aureum, B. erythrocephala, A. noelleri*. Повсеместно нападают *W. mediterranea, E. aureum*, выплод которых наблюдается в ручьях и малых речках. Активность самок других видов имеет локальный характер.

6. В границах региона у мошек достаточно чётко выражена пищевая специализация: *W. mediterranea* нападает на крупный рогатый скот; сосут кровь человека и животных виды *B. erythrocephala, A. noelleri*; на птиц нападают *E. securiforme, E. aureum*.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Рубцов, И.А.* Методы изучения мошек / И.А. Рубцов. – М. – Л.: Изд-во АН СССР, 1956. – 56 с.

2. *Усова, З.В.* Фауна мошек Карелии и Мурманской области / З.В. Усова. – М. – Л.: Изд-во АН СССР, 1961. – 286 с.

3. *Сухомлін, К.Б.* Мошки підродини Simuliinae мішаних лісів Європи (фауна, морфологія, філогенія, систематика, екологічні особливості): Автореф. дис. ... докт. біол. наук / К.Б. Сухомлін. – К., 2013. – 40 с.

ЗАРАЖЕННОСТЬ ПРИРОДНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ ЛИЧИНОК МОШЕК МИКРОСПОРИДИЯМИ И ЭНТОМОПАТОГЕННЫМ ГРИБОМ *COELOMICIDIUM SIMULII* В ВОДОТОКАХ ОКР. Г. КРАСНЫЙ ЛУЧ

А.А. Белоножко, Е.Н. Маслодудова
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

В докладе дана информация о зараженности природных популяций личинок мошек микроспоридиями и энтомопатогенным грибом Coelomicidium simulii, которые являются основными объектами для разработки методов борьбы с кровососущими мошками. Установлено, что зараженность личинок мошек наблюдается во всех типах водотоков. Обнаружено 5 видов мошек, в которых паразитируют микроспоридии и грибы.

Ключевые слова: МИКРОСПОРИДИИ, МОШКИ, ЭНТОМОПАТОГЕННЫЙ ГРИБ

The report provides information on the contamination of natural populations of blackfly larvae with microsporidia and entomopathogenic fungi Coelomicidium simulii, which are the main objects for the development of methods to combat blood-sucking blackfly. It is established that infestation of larvae of blackfly is observed in all types of watercourses. 5 species of blackfly were found in which microsporidia and fungi parasitize.

Keywords: MICROSPORIDIA, BLACKFLYS, ENTOMOPATHOGENIC FUNGUS

Особый интерес к паразитам мошек связан с неотложной разработкой методов борьбы с вредными членистоногими. Использование паразитов при разработке методов борьбы обладает высокой перспективностью, так как определяется высокой специфичностью к хозяину и способностью самостоятельно распространяться в популяции хозяина, устойчиво сохраняться в водотоках и способностью ограничивать численность хозяина до очень низкого уровня.

Одним из биотических факторов, влияющих на численность мошек в водотоках являются микроспоридии (*Microsporidia*) и грибы (*Coelomicidium simulii*).

Симптомы зараженности микроспоридиями наблюдается у личинок старших возрастов. Особенно чёткие симптомы видны в жировом теле или гиподерме личинки, просвечивающихся через кутикулу. В этих случаях основные признаки заболевания – значительная деформация тела и появление под кутикулой белых, кремовых или розовых пятен – скопления спор паразитов. У сильно зараженных личинок прекращается дальнейшее развитие, они не способны к метаморфозу. Происходит нарушение в развитие зародышевых дисков, будущей дыхательной системы куколок. Дыхательные нити образуются лишь с одной стороны или не развиваются совсем. Дыхательные нити здоровых личинок выглядят, как тёмно-коричневые клубочки, у заражённых – как светлые, слабо хитинизированные. Микроспоридиоз сопровождается расстройством функции мышц прикрепительных органов личинок, вследствие чего они слабо удерживаются на субстрате и легко сносятся потоком (Дубицкий, 1978).

Симптоматика зараженности энтомопатогенными грибами *C. simulii* схожа с микроспоридиозом. У личинок мошек обнаруживается помутнение тела, а затем жировое тело приобретает коричневый – кирпично-красный цвет (Дубицкий, 1978).

Процесс развития энтомопатогенного гриба проходит в жировом теле личинки, но к концу пораженные клетки разрушаются, и разные стадии гриба переходят в гемолимфу, которая при этом становится розовой.

Заражение личинки мошки начинается с брюшка и постепенно распространяется к голове. Зрелые зооспорангии шарообразной формы, покрыты бесцветной оболочкой. Гриб развивается в клетках жирового тела и по мере роста и развития зооспорангии разрывают стенки клеток и выходят в целомическую полость тела. Зооспорангии могут заполнить всю целомическую область тела личинки, что приведёт к гибели хозяина.

Исследованные водотоки окр. г. Красный Луч мы условно разделили на 4 типа, отличающихся по экологическим признакам: I тип – крупные реки, II тип – быстротекущие ручьи, III тип – медленнотекущие ручьи, IV – мелкие ручьи, вытекающие из шахтных отстойников.

Зараженность преимагинальных стадий мошек обнаружена во всех типах водотоков. В обследованных реках и ручьях микроспоридии (*Microspridia*) и грибы (*C. simulii*) выявлены у 5 видов мошек: *Odagmia ornata, Eusimulium aureum, Nevermannia angustitarsis, Nevermannia latigonia, Boophthora erythrocephala.* Заражение мошек микроспоридиями выявлено в 194 из 400 собранных проб в водотоках окр. Красный Луч (табл. 1, рис. 1).

Следует отметить, что заражение личинок мошек грибом *C. simulii* выявлено в неглубоких, хорошо прогреваемых ручьях, с илистым топким дном.

В обследованных водотоках личинки мошек заражены микроспоридиями. Экстенсивность заражения составила 20-80%.

Наиболее высокая степень заражения микроспоридиями отмечена в водотоках III и IV типа – от 69 до 83%. Значительно меньше заражены личинки мошек в водотоках I и II типа (от 20 до 32%).

Таблица 1 – Зараженность природных популяций личинок мошек микроспоридиями и энтомопатогенным грибом *Coelomicidium simulii* в различных типах водоёмов

	I тип	II тип	III тип	IV тип
Всего собранных проб	122	95	105	78
Наличие зараженных микроспоридиями личинок в пробах	25	31	73	65
Наличие зараженных грибами личинок в пробах	-	-	30	55
Зараженность микроспоридиями личинок мошек	20%	32%	69%	83%
Зараженность грибами личинок мошек	-	-	28%	70%

Примечание. - – вид не обнаружен.

Заражение личинок мошек грибом выявлено только в водотоках III и IV типа – от 28 до 70%. По-видимому, это связано с благоприятными экологическими условиями – слабопроточные и хорошо прогреваемые, мелкие, с топким илистым дном, ручьи.

Визуально наибольшая зараженность личинок мошек микроспоридиями выявлялась в периоды завершения развития каждой генерации, зараженность грибом отмечена в развитии летней и осенней генерации личинок мошек.

Таким образом, заболевания мошек вызывают микроспоридии и грибы. В водотоках окр. г. Красный Луч выявлено 5 видов мошек, в личинках которых паразитируют микроспоридии и грибы: *O. ornata, E. aureum, N. angustitarsis, N. latigonia, B. erythrocephala.*

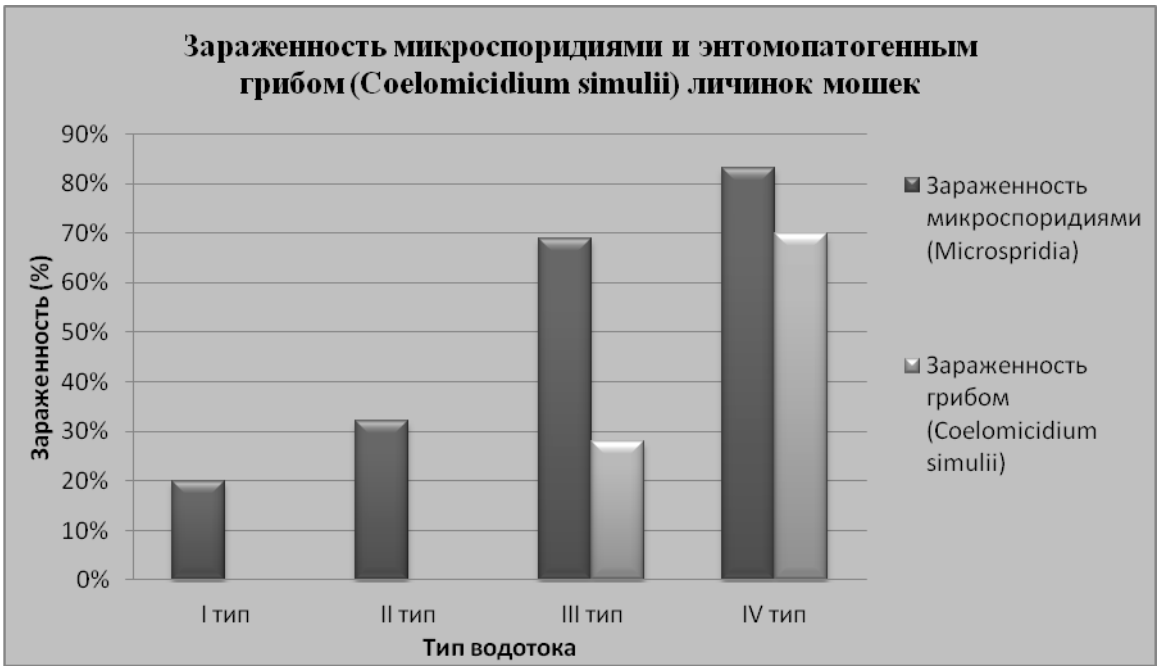


Рисунок 1 – Зараженность личинок мошек микроспоридиями и энтомопатогенным грибом *Coelomicidium simulii*

Высокая степень заражения микроспоридиями отмечена в водотоках III и IV типа – от 69 до 83%. Значительно меньше заражены личинки мошек в водотоках I и II типа (от 20 до 32%).

Заражение личинок мошек грибом выявлено только в водотоках III – IV типа – от 28 до 70%.

Таким образом, выявленные микроспоридии и грибы являются одним из важнейших регуляторов численности кровососов. Необходимо дальнейшее изучение распространения паразитов в водотоках окр. г. Красный Луч, так как использование микроспоридий и энтомопатогенных грибов является эффективным и перспективным биологическим методом в борьбе с водными фазами развития симулиид.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Дубицкий, А.М.* Биологические методы с гнусом СССР / А.М. Дубицкий. – Алма-Ата: Наука, 1978. – 261 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА НАСЕЛЕНИЯ ПАНЦИРНЫХ КЛЕЩЕЙ ТЕРРИКОНА ШАХТЫ КАЛИНИНА № 7-8 Г. ДОНЕЦКА

Ю.А. Винник, А.Д. Штирц
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

Установлен видовой состав и проведен анализ экологической структуры сообществ панцирных клещей рекультивированного террикона шахты Калинина № 7-8 г. Донецка. Экологическое состояние окружающей среды элювиальной и транзитной позиций техногенной катены характеризуется значительным уровнем отклонений от нормы (IV уровень). На аккумулятивной позиции отмечены незначительные отклонения от нормы (II уровень).

Ключевые слова: ПАНЦИРНЫЕ КЛЕЩИ, ОРИБАТИДЫ, ТЕРРИКОН, ТЕХНОГЕННАЯ КАТЕНА, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА НАСЕЛЕНИЯ

The species composition and the ecological structure of the oribatid mites communities of the coal mine dump № 7-8 in Donetsk was analyzed. The ecological state of the environment of the eluvial and transit positions of the technogenic catena is characterized by a significant level of deviations from the norm (level IV). At the accumulative position, insignificant deviations from the norm (level II) are noted.

Keywords: ORIBATID MITES, DUMP, TECHNOGENIC KATENA, ECOLOGICAL STRUCTURE OF COMMUNITIES.

Для Донбасса одной из актуальных проблем является ликвидация отрицательных последствий антропогенного воздействия на окружающую среду. Почвенные беспозвоночные, в том числе и панцирные клещи, имеют большое значение в экологическом мониторинге состояния земель, поскольку они способны быстро реагировать на изменения в экосистеме, что дает возможность использовать их в зооэкологической диагностике состояния почв. Различные представители почвенного зооценоза способны к гидролизу не только углеводов, жиров и белков, но и более стойких веществ – клетчатки, хитина, лигнина, целлюлозы и др. Жизнедеятельность

почвенных животных определяет скорость процессов разложения органических веществ в биогенном круговороте веществ.

Одной из пионерных групп почвообитающих членистоногих на отвалах шахтной породы являются панцирные клещи или орибатиды. Перерабатывая растительный опад, они играют важную роль в процессе формирования почвы и круговороте веществ в ходе сукцессионного процесса на терриконах.

Целью данной работы было установление видового состава и экологической структуры населения панцирных клещей террикона шахты Калинина № 7-8 г. Донецка.

Высота террикона – 50 м, эксплуатировался с 1916 г. по 1971 г., террикон представляет собой кольцевидную насыпь, усеченный, конический (имеет две вершины), не горящий (потухший), озелененный, занимаемая площадь 43 тыс. м^2.

Для изучения состава и экологической структуры сообществ панцирных клещей террикона шахты Калинина № 7-8 нами был применён катенный подход. В июне 2018 г. на трех позициях техногенной катены (элювиальной (вершина), транзитной (склон) и аккумулятивной (подножие)) была собрана 21 проба (по 7 проб с каждой позиции объемом 250 см^3), из которых был извлечен 61 экз. имаго панцирных клещей, относящихся к 17 видам.

Отбор почвенных проб и выгонка клещей в термоэклекторах проводились по общепринятой методике Е.М. Булановой-Захваткиной (1967). Для анализа структуры доминирования сообществ использовались градации доминирования по шкале Г. Энгельманна (Engelmann, 1978) для микроартропод. Анализ распределения жизненных форм проведен в соответствии с работой Д.А. Криволуцкого (Панцирные клещи ..., 1995). Для оценки экологического разнообразия сообществ панцирных клещей исследуемых позиций катены использован индекс Шеннона. Проведена оценка состояния окружающей среды с помощью интегрального показателя сообществ панцирных клещей.

Анализируя среднюю плотность населения и видовое богатство панцирных клещей исследуемой территории в летний период (июнь), следует отметить низкие показатели как численности, так и количества видов (рис. 1). Показатель средней плотности населения на аккумулятивной позиции составил 2400 экз./м^2, на транзитной – 685 экз./м^2, минимальные значения – на элювиальной позиции – 400 экз./м^2.

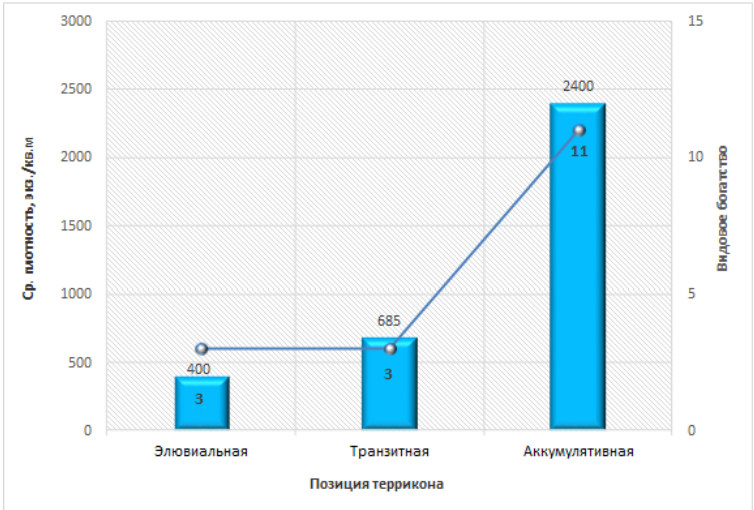


Рисунок 1 – Видовое богатство и средняя плотность населения панцирных клещей террикона шахты Калинина № 7-8 г. Донецка (июнь 2018 г.)

Максимум видового богатства панцирных клещей отмечен на аккумулятивной позиции – 11 видов. На элювиальной и транзитной позициях террикона было обнаружено по 3 вида. В целом же на терриконе обнаружено 17 видов орибатид, что является достаточно низким показателем для рекультивированных терриконов.

Анализ структуры доминирования показывает, что на аккумулятивной позиции террикона присутствуют два вида доминанта: *Gymnodamaeus bicostatus* (14,3%) и *Peloribates longipilosus* (19,1%), а также 7 субдоминантов и 1 рецедент. На транзитной позиции террикона эудоминантами являются 2 вида: *Passalozetes intermedius* (41, 7%) и *Scutovertex punctatus* (41,7%), доминант – *Punctoribates liber* (16,7%). Группы субдоминантов, рецедентов и субрецедентов отсутствуют. На элювиальной позиции террикона эудоминантами являются 2 вида: *Scutovertex punctatus* (42,9%) и *Zygoribatula terricola ucrainica* (42,9%), 1 вид относится к доминантам – *Tectocepheus velatus* (16,7%). Группы субдоминантов, рецедентов и субрецедентов также отсутствуют.

Население панцирных клещей исследуемого террикона представлено 4-мя жизненными формами: обитатели поверхности почвы, обитатели толщи подстилки, первично и вторично неспециализированные формы (рис. 2). На элювиальной позиции обнаружены представители только одной жизненной формы – вторично неспециализированные. На транзитной позиции доминируют вторично неспециализированные формы (83,3%), а также встречаются обитатели поверхности почвы (16,6%). На аккумулятивной позиции обнаружены представители четырех адаптивных типов орибатид: доминируют вторично неспециализированные формы (52,3%), значительно меньший вклад вносят обитатели поверхности почвы (26,1%), первично неспециализированные формы (11,9%) и обитатели толщи подстилки (9,5%).

Кластерный анализ сообществ показывает высокую степень сходства населения орибатид элювиальной и транзитной позиций и значительное отличие от них структуры сообщества на аккумулятивной позиции техногенной катены.

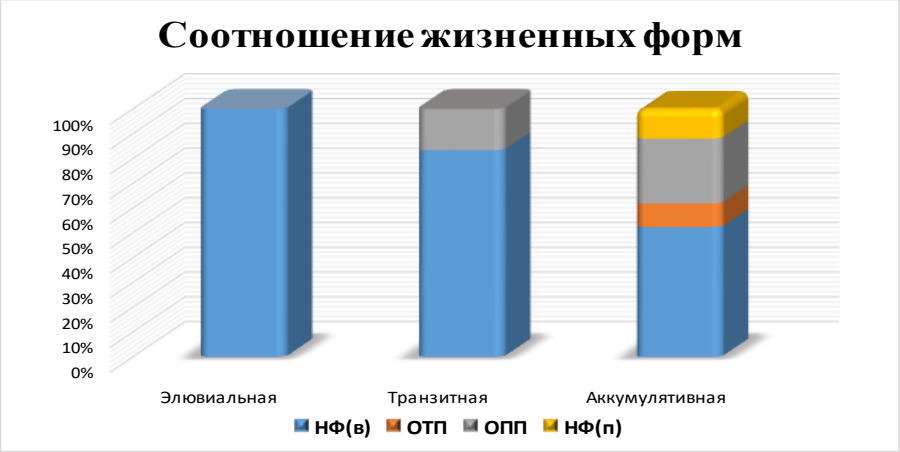


Рисунок 2 – Соотношение жизненных форм сообществ панцирных клещей террикона шахты Калинина № 7-8 г. Донецка (июнь 2018 г.): ОПП – обитатели поверхности почвы, ОТП – обитатели толщи подстилки, НФ(п) – первично неспециализированные, НФ(в) – вторично неспециализированные формы

Таким образом, на терриконе шахты Калинина № 7-8 г. Донецка были отмечены низкие показатели средней плотности населения орибатид, достигающие максимума на аккумулятивной позиции (2400 экз./м^2), минимум отмечен на элювиальной (400 экз./м^2). Максимум видового богатства зарегистрирован на аккумулятивной позиции террикона (11 видов), минимум – на элювиальной и транзитной позициях (по 3 вида). К доминирующим видам орибатид всего террикона относятся *G. bicostatus*, *P.*

longipilosus, P. intermedius, S. punctatus, P. liber, Z. terricola ucrainica и *T. velatus.* На техногенной катене отмечены представители только четырех жизненных форм. В целом комплекс орибатид является небалансированным.

Экологическое состояние окружающей среды рекультивированного террикона шахты Калинина № 7-8 г. Донецка в летний период на элювиальной и транзитной позициях техногенной катены характеризуется *значительным уровнем отклонений от нормы* (IV уровень). На аккумулятивной позиции отмечены *незначительне отклонения от нормы* (II уровень).

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. *Engelmann, H.-D.* Zur Dominanzklassifizierung von Bodenarthropoden / H.-D. Engelmann // Pedobiologia. – 1978. – Bd. 18, Hf. 5/6. – S. 378-380.

ГЕРПЕТОБИОНТНЫЕ ПАУКИ ЦПКИО ИМ. ЩЕРБАКОВА (Г. ДОНЕЦК)

А.А. Маслова, Е.В. Прокопенко
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

Под пологом городского древесного насаждения в ходе однократных поздневесенних учетов почвенными ловушками собрано 16 видов пауков из 11 семейств. Наибольшим таксономическим богатством и численностью характеризовалось семейство Lycosidae.

Ключевые слова: ПАУКИ, ARANEI, УРБАНИЗИРОВАННЫЕ ТЕРРИТОРИИ.

There are 16 species of spiders from 11 families was collected by the pitfall traps in the urban tree plantations in late spring. The family Lycosidae was characterized by the greatest taxonomic diversity and abundance.

Key words: SPIDERS, ARANEI, URBANIZED TERRITORIES.

Урбанизированные территории могут характеризоваться богатым и многочисленным населением беспозвоночных животных. Это обусловлено как разнообразием местообитаний, мозаичностью городской среды, где многоэтажная застройка чередуется с парками, газонами и пустырями, так и высокой изученностью фауны. Так, в черте города Донецка отмечены 279 видов пауков (Polchaninova, Prokopenko, 2013, 2017). Для сравнения – на территории заповедника «Каменные Могилы» известны 267 видов пауков, в «Хомутовской степи» – 215 видов, в «Стрельцовской степи» – 241 вид (Polchaninova, Prokopenko, 2013, 2017).

В составе городской аранеофауны отмечены «чужеродные» виды, попадающие с транспортными потоками в удаленные от основного ареала места, либо виды, расширяющие область своего распространения, благодаря человеку. Примерами таких

инвазивных видов в аранеофауне Донецка могут служить *Uloborus plumipes* Lucas, 1846, *Carpathonesticus eriashvilii* Marusik, 1987, *Agelenopsis potteri* (Blackwall, 1846).

Изучение таксономического состава и структуры населения пауков г. Донецка было начато в конце 90-х годов прошлого века (Прокопенко, 2015). Основное внимание было уделено паукам породных отвалов угольных шахт и городских древесных насаждений. Настоящая работа является продолжением программы многолетних учетов, проводящихся в ЦПКиО им. Щербакова.

Материал был собран с помощью почвенных ловушек Барбера в период 30.05-6.06.2017 г. под пологом широколиственного древесного насаждения. В качестве почвенных ловушек использовали пластиковые стаканы с диаметром отверстия 7,5 см, заполненные на треть 2 % раствором формалина. Было выставлено 30 почвенных ловушек, суммарно отработано 210 ловушко-суток.

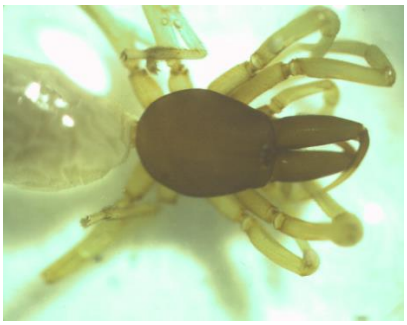
Всего было собрано 485 экземпляров наземных беспозвоночных, из которых 139 экземпляров (28,7 %) принадлежало паукам. Всего отмечены представители двух типов – Annelida (единственное семейство Lumbricidae) и Arthropoda. Поскольку метод почвенных ловушек не подходит для сбора дождевых червей, был пойман всего один экземпляр. Среди Arthropoda найдены представители трех классов – Crustacea (отряд Isopoda), Arachnida (отряды Aranei и Opiliones) и Insecta. Наиболее многочисленными и разнообразными были насекомые – собрано 250 экземпляров (51,5 %), относящихся к 12 отрядам. Среди отрядов насекомых преобладали жесткокрылые (190 экземпляров, 39,2 %). Наиболее многочисленным было семейство Byturidae (33,0 %). Были также отмечены семейства Staphylinidae (2,3 %), Carabidae (0,6 %), Silphidae (0,4 %), Cerambycidae (0,2 %). Кроме Coleoptera найдены представители отрядов Hymenoptera (6,6 %), Dermaptera (2,5 %), Diptera (1,4 %), Hemiptera (1,0 %) и Lepidoptera на стадии гусеницы (0,8 %). Среди паукообразных и по численности, и по таксономическому богатству преобладали пауки. Сенокосцы были немногочисленны – собрано всего 3 ювенильных экземпляра (0,6 %).

В общей сложности отмечены 16 видов пауков, относящихся к 11 семействам. Непараметрический эстиматор Cao-1, оценивающий ожидаемое видовое богатство сообщества, исходя из количества видов, найденных в единичных экземплярах, показал, что в исследованном местообитании в ходе разового поздневесеннего учета почвенными ловушками можно собрать 21 вид пауков (бутстреп-метод с 999 псевдовыборками позволил рассчитать минимальное и максимальное значение показателя – 16,4 и 30 видов, соответственно). Интересна находка *Dysdera longirostris* Doblika, 1853 – восточноевропейского вида, ранее достоверно не отмеченного в материковой Украине. Одним из отличительных признаков вида являются длинные, направленные вперед хелицеры (рис. 1). Ранее в парке был найден *D. hungarica* Kulczyński, 1897 – очень редкий в Левобережной Украине юго-восточноевропейский вид.

Наибольшим количеством видов характеризуется семейство Lycosidae (3 вида). Семейства Dysderidae, Linyphiidae, Thomisidae включают по 2 вида каждое.

Динамическая плотность пауков в исследованном древесном насаждении составила 66,2 экземпляров на 100 ловушко-суток.

Наибольшей суммарной относительной численностью характеризовались пауки-волки Lycosidae – 41,0 % собранных экземпляров. С большим отрывом за ними следовали пауки-бокоходы Thomisidae – 18,7 % экземпляров. Представители семейства Linyphiidae составили 18,7 % экземпляров. Подобное соотношение относительной численности основных семейств пауков типично для древесных массивов региона.



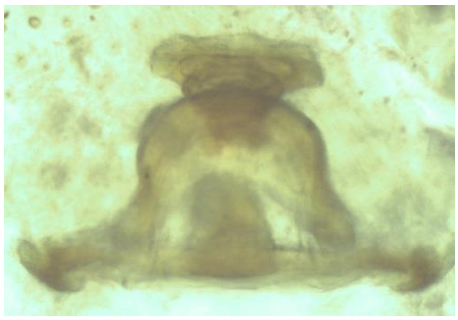


Рисунок 1 – Внешний вид самки *D. longirostris* (слева, увеличение × 16 р.) и эндогина (справа, увеличение × 62,5 р.)

Таблица 1 – Видовой состав и относительная численность пауков искусственного древесного насаждения в ЦПКиО им. Щербакова, собранных в период 30.05-6.06.2017 г.

Название таксона	Относительная численность (%)
Семейство Anyphaenidae	
Anyphaena accentuata (Walckenaer, 1802)	1,4
Семейство Agelenidae	
Tegenaria lapicidinarum Spassky, 1934	0,7
Семейство Dictynidae	
Argenna subnigra (O. Pickard-Cambridge, 1861)	0,7
Семейство Dysderidae	
Dysdera longirostris Doblika, 1853	0,7
Harpactea rubicunda (C.L. Koch, 1838)	2,2
Семейство Gnaphosidae	
Drassyllus pumilus (C.L. Koch, 1839)	0,7
Семейство Linyphiidae	
Diplocephalus picinus (Blackwall, 1841)	10,1
Tenuiphantes flavipes (Blackwall, 1854)	8,6
Семейство Liocranidae	
Agroeca cuprea Menge, 1873	2,9
Семейство Lycosidae	
Pardosa lugubris (Walckenaer, 1802)	33,8
Trochosa ruricola (De Geer, 1778)	2,2
Trochosa terricola (Thorell, 1856)	5,0
Семейство Tetragnathidae	
Pachygnatha degeeri Sundevall, 1830	1,4
Семейство Theridiidae	
Enoplognatha sp., juv	0,7
Семейство Thomisidae	
Ozyptila praticola (C.L. Koch, 1837)	28,1
Xysticus ulmi (Hahn, 1831)	0,7

Примечание. juv – ювенильный экземпляр.

Эудоминантами выступали *Pardosa lugubris* (33,8 % экземпляров), *Ozyptila praticola* (28,1 %) и *Diplocephalus picinus* (10,1 %). Это мезофильные виды, приуроченные в регионе к древесным массивам различного типа, опушкам, увлажненным лугам. Суммарная относительная численность эудоминантов довольно высока – 72,0 %, что характерно для антропогенно трансформированных биотопов региона. В группу доминантов входили *Tenuiphantes flavipes* (8,6 %) и *Trochosa terricola* (5,0 %). Субдоминантами выступали *Harpactea rubicunda* (2,2 %), *Agroeca cuprea* (2,9 %) и *T. ruricola* (2,2 %). Индекс разнообразия Шеннона имеет невысокое значение – 1,92 (минимальное и максимальное значение индекса после процедуры бутстрепа – 1,82 и 2,1, соответственно). К снижению индекса привело «сверхдоминирование» *P. lugubris*, составившего более трети собранных экземпляров.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Прокопенко, Е.В.* Герпетобионтные пауки (Aranei) древесных насаждений города Донецка / Е.В. Прокопенко // Фундаментальные и прикладные вопросы лесного почвоведения: Матер. докл. VI Всеросс. науч. конф. по лесному почвоведению с междунар. участием (Сыктывкар, 14–18 сентября 2015 г.). – Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 2015. – С. 160–162.

2. *Polchaninova, N.Yu.* Catalogue of the spiders (Arachnida, Aranei) of Left-Bank Ukraine / N.Yu. Polchaninova, E.V. Prokopenko // Arthropoda Selecta. Supplement N$_0$ 2. – M.: KMK Scientific Press Ltd., 2013. – 268 p.

3. *Polchaninova, N.Yu.* Catalogue of the spiders (Arachnida, Aranei) of Left-Bank Ukraine. Addendum 1. 2013–2016 / N.Yu. Polchaninova, E.V. Prokopenko / K.G. Mikhailov (resp. ed.). Arthropoda Selecta. Supplement N$_0$ 4. – M.: KMK Scientific Press Ltd., 2017. – 115 p.

МЕТОДИКА ПЫЛЬЦЕВОГО АНАЛИЗА МЁДА ОС-ПОЛИСТОВ (HYMENOPTERA: VESPIDAE: *POLISTES*)

И.Н. Оголь, Н.Н. Ярошенко
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

В докладе описана первая в мире специализированная методика неразрушающего забора проб меда из обитаемых гнезд ос-полистов на примере Polistes gallicus (L., 1767) и Polistes nimpha (Christ, 1791), а также оригинальная методика их пыльцевого анализа.

Ключевые слова: ОСЫ-ПОЛИСТЫ, МЕТОДИКА, POLISTES, МЁД, ПЫЛЬЦА, МЕЛИССОПАЛИНОЛОГИЯ

The report describes the world's first specialized method for non-destructive sampling of honey from the inhabited nests of Polistes wasps using the example of Polistes gallicus (L., 1767) and Polistes nimpha (Christ, 1791), as well as the original method of their pollen analysis.

Keywords: POLISTES, TECHNIQUE, HONEY, POLLEN, MELISSOPALYNOLOGY

Осы рода *Polistes* Latreille, 1802 делают запасы углеводной пищи в ячейках своих гнёзд, для обозначения которых, как и в случаях с другими перепончатокрылыми

насекомыми, принято использовать термин «мёд» (Hunt et al., 1998). При изучении трофических связей ос-полистов одной из важнейших задач является определение ботанического происхождения мёда, которое может быть произведено по содержащимся в нём пыльцевым зёрнам. Однако до настоящего времени методика пыльцевого анализа мёда разработана только для *Apis mellifera* L., 1758 (Maurizio, Louveaux, 1965). Она включает центрифугирование образцов массой в десятки граммов, что совершенно неприемлемо для ос-полистов, мёд которых запасается в виде отдельных капель, объёмом порядка единиц микролитров (Hunt et al., 1998). Вопрос о пыльцевом составе мёда ос-полистов в литературе не рассмотрен.

Целью настоящей работы стала разработка методики пыльцевого анализа мёда ос-полистов, отвечающей следующим требованиям: 1) дешевизна, доступность, простота и компактность оборудования; 2) отсутствие разрушительного воздействия на гнездо и минимальное вмешательство в жизнь семьи; 3) возможность индивидуального исследования содержимого отдельных ячеек; 4) относительная безопасность для исследователя; 5) минимизация потерь и повреждений пыльцевых зёрен в процессе изготовления препарата; 6) сохранность препарата в течение не менее 1–2 месяцев. Каждое из этих требований было выполнено в ходе апробации, проведенной с мая по сентябрь 2018 г. в г. Донецке на 12 гнездах *Polistes gallicus* (L., 1767) и 14 гнездах *Polistes nimpha* (Christ, 1791). Всего получен и изучен 31 образец.

Забор проб осуществляли следующим образом. При необходимости энтомологическим сачком временно удаляли с гнезда взрослых ос. В луче карманного фонарика находили ячейки с мёдом. В канюлю одноразового шприца ёмкостью 2 мл вставляли отрезок трубки из прозрачного твёрдого пластика длиной 15–20 мм, внешним диаметром 2,4 мм и внутренним диаметром 1,7 мм (нарезаны из гигиенических ватных палочек). Погружали свободный конец трубки в ячейку до контакта с каплей мёда, а затем втягивали его порцию в трубку поршнем шприца. Вынимали трубку из канюли шприца и помещали в полиэтиленовый пакетик с герметичной застежкой размером 5х3 см, который затем этикетировали при помощи маркера для лазерных дисков. Вставляли в канюлю шприца другую трубку и повторяли последовательность действий для другого образца. Трубки и пакетики использовали однократно. Шприц, если мёд не попадал внутрь него, чего в большинстве случаев не происходило, использовали повторно. Объём одной пробы составлял от 5 до 15 микролитров. Весь набор вышеописанных инструментов вместе с добытыми образцами транспортировался в пакетике с застёжкой размером 8х6 см (рис. 1).

В течение не более 3 дней после отбора проб из них изготавливали микропрепараты следующим способом. Трубочку с образцом мёда вставляли в канюлю того же шприца, предварительно заполненного воздухом, и подносили другим концом к предметному стеклу. При нажатии на поршень воздух выдавливал образец на стекло. Иногда этого не происходило, поскольку мёд растекался по стенкам трубочки и прилипал к ним. В таких случаях его извлекали и переносили на стекло острием энтомологической булавки № 00. К помещенной на предметное стекло капле мёда добавляли 2-3 капли 50% раствора фруктозы в дистиллированной воде и накрывали покровным стеклом. Данный раствор был выбран в качестве монтирующей среды потому, что по своим физико-химическим свойствам напоминал мёд исследуемых ос. Известно, что фруктоза является основным компонентом мёда *Polistes metricus* (Say, 1831) (Hunt et al., 1998). Через 2 недели покровное стекло оконтуривали бесцветным лаком для ногтей с целью предотвращения высыхания препарата.

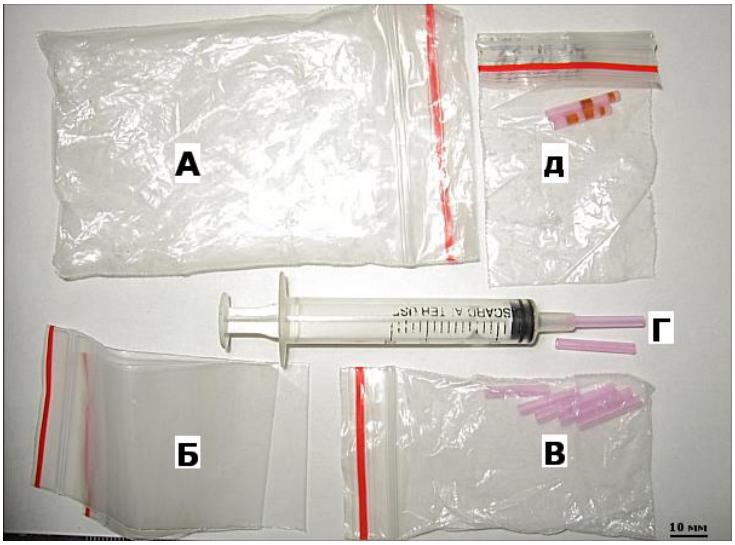


Рисунок 1 – Набор инструментов для взятия проб мёда из гнёзд ос-полистов: А – пакетик для хранения набора; Б – пустые пакетики для хранения проб; В – запас пустых трубок; Г – шприц со вставленной в канюлю трубкой; Д – две трубки с пробами мёда, взятыми из одного гнезда *Polistes nimpha,* в этикетированном пакетике

Рассмотрение препарата производили в проходящем свете под микроскопом МБР-1, при этом подсчитывали все пыльцевые зёрна каждого морфотипа в образце. Их видовую принадлежность определяли при помощи сравнительной коллекции пыльцевых зёрен местных видов растений, которую собирали по стандартной методике (Бурмистров, Никитина, 1990), но готовили с заключением во фруктозную среду вместо рекомендуемой глицерин-желатины с целью обеспечения максимального сходства с препаратами мёда.

Первоначально в задачи исследования не входило создание постоянных препаратов. Однако на март 2019 г. отмечена хорошая сохранность приблизительно 2/3 препаратов, изготовленных в мае – июне 2018 г. Остальные пришли в негодность в результате кристаллизации фруктозы, что, вероятно, связано с недостаточной герметизацией. Роста колоний бактерий и грибов не отмечено ни в одном образце. Форма и структура поверхности пыльцевых зерен не претерпели существенных изменений (рис. 2).

Рисунок 2 – Примеры пыльцевых зерен из мёда осы *Polistes gallicus* (в скобках приведены сроки хранения микропрепаратов): А – *Euphorbia* sp. (9 месяцев); Б – *Stellaria* sp. (9 месяцев); В – *Galium* sp. (8 месяцев)

Пыльцевые зерна определенных видов растений из образцов мёда и из сравнительной коллекции визуально практически не различаются. Можно рассчитывать, что дальнейшее развитие предложенной методики позволит изготавливать препараты, пригодные для многолетнего хранения.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Бурмистров, А.Н.* Медоносные растения и их пыльца: Справочник / А.Н. Бурмистров, В.А. Никитина. – М.: Росагоропромиздат. – 1990. – 192 с.

2. *Hunt, J.H.* Nutrients in social wasp (Hymenoptera: Vespidae, Polistinae) honey / J.H. Hunt, A.M. Rossi, N.J. Holmberg, S.R. Smith, W.R. Sherman // Annals of the Entomological Society of America. – 1998. – Vol. 91 (4). – P. 466–472.

3. *Maurizio, A.* Pollens de plantes mellifères d'Europe / A. Maurizio, J. Louveaux. – Paris: Union des groupements apicoles français, 1965. – 148 p.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ ПАНЦИРНЫХ КЛЕЩЕЙ ПОД ЛИСТВЕННЫМИ ДРЕВЕСНЫМИ ПОРОДАМИ ДОНЕЦКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА

К.Н. Соколова, А.Д. Штирц
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

Анализируется видовой состав и экологическая структура сообществ орибатид в почвах под лиственными древесными породами (дуб черешчатый, липа сердцевидная, береза повислая) *на территории Донецкого ботанического сада. Дана оценка состояния окружающей среды по интегральному показателю сообществ.*

Ключевые слова: ПАНЦИРНЫЕ КЛЕЩИ, ОРИБАТИДЫ, ДУБ ЧЕРЕШЧАТЫЙ, ЛИПА СЕРДЦЕВИДНАЯ, БЕРЕЗА ПОВИСЛАЯ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ.

The analyzes the species composition and ecological structure of the communities of oribatid mites in soils under deciduous tree species (*Quercus robur, Tilia cordata, Betula pendula*) *on the territory of the Donetsk Botanical Garden. An assessment of the state of the environment is given according to the integral indicator of the oribatid communities.*

Keywords: ORIBATID MITES, QUERCUS ROBUR, TILIA CORDATA, BETULA PENDULA, ECOLOGICAL STRUCTURE OF COMMUNITIES.

Цель работы – установление видового состава и изучение экологической структуры сообществ панцирных клещей под лиственными древесными породами (дуб черешчатый, липа сердцевидная, береза повислая) на территории ГУ «Донецкий ботанический сад». В задачи исследования входило: 1) установить видовой состав панцирных клещей под тремя лиственными древесными породами в весенний период; 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 орибатид

Материалом для данного исследования послужили личные сборы автора на территории ГУ «Донецкий ботанический сад» в мае 2018 г. Всего было собрано и обработано 18 почвенных проб, из которых было извлечено 322 экз. имаго панцирных клещей, относящихся к 27 видам.

Отбор почвенных проб и выгонка клещей в термоэклекторах проводились по общепринятой методике Е.М. Булановой-Захваткиной (1967). Для анализа структуры доминирования сообществ использовались градации доминирования по шкале Г. Энгельманна (Engelmann, 1978) для микроартропод. Анализ распределения жизненных форм проведен в соответствии с работой Д.А. Криволуцкого (Панцирные клещи ..., 1995). Для оценки экологического разнообразия сообществ панцирных клещей использованы индексы Шеннона, Пиелу, Менхиника, Маргалефа, Симпсона и Бергера-Паркера. Проведена оценка состояния окружающей среды с помощью интегрального показателя сообществ панцирных клещей.

Анализ показателей средней плотности населения и видового богатства (рис. 1) показывает, что средняя плотность населения панцирных клещей под исследуемыми лиственными породами варьирует от 4160 (дуб) до 11470 экз./м^2 (липа). Максимум видового богатства отмечен под дубом черешчатым (19 видов), под липой и березой обнаружено по 15 видов орибатид.

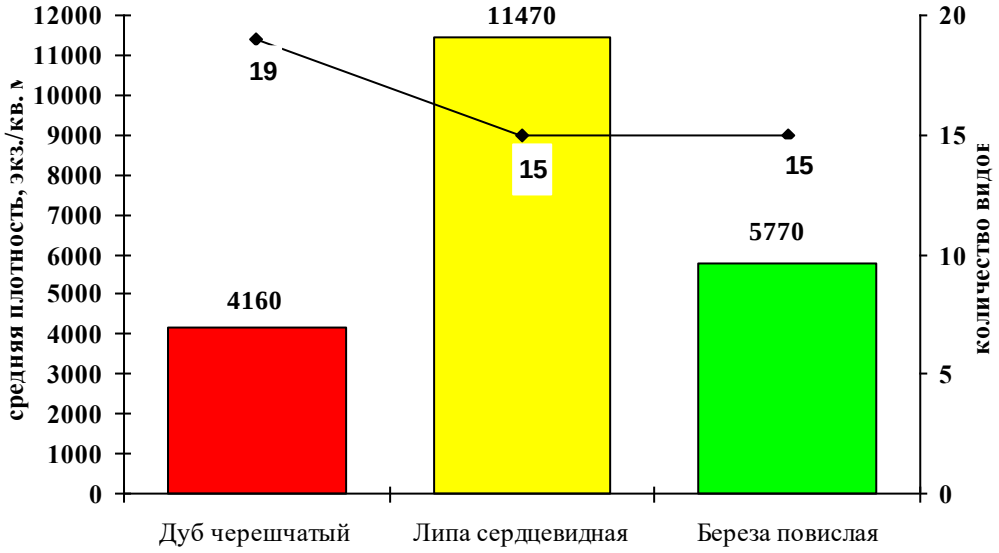


Рисунок 1 – Средняя плотность населения и видовое богатство панцирных клещей в почвах под лиственными древесными породами на территории Донецкого ботанического сада (май 2018 г.)

Анализируя индексы экологического разнообразия сообществ панцирных клещей исследуемых участков, следует отметить максимально высокие показатели по всем анализируемым индексам в почве под дубом черешчатым. Минимум по всем анализируемым индексам зарегистрирован в почве под липой сердцевидной. Наиболее показательный информационно-статистический индекс Шеннона достигает в почве под дубом 2,5, под березой – 2,3, под липой – 2,0.

Анализ структуры доминирования сообществ панцирных клещей в почве под дубом черешчатым показал, что здесь доминируют 3 вида: *Tectocepheus velatus* – 31,8%,

Hypochthonius luteus luteus – 13,6%, *Medioppia obsoleta* – 13,6%. Субдоминантов – 6 видов (30,0%), рецедентов – 10 видов (22,0%), группа субрецедентов отсутствует.

В почве под липой сердцевидной доминируют 3 других вида: *Oribatula tibialis* – 34,3%, *Ramusella mihelcici* – 20,9%, *Puctoribates liber* – 13,4%. К субдоминантом отнесен 1 вид (*Hypochthoniella minutissima*) – 11,6%. На долю 11 редких видов приходится 18%: рецедентов – 6 видов (13%), субрецедентов – 5 видов (5%).

В почве под березой повислой отмечен 1 эудоминант – *Hypochthonius luteus luteus* (56,8%), количество доминирующих видов значительно увеличивается (до 7): *Ramusella mihelcici* – 36,4%, *Oppia krivolutskyi* – 29,6%, *Tectocepheus velatus* – 18,2%, *Microppia minus* – 13,6%, *Oribatula tibialis* – 13,6%, *Zygoribatula exarata* – 13,6%, *Protoribates capucinus* – 13,6%. На долю трех субдоминантов приходится 11,0%, четырёх рецедентных видов – 4%. Группа субрецедентов отсутствует.

В почвах под разными лиственными древесными породами формируется достаточно оригинальный и своеобразный комплекс орибатид, связанный с листовым опадом.

Анализ соотношения жизненных форм орибатид показывает (рис. 2), что на исследуемых участках присутствуют представители всех 6 основных жизненных форм.

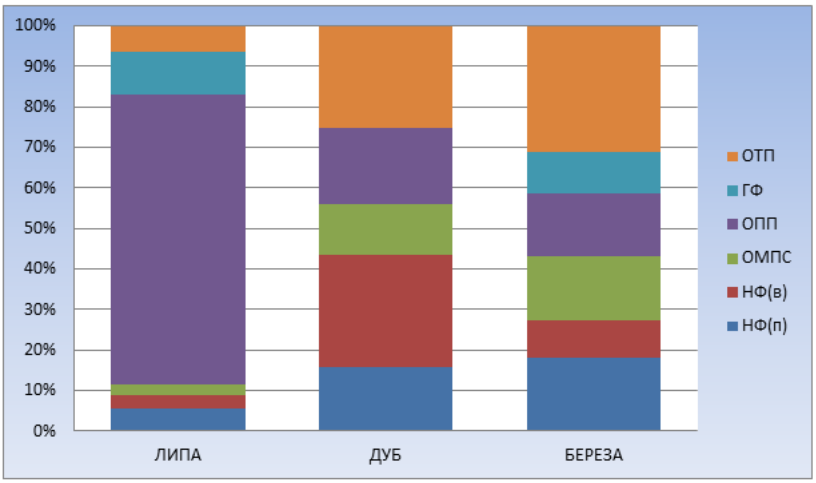


Рисунок 2 – Соотношение жизненных форм панцирных клещей в почвах под лиственными древесными породами на территории Донецкого ботанического сада (май 2018 г.): ОПП – обитатели поверхности почвы, ОТП – обитатели толщи подстилки, ОМПС – обитатели мелких почвенных скважин, ГФ – глубокопочвенные формы, НФ (п) – первично неспециализированные формы, НФ (в) – вторично неспециализированные формы

В почве под дубом чепрешчатым отмечены представители 5 адаптивных типов (отсутствуют глубокопочвенные формы). Характер распределения жизненных форм относительно равномерный. Доминируют вторично неспециализированные формы и обитатели толщи подстилки. В почве под липой сердцевидной отмечено явное преобладание группы обитателей поверхности почвы, присутствуют все 6 жизненных форм орибатид. Под березой повислой, также как и под дубом, наблюдается равномерное распределение между основными адаптивными типами панцирных клещей. Превалируют группы обитателей толщи подстилки, первично неспециализированные формы, обитатели мелких почвенных скважин.

Основываясь на результатах проведенных исследований, нами была проведена оценка состояния окружающей среды под тремя лиственными древесными породами на

территории Донецкого ботанического сада. В результате проведенного анализа основных экологических характеристик исследуемых сообществ было установлено, что экологическое состояние окружающей среды в почвах под дубом черешчатым, липой сердцевидной и березой повислой в целом соответствует II уровню – *незначительные отклонения от нормы* (19 баллов – под дубом и по 15 баллов – под липой и березой).

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. *Engelmann, H.-D.* Zur Dominanzklassifizierung von Bodenarthropoden / H.-D. Engelmann // Pedobiologia. – 1978. – Bd. 18, Hf. 5/6. – S. 378-380.

ПАНЦИРНЫЕ КЛЕЩИ СЕМЕЙСТВА COSMOCHTHONIIDAE GRANDJEAN, 1947 (ACARIFORMES: ORIBATEI) В УСЛОВИЯХ ДОНБАССА

Е.Р. Степанченко, Н.Н. Ярошенко
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

Анализируется распространение панцирных клещей семейства Cosmochthoniidae Gr., 1947 в условиях Донбасса. Отмечены находки четырёх видов этого семейства (Cosmochthonius lanatus Mich., Phylozetes emmae Berl., Phylozetes tauricus Gord., Phylozetes osithchnjukovi Gord.) в различных природных и техногенных ландшафтах Донбасса.

Ключевые слова: ПАНЦИРНЫЕ КЛЕЩИ, ОРИБАТИДЫ, COSMOCHTHONIIDAE, ДОНБАСС.

The distribution of oribatid mites of family Cosmochthoniidae Gr., 1947 in the conditions of Donbass is analyzed. Findings of four species of this family (Cosmochthonius lanatus Mich., Phylozetes emmae Berl., Phylozetes tauricus Gord., Phylozetes osithchnjukovi Gord.) in various natural and technogen landscapes of Donbass are noted.

Key words: ORIBATID MITES, COSMOCHTHONIIDAE, DONBASS.

Распространение панцирных клещей в условиях Донбасса изучено ещё неравномерно и недостаточно. Своеобразие природных и техногенных ландшафтов Донецкого края обуславливает высокую степень видового разнообразия орибатид, численность которых в различных биоценозах в отдельные сезоны года значительно варьирует. Панцирные клещи являются одной из доминирующих групп почвенных членистоногих, принимающих участие в почвообразовательных процессах. По предварительным данным в Донбассе обитает более 300 видов орибатид (Ярошенко, 1999, 2000, 2015).

Низшие панцирные клещи обычно малочисленны и редко попадаются в поле зрения исследователя. При эколого-фаунистическом мониторинге встречаются

неожиданные находки представителей семейства Cosmochthoniidae Gr., 1947, надсемейства Cosmochthoniidea Gr., 1947.

По литературным данным в России известны 13 видов, 6 родов сем. Cosmochthoniidae Gr. Наиболее распространены 2 рода, включающие по 4 вида: *Cosmochthonius* Berlese, 1910 – *C. lanatus* (Michael, 1885); *C. plumatus* Berlese, 1910; *C. ponticus* Gordeeva, 1980; *C. reticulatus* Grandjean, 1947; *Phyllozetes* Gordeeva, 1978 – *P. emmae* (Berlese, 1910), *P. latifolius* Gordeeva, 1980, *P. tauricus* Gordeeva, 1978, *P. osithchnjukovi* Gordeeva, 1980.

В Украине это семейство представлено двумя родами: род *Cosmochthonius* Berlese, 1910 – 7 видов: *C. ponticus*, *C. tenuizetus* Gordeeva, *C. reticulatus*, *C. trivialis* Sergienko, 1991, *C. novus* Sergienko, 1991, *C. lanatus*, *C. plumatus*. Род *Phylozetes* Gordeeva, 1978 – 4 вида: *P. tauricus*, *P. emmae*, *P. latifolius*, *P. osithchnjkovi*.

В пределах Донбасса в естественных и техногенных ландшафтах обнаружены два рода сем. Cosmochthoniidae. Род *Cosmochthonius* Berl. представлен одним видом – *C. lanatus*, род Phylozetes – 3 видами: *P. emmae*, *P. tauricus*, *P. osithchnjukovi* (Ярошенко, 1999, 2000).

Ниже приводим находки видов сем. Cosmochthoniidae в условиях Донбасса. Начиная с 1969 г. в сборах Н.Н. Ярошенко был обнаружен 1 экз. вида *C. lanatus* в расщелинах гранитных скал в заповедной степи отделения «Каменные Могилы» Украинского государственного степного заповедника АН УССР. Найден на побережье Азовского моря в глинистых и суглинистых почвах в дерне солероса травянистого (*Salicornia herbacea* L.) – 3 экз. (2,60% от общей численности клещей) и суглинистой почве – 6 экз. (1,09%). В сборах 1969-1971 гг. встречался в травянистой подстилке на равнине (0,42%), в балках и оврагах (0,28%) целинной заповедной «Хомутовской степи». В растительной подстилке байрачного леса в восточной части Донецкой области (пос. Коммунарск) из 89 видов орибатид обнаружен 1 экз. (0,05%) вида *C. lanatus*. На целинных степных участках (полынно-разнотравное суходольное пастбище) в окр. пос. Коммунар Шахтерского района из 24 видов *C. lanatus* составил 0,45% (2 экз.), в окр. с. Ясиновка из 27 видов орибатид *C. lanatus* составил 0,19% (8 экз.) (Ярошенко, 2000).

На давно отработанном шлаковом отвале Енакиевского металлургического завода, заросшего сорно-рудеральной растительностью, с преобладанием пырея ползучего, на вершине (45 м от основания отвала) обнаружено 2 экз. *C. lanatus* и 3 экз. – на склоне отвала южной экспозиции (на высоте 25 м от основания). В мае 1984 г. в растительной подстилке злаковых растений и разнотравья у основания промышленного отвала заводов «Ильича» и тяжелого машиностроения в окр. г. Мариуполя найден 1 экз. вида *C. lanatus*. В основании рекультивированного шахтного террикона им. Куйбышева (г. Донецк) единично найден вид *P. emmae*. На откосах иловой площадки № 4 городских (г. Донецк) очистных сооружений в июне 1985 г. в подстиле сорно-рудеральной растительности встречался вид *P. emmae* – 21 экз. (8,69%) (Ярошенко, 1999).

На отработанных с 1960 г. шахтных терриконах № 4 им. Уточкина и № 12 г. Моспино на спонтанно заросших сорно-рудеральной растительностью с преобладанием мятлика луковичного (*Poa bulbosa* L.) на высоте 8 м обнаружены 3 вида Cosmochthoniidae – *C. lanatus, P. emmae, P. tauricus*. На вершине терриконе шахты № 4 обнаружен *C. lanatus* (2 экз., 3,45%), этот вид доминировал на склоне отвала – 34 экз. (28,33%). Вид *P. emmae* отмечен на вершине – 7 экз. (12,06%) и доминировал на склоне – 26 экз. (12,61%), в ризосфере мятлика луковичного. На отвале шахты № 12 вид *P. tauricus* встречался на вершине – 5 экз. (4,59%) и на склоне – 4 экз. (2,37%). Шахтные отвалы формировались на целинных степных участках и

орибатиды мигрировали на терриконы из близлежащих степных участков (Ярошенко, 1999).

На территории Амвросиевского района в байрачном лесу (окр. с. Великая Шишовка и с. Благодатное), отводимых под заповедание РЛП «Донецкий кряж», найдены 2 вида Cosmochthoniidae: *C. lanatus, P. emmae*. В растительной подстилке байрачного леса часто встречался вид *C. lanatus* – 19 экз. (3,38%). В степном биотопе с выходами на поверхность песчаных сланцев Н.Н. Ярошенко отмечены *C. lanatus* – 3 экз. (2,07%) и *P. emmae* – 5 экз. (3,45%).

В отделении Украинского природного степного заповедника «Меловая флора» в 2011 г. в окр. с. Пискуновка на на восточном склоне пологого оврага в подстилке из разнотравья найден 1 экз. (0,68%) *P. emmae* – 2 экз. (0,73%) (Ярошенко, 2015).

Несколько экземпляров вида *P. emmae* также обнаружены в травянистой подстилке карьера РЛП «Клебан-Бык». В РЛП «Зуевский» вид часто встречался в дерне (0-5 см) пойменного луга р. Ольховая.

На территории участка № 4 «Белокузьминовское» регионального ландшафтного парка «Краматорский» на склоне оврага в поверхностном слое почвы в мае 2013 г. обнаружен вид *P. emmae* – 2 экз. (0,32%). У подножья меловой горы с преобладанием злаковых растений и хвощей в рыхлой растительной подстилке и поверхностном слое почвы с преобладанием меловых конкреций в октябре и ноябре 2013 г. встречались 2 вида: *C. ponticus* (октябрь) – 5 экз. (1,56%), ноябрь – 10 экз. (1,67%); *P. tauricus* (октябрь) – 10 экз. (3,12%), отмечен как часто встречаемый вид, (ноябрь) – 39 экз. (6,50%) – отнесен к доминирующему виду. На вершине ущелья, где преобладали злаки, разнотравье и хвощи, в растительной подстилке в августе 2013 г. доминировали 2 вида: *P. tauricus* – 20 экз. (42,55%) и *C. ponticus* – 6 экз. (12,76%). В условиях стационарных участков участка № 4 «Белокузьминовское» численность четырех видов сем. Cosmochthniidae значительно варьировала. Вид *C. lanatus* отмечен в основании меловой горы юго-восточной экспозиции – 4 экз. (0,33%); *C. ponticus* редко встречался в основании и на вершине меловой горы юго-восточной экспозиции – 3 экз. (0,25%) и 4 экз. (0,41%), соответственно; *P. tauricus* – редкий в основании горы юго-восточной экспозиции, доминирующий вид на вершине меловой горы юго-восточной экспозиции – 147 экз. (15,14%), на вершине горы северной экспозиции обнаружено 40 экз. (12,78%); *P. emmae* – редкий вид (3 экз., 0,25%). Следует отметить, что представители сем. Cosmochthoniidae были многочисленны в основании меловых скал в подстилке злаковых растений и хвощей, используемые как рефугиум и пищевой субстрат (в чешуйках хвощей возможно обитание водорослей и грибков), их численность зависит от экспозиции и эдафических свойств биотопа, а также сезона года (Ярошенко, 2015).

Эколого-фаунистический мониторинг панцирных клещей семейства Cosmochthoniidae в условиях заповедных и техногенных экотопов Донбасса в настоящее время продолжается.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Ярошенко, Н.Н.* Почвенные зооценозы промышленных экосистем Донбасса / Н.Н. Ярошенко. – Донецк: ДонГУ, 1999. – 294 с.

2. *Ярошенко, Н.Н.* Орибатидные клещи (Acariformes, Oribatei) естественных экосистем Украины / Н.Н. Ярошенко. – Донецк: ДонГУ, 2000. – 313 с.

3. *Ярошенко, Н.Н.* Панцирные клещи (Acariformes, Oribatei) и сопутствующие почвенные обитатели регионального ландшафтного парка «Краматорский» Донецкой области / Н.Н. Ярошенко. – Донецк: ЛАНДОН-XXI, 2015. – 224 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ ПАНЦИРНЫХ КЛЕЩЕЙ ПОД ХВОЙНЫМИ ДРЕВЕСНЫМИ ПОРОДАМИ ДОНЕЦКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА

К.В. Туник, А.Д. Штирц
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

В докладе анализируется видовой состав и экологическая структура сообществ панцирных клещей под хвойными древесными породами на территории ГУ «Донецкий ботанический сад». Дана оценка состояния окружающей среды по интегральному показателю сообществ орибатид на исследуемых участках.

Ключевые слова: ПАНЦИРНЫЕ КЛЕЩИ, ОРИБАТИДЫ, ХВОЯ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ.

The report analyzes the species composition and the ecological structure of the communities of oribatid mites under coniferous trees in the territory of the Donetsk Botanical Garden. An assessment of the state of the environment is given according to the integral indicator of the oribatid communities in the studied areas.

Keywords: ORIBATID MITES, NEEDLES, ECOLOGICAL STRUCTURE OF COMMUNITIES.

Большинство панцирных клещей в самом широком смысле являются сапрофагами. Наибольший интерес у почвенных зоологов всегда вызывали орибатиды, которые могут перерабатывать древесину или лесную подстилку, так как в некоторых районах именно эта группа среди животных является ведущим фактором разложения органических веществ (особенно в хвойных лесах). Отмечено, что эти клещи не только утилизируют часть хвойного опада, но и размельчают оставшуюся часть, увеличивая её поверхность в 10000 раз. В хвойных лесах очень немногие виды почвенных животных способны перерабатывать поступающий на поверхность почвы растительный опад (хвою и ветви) и именно в таких лесах роль орибатид исключительно велика, поскольку качественные изменения опада, производимые панцирными клещами, не могут быть сделаны другими группами животных (Панцирные клещи ..., 1995). Именно этим фактом и обусловлен выбор цели нашей работы.

Цель работы – установление видового состава и изучение экологической структуры сообществ панцирных клещей под хвойными породами (сосна крымская, лиственница, ель колючая) на территории ГУ «Донецкий ботанический сад».

В задачи исследования входило: 1) установить видовой состав панцирных клещей под тремя хвойными породами в весенний период; 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 орибатид.

Материалом для данного исследования послужили личные сборы автора на территории ГУ «Донецкий ботанический сад» в мае 2018 г. Всего было собрано и обработано 21 почвенную пробу (по 7 проб под каждой древесной породой), из которых было извлечено 358 экз. имаго панцирных клещей, относящихся к 32 видам.

Отбор почвенных проб и выгонка клещей в термоэклекторах проводились по общепринятой методике Е.М. Булановой-Захваткиной (1967). Для анализа структуры доминирования сообществ использовались градации доминирования по шкале Г. Энгельманна (Engelmann, 1978) для микроартропод. Анализ распределения жизненных

форм проведен в соответствии с работой Д.А. Криволуцкого (Панцирные клещи ..., 1995). Для оценки экологического разнообразия сообществ панцирных клещей использованы индексы Шеннона, Пиелу, Маргалефа, Менхиника, Симпсона и Бергера-Паркера. Проведена оценка состояния окружающей среды с помощью интегрального показателя сообществ панцирных клещей.

Анализ средней плотности населения панцирных клещей исследуемых участков показывает, что наиболее высокие показатели отмечены под сосной крымской и лиственницей (8400 и 8060 экз./м^2 соответственно). Под елью колючей этот показатель было в 2 раза ниже – 4000 экз./м^2. Видовое богатство наоборот, было максимальным под елью, здесь обнаружен 21 вид орибатид. Под сосной отмечен минимум этого показателя – 17 видов, под лиственницей обнаружено 19 видов панцирных клещей (рис. 1).

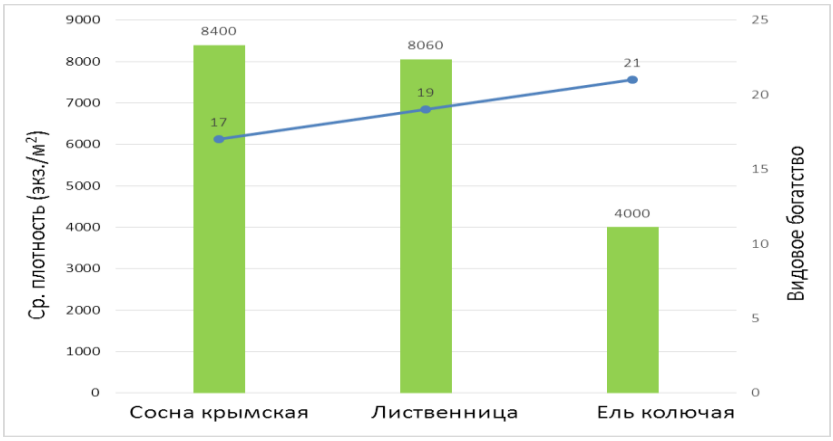


Рисунок 1 – Видовое богатство и средняя плотность населения панцирных клещей под хвойными древесными породами на территории ГУ «Донецкий ботанический сад» (май 2018 г.)

Анализ индексов экологического разнообразия показывает достаточно высокие значения в почвах находящихся под сосной крымской и елью колючей по большинству индексов. Наиболее показательным является информационный индекс Шеннона: максимальный показатель отмечен под елью (2,6), минимум – под сосной (2,2). Тем не менее, под всеми исследуемыми хвойными древесными породами индекс Шеннона превышает 2,0.

Анализ структуры доминирования сообществ панцирных клещей показывает, что в почве под сосной крымской доминируют 2 вида – *Hypochthonius luteus luteus* (28,6%) и *Fosseremeus laciniatus* (20,4%), 6 видов отнесены к субдоминантам (40,8%), 3 вида – к рецедентам (6,1%) и 6 видов – к субрецедентам (4,1%). Под лиственницей доминируют 4 вида: *Ceratozetes* cf. *minutissimus* (20,3%), *Tectocepheus velatus* (15,5%), *Zygoribatula exarata* (13,5%), *Ramusella mihelcici* (12,8%). 3 вида относятся к субдоминантам (20,9%), 6 – к рецедентам (11,5%) и 5 видов – к субрецедентам (3,4%). В почве под елью колючей отмечено 2 доминанта – *Oribatula tibialis tibialis* (15,7%) и *Ceratozetes* cf. *minutissimus* (12,9%). 50% населения приходится на долю 7 субдоминантов, 12 видов относится к рецедентам (21,5%), группа субрецедентов отсутствует.

Анализ соотношения жизненных форм (рис. 2) под сосной крымской показывает, что сообщество представлено 5 основными жизненными формами (отсутствуют глубокопочвенные формы). На долю обитателей мелких почвенных скважин приходится 37,4%, первично неспециализированных форм – 29,3%, вторично

неспециализированных форм – 17,0%. Меньший вклад в соотношение адаптивных типов орибатид вносят обитатели поверхности почвы и обитатели толщи подстилки.

В почве под лиственницей также обнаружены представители 5 жизненных форм, среди которых вторично неспециализированные занимают более половины всего населения (59,6%). Почти четверть населения составляют обитатели мелких почвенных скважин (24,2%). Остальные жизненные формы играют незначительную роль в общем характере распределения жизненных форм орибатид.

Под елью колючей присутствуют все 6 основных жизненных форм панцирных клещей, при этом доминируют 3 группы – вторично неспециализированные формы (40,0%), обитатели поверхности почвы (28,6%) и обитатели мелких почвенных скважин (24,3%). Значительно меньшую долю составляют обитатели толщи подстилки, глубокопочвенные и первично неспециализированные формы (см. рис. 2).

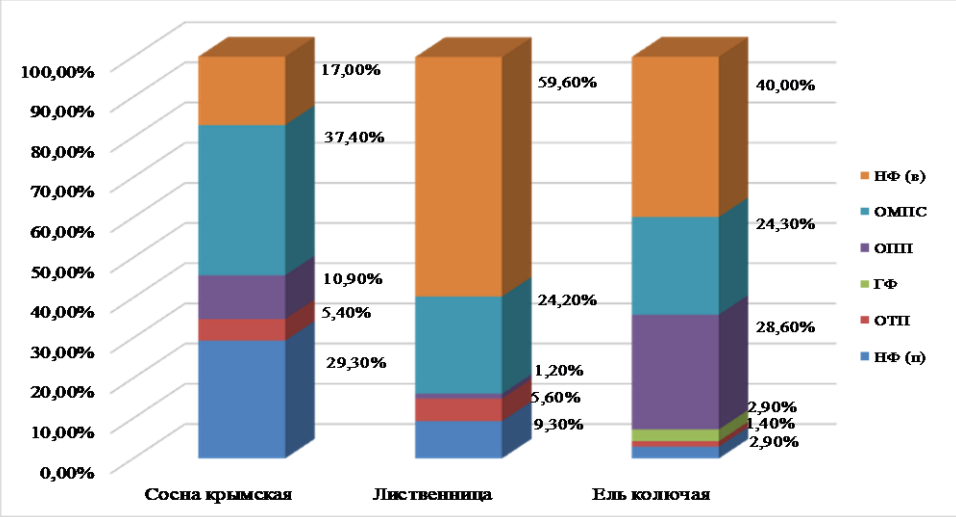


Рисунок 2 – Соотношение жизненных форм панцирных клещей под хвойными древесными породами на территории ГУ «Донецкий ботанический сад» (май 2018 г.): ОПП – обитатели поверхности почвы, ОТП – обитатели толщи подстилки, ОМПС – обитатели мелких почвенных скважин, ГФ – глубокопочвенные формы, НФ (п) – первично неспециализированные формы, НФ (в) – вторично неспециализированные формы

Оценка состояния окружающей среды по интегральному показателю сообществ орибатид показала, что под всеми исследуемыми хвойными древесными породами на территории ГУ «Донецкий ботанический сад» экологическое состояние окружающей среды в целом оценивается как *незначительные отклонения от нормы* (II уровень) – 16-18 баллов. Более высокий показатель установлен для сообщества панцирных клещей в почве под лиственницей (18 баллов).

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. *Engelmann, H.-D.* Zur Dominanzklassifizierung von Bodenarthropoden / H.-D. Engelmann // Pedobiologia. – 1978. – Bd. 18, Hf. 5/6. – S. 378-380.

МОШКИ (DIPTERA, SIMULIIDAE) КАК БИОИНДИКАТОРЫ В ВОДОЕМАХ Г. ДОНЕЦКА

Е.В. Щелкова, М.В. Рева
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

Изложена актуальность изучения мошек как биоиндикаторов загрязненности водоемов, их морфология, а также методики сбора мошек в природе и изготовления препаратов для определения видового состава.

Ключевые слова: SIMULIIDAE, БИОИНДИКАТОРЫ, ВИДОВОЙ СОСТАВ.

The urgency of the study of Simuliidae as bioindicators of pollution of reservoirs, their morphology, as well as methods for collecting Simuliidae in nature, and preparation of preparations for species composition determination are described.

Keywords: SIMULIIDAE, BIOINDICATORS, SPECIES COMPOSITION.

Большинство мошек семейства Simuliidae являются кровососами человека и животных. Взрослые мошки – насекомые сравнительно мелкие, длина тела в среднем 2-6 мм, коренастые, длинноусые. По внешнему виду напоминают небольших мух. Они занимают одно из первых мест среди кровососущих двукрылых. Мошки распространены в степи, лесостепи и особенно в зонах тайги и тундры. Они составляют важную часть гнуса на территории Донбасса.

Личинки мошек живут только в проточной воде, отдают предпочтение местам с наиболее быстрым течением. Важным условием развития личинок является соответствующий температурный режим воды и достаточно высокий уровень содержания кислорода в ней. В емкости со стоячей водой они быстро гибнут. К другим факторам среды, к которым достаточно чувствительны личинки, относится содержание органических веществ в воде. Чем выше показатели окисления, тем менее благоприятен водоем для личинок, что также связано, по-видимому, с повышенной потребностью в кислороде. К колебанию других условий внешней среды, в частности, pH и солевому режиму, личинки мошек достаточно терпимы.

Поселяются личинки на листьях, камнях, погруженных в воду ветвях. Развитие происходит с полным превращением.

Мошки являются переносчиками возбудителей опасных заболеваний человека и животных: онхоцеркоза и анаплазмоза крупного рогатого скота, лейкоцитозооноза птиц, туляремии и других. Часто они являются промежуточными хозяевами нематод рода *Onchocerca* и споровиков рода *Leucocytozoon*.

Нападая на животных и на человека, мошки прокалывают кожу, погружают в ранку свой хоботок и сосут кровь. При этом они выделяют в ранку свою слюну, которая препятствует свертыванию крови. Уколы мошек при кровососании в первый момент обычно не чувствительны, а затем болезненны и ядовиты, вызывают жжение, зуд, опухоль, местное повышение температуры, отеки и разрушения кровяных телец. Степень припухания и интенсивность жжения зависят не только от количества укусов, но в значительной мере от чувствительности человека к ядовитому действию слюны. При массовом нападении мошек на людей, кроме боли и зуда, наблюдается иногда повышение температуры, головокружение и другие признаки легкого отравления, при множественных укусах вплоть до гибели. Сосут кровь только самки, самцы питаются соками растений. В отличие от комаров, мошки нападают на свою жертву только днем, ночью они неактивны (Рубцов, 1940; Усова, 1975; Сухомлин, 2013).

В каждом регионе имеется свой состав кровососов с преобладанием тех или иных видов.

Диагностика видов представляет большие трудности в связи со спецификой группы и требует большого и длительного систематического опыта. Специфика группы проявляется в необычайном внешнем морфологическом однообразии многочисленных видов семейства, имеющих сходный образ жизни на всех фазах развития.

Виды в семействе Simuliidae различаются множеством мелких количественных признаков во всех фазах развития и немногими резкими морфологическими различиями. Наименее выражены видовые различия у самок. В ходе исследований самки попадаются наиболее часто, а самцы и личинки гораздо реже. Для надежного различения видов мошек необходимо изучение всего цикла развития, всех фаз, в частности личинок и куколок.

Симулииды представляют большой интерес благодаря своеобразному строению, образу жизни и медико-ветеринарному значению его представителей.

Личинки мошек входят в состав гидробиоценозов и принимают участие в процессах биологического самоочищения водоемов. На численности мошек и их видовом разнообразии сказываются антропогенные факторы: загрязнение водотоков отходами промышленного производства, сельскохозяйственными стоками и минеральными удобрениями. Все это ухудшает условия выплода мошек.

Они не живут в грязных, сильно заболоченных, мутных ручьях и реках, не заселяют илистое дно и разлагающиеся вещества. Поэтому мошек можно использовать в качестве биоиндикаторов степени загрязненности проточных водоемов.

Целью данной работы является выявление видового состава и изучение морфологии мошек г. Донецка, а также установление видов-индикаторов.

В задачи наших исследований входило: 1) сбор мошек в природе; 2) камеральная обработка материала; 3) изготовление микропрепаратов имаго и преимагинальных фаз; 4) определение видового состава симулиид; 5) изучение биологии найденных видов; 6) установление видов-индикаторов.

Материалом для написания работы послужили собственные сборы различных фаз развития мошек, а также коллекции мошек преимагинальных фаз развития на территории г. Донецка.

Были обследованы Центральные городские пруды г. Донецка.

Сбор и фиксацию личинок и куколок, а также их этикетирование проводили по общепринятым методикам (Рубцов, 1940; Усова, 1975). Биологию отдельных видов изучали с использованием методик И.А. Рубцова (1940) и З.В. Усовой (1975).

Камеральную обработку материала и изготовление препаратов проводили с помощью микроскопа МБС-3. Рисунки отдельных видов выполняли при помощи микроскопа МБР-1 и рисовального аппарата РА-6. Выявление видов-биоиндикаторов чистоты воды проводили путем сравнения видового состава мошек в водоёмах, сходных по гидробиологическим характеристикам, но отличающимся по степени загрязненности.

В ходе исследований нами было обнаружено 7 видов мошек: *Eusimulium aureum* (Fries); *Eusimulium securiforme* (Rubz.), *Wilhelmia mediterranea* (Puri), *Wilhelmia balcanica* (End.), *Boophthora erythrocephala* (De Geer), *Argentisimulium noelleri* (Fried), *Simulium behningi* (End.).

Центральные городские пруды находятся на границе Ворошиловского и Куйбышевского районов города и тянутся с севера на юг. Общая протяженность составляет около 3-х км. Пруды представляют собой небольшие водохранилища, созданные естественным путем в понижениях (балки, овраги). Они наполняются

снеговыми, дождевыми и подземными водами и служат, главным образом, для задержания и хранения вод поверхностного стока.

Первый водоток соединяет первый и второй городские пруды в районе центрального городского парка им. А.С. Щербакова. Водоток берет начало с небольшой бетонной плотины и устремляет свое течение по наклонному бетонному руслу, ширина которого составляет примерно 3 метра. Скорость течения воды – 0,3-0,5 м/с, глубина – 0,3 метра, дно каменистое. Личинки и куколки используют в качестве субстрата растения, находящиеся у поверхности воды (ветви деревьев, трава). В этом водотоке обнаружены виды *E. aureum, A. noelleri* и *W. mediterranea, W. balcanica, B. erythrocephala*. Плотность личинок составляет 200-250 шт./дм².

Второй водоток находится на границе Ворошиловского и Куйбышевского районов г. Донецка. Этот водоток вытекает из-под моста (через плотину). Его длина – примерно 25 метров, вода течёт по бетонному руслу, шириной до 4 м, со скоростью 0,8 м/с. Глубина водотока 0,2-0,5 метра, дно бетонное, сплошь покрыто водной узколистной растительностью. По берегам произрастают травянистые растения, немного кустарников. Вода в ручье чистая, взмучивается на непродолжительное время после дождей. Субстратом для личинок и куколок здесь служат водные растения, камни и палки. В этом водотоке обнаружены виды: *A. noelleri, W. balcanica, B. erythrocephala, E. securiforme* и *S. behningi*.

Местами выплода на центральных городских прудах и в водоёме парка им. Щербакова являются перекаты. Глубина этих водотоков до 0,5 м, они хорошо прогреваемые, с температурой воды в летний период до 27-28˚С, со скоростью течения 0,9-1,3 м/с.

К видам – биоиндикаторам, по результатам наших исследований, следует отнести *E. securiforme* и *S. behningi*.

Изучение биологии видов – биоиндикаторов показало, что они являются малочисленными и единичными на всей исследуемой территории. Заселяют малые места водотоков, относительно чистые, с песчаным и илисто-песчаным дном. Скорость течения в местах обитания личинок варьирует от 0,3 до 1 м/с. Субстратом для преимагинальных фаз служат водная растительность, а также камни и любые предметы, попавшие в воду (полиэтиленовые пленки, крышки и др.). Плотность личинок и куколок в местах обитания незначительна и колеблется от 30-40 шт./дм². Зимовка вида *E. securiforme* проходит в фазе яйца. *S. behningi* может зимовать и в фазе яйца и в фазе личинки.

Виды *E. securiforme* и *S. behningi* не зарегистрированы как кровососы.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Рубцов, И.А.* Фауна СССР. Насекомые двукрылые. Мошки сем. Simuliidae / И.А. Рубцов. – М.: Изд-во АН СССР, 1940. – Вып. 6. – 533 с.

2. *Усова, З.В.* Эколого-фаунистический обзор мошек Украины / З.В. Усова // Проблемы паразитологии. – К., 1975. – С. 221–223.

3. *Сухомлін, К.Б.* Мошки підродини Simuliinae мішаних лісів Європи (фауна, морфологія, філогенія, систематика, екологічні особливості): Автореф. дис. ... докт. біол. наук / К.Б. Сухомлін. – К., 2013. – 40 с.

МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ ТЕПЛА ОТ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ

В.С. Кравченко, Ю.Н. Ганнова
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

Проанализированы экологические проблемы, связанные с поступлением в биосферу избыточного тепла от деятельности предприятий теплоэлектроэнергетики на примере ОП «Старобешевская ТЭС» РП «Энергия Донбасса», и предложены мероприятия по снижению теплового загрязнения биосферы.

Ключевые слова: ТЕПЛОЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА, ТЕПЛОВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ, ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС, РЕГЕНЕРАЦИЯ ТЕПЛА.

The report analyzes the ways of receipt of thermal pollution from thermal power plants by the example of the SS "Starobeshevskaya TPP" RP "Energy of Donbass", and proposed measures to reduce the thermal contamination of the biosphere.

Keywords: HEAT ELECTRIC POWER ENGINEERING, HEAT POLLUTION, THERMAL BALANCE, HEAT REGENERATION.

Тепловая электрическая станция (ТЭС) – сложная многокомпонентная система, состоящая из большого числа подсистем и агрегатов. На тепловых электростанциях имеются основные и обеспечивающие технологические процессы, производства с весьма высоким уровнем загрязнения окружающей среды.

К основным экологическим проблемам ТЭС относятся: пыление при хранении и транспортировке угля; сжигание топлива в котлоагрегатах; охлаждение пара в турбинах; сбросы загрязненных вод в водоемы; хранение шлама в золоотвалах и др.

Загрязнение атмосферного воздуха происходит при сжигании топлива на предприятиях теплоэнергетики. Выбросы ТЭС содержат пылевые частицы различного состава, оксиды серы, оксиды азота, фтористые соединения, оксиды металлов, газообразные продукты неполного сгорания топлива [1].

Наибольшее негативное воздействие теплового загрязнения оказывается на водные экосистемы со следующими негативными последствиями: повышение температуры воды часто усиливает восприимчивость организмов к токсическим веществам, которые присутствуют в загрязненной воде; температура может превысить критические значения для жизненно важных стадий и циклов водных организмов; высокая температура способствует видоизменению обычной флоры водорослей на менее желательную – сине-зеленные водоросли.

Влияние предприятий теплоэнергетики на литосферу заключается в загрязнении прилегающей территории, тепловом воздействии и изменении термического состояния грунтов, изменении радиоактивного фона территории, накоплении в почве соединений тяжелых металлов.

Одним из типичных объектов теплоэлектроэнергетики, оказывающим негативное влияние на окружающую природную среду, является ОП «Старобешевская ТЭС» РП «Энергия Донбасса», которая расположена на ее юго-востоке Донецкой Народной Республики в 27 километрах к югу от г. Донецк на левом берегу р. Кальмиус. Установленная мощность – 2010 МВт, в эксплуатации 9 энергоблоков, станция работает в режиме маневрирования. В течение 2015-2018 годов в работе одновременно находится от 2 до 5 энергоблоков. Одним из факторов взаимодействия предприятий теплоэнергетики с водной средой является потребление воды системами технического

водоснабжения, в том числе, безвозвратное потребление воды. Основная часть расхода воды в этих системах идёт на охлаждение пара в паровых турбинах. В качестве пруда-охладителя Старобешевской ТЭС используется Старобешевское водохранилище.

Тепловой баланс Старобешевской ТЭС приведен на рисунке 1.

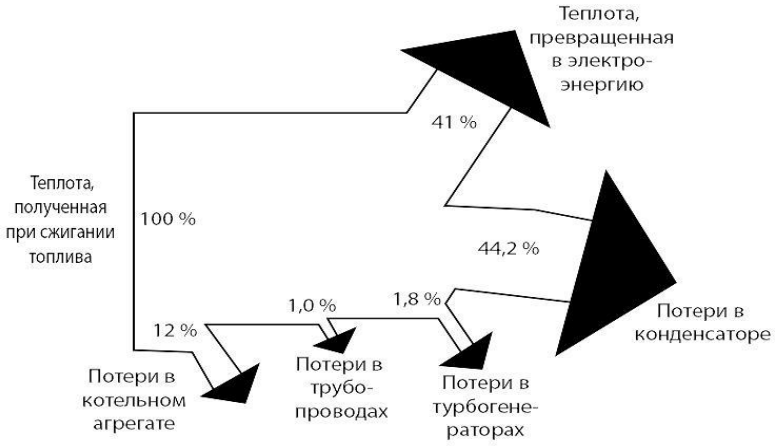


Рисунок 1 – Тепловой баланс Старобешевской ТЭС

Потери тепла при работе котлоагрегатов происходят за счет удаления из топки шлака, температура которого составляет 1400-1600 °С. При нагрузке турбогенераторов в его обмотках и стали выделяется теплота. Количество выделяемой теплоты зависит от электромагнитного КПД агрегата. На Старобешевской ТЭС потери теплоты в турбогенераторах составляют 1,8 %.

Температура отработавшего пара на выходе из турбины лежит в диапазоне 35-40 °С, что практически соответствует температуре конденсата после конденсатора. Отработавший пар конденсируют в конденсаторах путем отбора теплоты хладагентом. Основной поток теряемой теплоты — это скрытая теплота конденсации водяных паров, которая составляет 44,2 % от всей теплоты.

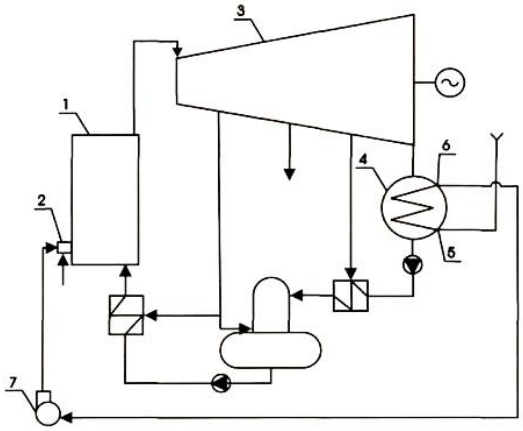
С учетом вышесказанного, одним из наиболее актуальных вопросов эксплуатации ТЭС является разработка технологий, позволяющих регенерировать (возвращать в цикл) теплоту низкого потенциала. Возможным представляется применение различных технологий регенерации низкотемпературных потоков тепла от агрегатов и рабочих сред Старобешевской ТЭС: явной и скрытой теплоты отработавшего пара турбин; теплот обмоток турбогенераторов и трансформаторов; теплоты продувочной воды низкого давления, неиспарившейся в сепараторе непрерывной продувки; теплот масла смазки вала турбины и турбогенератора.

Одним из наиболее эффективных путей решения этой задачи является регенерация как явной, так и скрытой теплоты отработавшего пара турбин путем использования его теплоты для первичного подогрева воздуха, потребляемого котлами Старобешевской ТЭС, перед подачей их в топку [2].

Схема Старобешевской ТЭС с регенерацией теплоты отработавшего пара турбины представлена на рисунке 2.

В котел 1 через горелку 2 подают топливо и воздух, вырабатываемый в котле 1 пар, направляют в турбину 3. Отработавший в турбине пар конденсируют в конденсаторе 4. Основной конденсат турбин через систему регенерации турбины возвращают в котел 1. В качестве охлаждающей среды конденсатора 4 используют атмосферный воздух, движение которого осуществляют за счет тяги дутьевого

вентилятора котла, нагретый воздух подают в котел 1. Частично отработавший в турбине пар по трубопроводу отбора направляют внешним потребителям.



1 − котел; 2 − горелка; 3 − турбина; 4 − конденсатор; 5 − воздухозаборное отверстие; 6 − воздухоотводящее отверстие; 7 − дутьевой вентилятор

Рисунок 2 – Схема Старобешевской ТЭС с регенерацией теплоты отработавшего пара турбины

Технология позволяет использовать теплоту теплоисточника для предварительного подогрева дутьевого воздуха в низкотемпературном диапазоне, что позволяет повысить энергетическую эффективность электростанции путем снижения затрат пара на подогрев воздуха перед воздухоподогревателями, а также за счет снижения потерь теплоты отработавшего пара в окружающую среду.

Применяя вышеизложенное технологическое решение возможно регенерировать 15% теряемого тепла, это приведет к уменьшению выбросов и экономии топлива.

Для производства электроэнергии, на Старобешевской ТЭС потребляется 1894782 т/год угля, исходя их этого экономия топлива составит:

$$(1894782 \cdot 15) / 100 = 284217{,}3 \text{ т/год}$$

В денежном эквиваленте это составит:

$$284217{,}3 \cdot 2500 = 710543250 \text{ руб./год}$$

Исходя из уменьшения потребления угля, соответственно уменьшиться количество выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. В пересчете на каждое загрязняющее вещество, уменьшение выбросов составит: SO_2 – 14154,16 т/год; NO_2 – 1057,5 т/год; CO – 81,35 т/год; CO_2 –798083,1 т/год; N_2O – 48,8 т/год; CH_4 – 32,53 т/год.

Таким образом, внедрение технологий регенерации низкотемпературных потоков тепла приводит к снижению экологической опасности и является экономически выгодным для ТЭС.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Росляков, П. В*. Методы защиты окружающей среды: Учебник для ВУЗов / П. В. Росляков. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 336 с.

2. *Кубашов, С. Е.* Регенерация низкопотенциальных потоков теплоты тепловых электрических станций: Дис. канд. техн. наук: 26.05.08: защищена 22.03.06: утв. 15.07.06. — У., 2008. — 213 с.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ТРУБОПРОВОДНОМ ТРАНСПОРТЕ

Е.А. Голубева, А.В. Писаренко
ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

При транспортировке жидкостей по трубопроводам возможно возникновение аварийных ситуаций, связанных с разрывов трубопроводов и разливом химически опасных веществ, ведущим к тяжелым экологическим последствиям – длительным загрязнениям грунта. Авторами предлагается метод по предотвращению аварийных ситуаций на трубопроводном транспорте.

Ключевые слова: ЧРЕЗВЫЧАЙНАЯ СИТУАЦИЯ, ТРУБОПРОВОДНЫЙ ТРАНСПОТР, ЭКРАН, ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ

When transporting liquids through pipelines, it is possible that emergencies may occur due to pipeline ruptures and spills of chemically hazardous substances leading to serious environmental consequences - prolonged contamination of the soil. The authors propose a method for the prevention of emergencies in pipeline transport.

Key words: EMERGENCY SITUATION, PIPELINE TRANSPOTATION, SCREEN, PREVENTION

Как известно, чрезвычайная ситуация − это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, причинение вреда здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей. А чрезвычайная ситуация на трубопроводном транспорте сопровождается выбросом под давлением опасных химических и пожаровзрывоопасных веществ в грунт, что приводит к негативному воздействию на окружающую среду.

Применение трубопроводного транспорта довольно популярно во всех отраслях промышленности. Трубопроводы относятся к категории энергонапряженных объектов, отказы которых сопряжены со значительным материальным и экологическим ущербом. Многочисленные отказы на технологических трубопроводах, транспортирующих пожаровзрывоопасные продукты, ядовитые компоненты и токсичные среды, приводят к локальным и общим загрязнениям окружающей среды, создают повышенный риск возникновения опасности для персонала и населения. Таким образом, обеспечение безопасности эксплуатации трубопроводов является важной задачей. Воздействие транспортируемых продуктов осуществляется на поверхностные воды, ихтиофауну, почвы, растительность и атмосферный воздух. При работе нефтепровода в обычном режиме воздействие на окружающую среду минимально [1].

Наибольшую потенциальную опасность для окружающей среды представляют магистральные нефтегазопроводы. Трубопроводный транспорт является важнейшей составляющей топливно-энергетического комплекса развитых стран. Поэтому поиск эффективных путей, направленных на гарантированное обеспечение конструктивной надёжности трубопроводов, – весьма актуальная задача. Надёжность нефтепровода – это основной фактор обеспечения его безопасности для окружающей среды.

В последнее время на нефтепроводах увеличилось число аварий, возникающих в результате внешнего механического воздействия на линейную часть нефтепровода, включающего силовое воздействие различного характера.

Анализ результатов расследования аварийных ситуаций, произошедших за последние годы на нефтепроводах, позволил выявить причины их возникновения. Факторами, влияющими на интенсивность аварий на нефтепроводах, согласно данным Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору, являются [2]:

– брак строительства / изготовления;
– конструктивные недостатки;
– механическое воздействие;
– износ оборудования;
– несанкционированные врезки;
– природные явления

В иллюстративном виде соотношение данных факторов приведено на рисунке 1.

Рисунок 1 – Процентное соотношение возможных причин возникновения аварийных ситуаций на трубопроводном транспорте

За основу для дальнейшей научной работы авторов взяты на исследование природные явления. Трубопроводный транспорт имеет огромную протяженность, и может пересекать структурно-неустойчивые грунты. Прочностные характеристики грунта, что приводит к деформациям и разрушениям сооружений, зданий и трубопроводов, соприкасающиеся с ними. Деформации земной поверхности усиливаются также при наличии подработок в шахтерских городах и поселках. Одним из методов предотвращения аварийных ситуаций на трубопроводах может стать – установление химически устойчивого силоксанового экрана, ограждающего трубопровод по диаметру на всем участке структурно-неустойчивые грунта. Авторами были выполнены экспериментальные исследования по исследованию работоспособности и физических характеристик силоксанового экрана на разработанной и запатентованной установке (рисунок 2). Удовлетворяет всем требованиям система, основанная на взаимодействии силикатов натрия с кислотой с образованием активной кремниевой кислоты (SiO_2) [3]. В этой системе, как известно, при низких значениях pH кремнезем вначале полимеризируется до очень небольших дискретных частиц. Одним из важнейших свойств дисперсных систем является их

устойчивость. Устойчивость коллоидной системы на основе SiO_2 характеризуется временем ее жизни в практически неизменном состоянии.

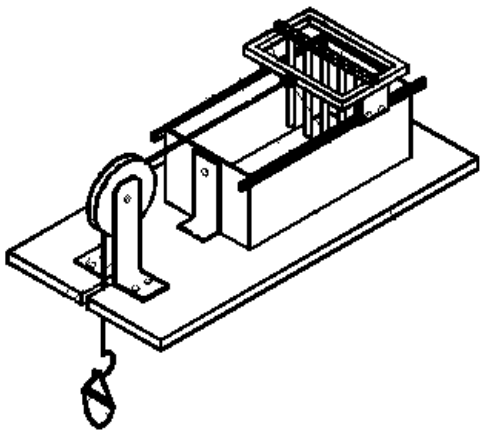


Рисунок 2 – Экспериментальная установка по оценке тиксотропных характеристик грунта

Установлено, что большей скоростью и меньшей вязкостью обладает грунт при насыщении водой. Раствор активной кремниевой кислоты обладает большей жесткостью, по сравнению с жидким стеклом, характерно, что жесткость раствора увеличивается при увеличении содержания SiO_2 в растворе золя кремниевой кислоты.

Для определения характеристик работы закрепляющего раствора с просадочным грунтом был проведен эксперимент на разработанной для этих целей установке. По результатам эксперимента раствор оптимизированного состава обладает большей текучестью (динамическая вязкость выше на 28-33%). Жесткость грунта с закрепляющим раствором увеличивается при повышении содержания SiO_2 в растворе от 0,5 до 3% в 8-10 раз.

Для обеспечения нормальной эксплуатации трубопроводов необходим целый комплекс научно-технического и аппаратно-программного обеспечения. С точки зрения обеспечения экологической надёжности трубопроводов в эксплуатационный период важна разработка мероприятий, обеспечивающих предупреждение аварий, а не ликвидацию их последствий. Оценка надёжности трубопроводов важна на каждом этапе эксплуатации.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1.*Завьялов, В.В.* Проблемы эксплуатационной надежности трубопроводов на поздней стадии разработки месторождений / В.В.Завьялов. – М.: ОАО «ВНИИО-ЭНГ», 2005. − 332 с.

2.Отчет о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому н атомному надзору. – Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. - М.: 2011, 2012, 2013, 2014;

3.*Писаренко, А.В.* Анализ свойств закрепляющего раствора на основе активной кремниевой кислоты и полиакриламида для усиления просадочных грунтов [Электронный ресурс] / А.В. Писаренко, В.И. Братчун // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – Макеевка: ДоНАСА, 2017. – Вып. 2017-2(124) – С. 154-160. Режим доступа: http://www.donnasa.ru/publish_house/journals/vestnik/2017/vestnik_2017-2(124).pdf

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ОГНЕУПОРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В.И. Окин, С.А. Онищенко
ГОУ ВПО «Академия гражданской защиты» МЧС ДНР

В статье рассмотрен анализ производственной среды и установление соответствия состояния рабочего места служащего требованиям нормативных документов. Анализ производственной среды заключается в оценке условий труда и техники безопасности при выполнении определенных видов работ.

Ключевые слова: ОГНЕСТОЙКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ГАЗ ФОРМАЛЬДЕГИД, ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ОТБОР, ОГНЕУПОРЫ.

Annotation: The article considers the analysis of the production environment and the establishment of compliance with the workplace requirements of normative documents. Analysis of the production environment is to assess the working conditions and safety in the performance of certain types of work.

Keywords: *FIRE-RESISTANT MATERIALS, GAS FORMALDEHYDE, PROFESSIONAL SELECTION, REFRACTORY.*

Цель работы – исследовать влияние производства огнестойких материалов на окружающую среду и людей, а также технику безопасности на производстве и пожаробезопасность.

Огнеупорные материалы – это особый вид строительных материалов, которые имеют ряд специфических свойств, используемых при отоплении, в плавильных печах и химических агрегатах для облицовки, в промышленности строительных материалов, металлургической промышленности, а также для выработки химических веществ, изделий из стекла.

Использование материалов более высокого качества и новых видов огнеупоров позволяет достичь значительных успехов в производстве и использовании новых технологий, связанных с характером достижений в области металлургии. Достаточно напомнить, что замена кислотной облицовки печей позволило решить проблемы роста производства и качества металла [1].

Нужна ли обработка огнестойких материалов?

На сегодняшний день, требования для строительных материалов в отношении обработки их огнезащитными составами, являются обязательными для выполнения. Использование противопожарной защиты в строительстве снижает до минимума риск возгорания, и, таким образом, стоимость пожаров и восстановление инфраструктуры, а также помогает уменьшить воздействие огня на здания и сооружения.

Есть изделия, которые могут защитить строительные материалы, включая древесину, пластик, от огня. Они также защищают элементы и компоненты конструкций.

Классификация тугоплавких материалов

Шесть основных принципов тугоплавких материалов определены: химико-минералогическая прочность, огнестойкость, плотность, форма, способ термообработки, форма и основные размеры.

1. После химико-минералогического анализа материалов можно разделить их на твердые материалы по типу: кремниевая кислота, алюмосиликаты (с низким, средним и высоким содержанием алюминия), магнезиальные, магнезиально-известковые, магнезиально-шпинельные, магнезиально-силикатные, углеродистые материалы, карбид вольфрама, оксид циркония.

Каждый тип структуры в группах отличаются содержанием определенных компонентов.

2. Все огнеупорные материалы делятся на огнеупорные (1580 − 1770 °C), высоко тугоплавкие (1770 − 2000 °C) и термостойкие к огню (2000 °C).

3. По плотности, огнеупорные материалы делятся на специально плотные (открытая пористость до 3%), высоко плотные (3-10%), легковесные (45 − 85%) и ультралегкие (более 85%).

4. В соответствии с особенностями процесса формования огнеупорные изделия делятся на пластичные, сухие, шлифованные, термопластовые, горячие прессованного литья, литья под давлением.

5. Термическую обработку материалов можно разделить на твердотопливную, на жидкотопливную и без применения отжига топливом.

6. По форме и размеру, огнеупоры делятся на прямые и клиновидные нормальных размеров, формы: простые, сложные, специальные формы, в виде больших блоков весом более 60 кг и специальные для промышленных и лабораторных целей.

Огнеупорные материалы оцениваются в соответствии с их физическими и рабочими характеристиками [1].

Принцип работы огнезащитных материалов и огнезащитных составов

Когда температура достигает предела реагента возрастает в несколько раз и приводит к созданию модели разделения, это дает дополнительное время для тушения пожара.

Некоторые виды сырья, используемые в производстве тугоплавких материалов, содержат химические вещества, которые могут вызвать реакцию при нагревании, что приводит к разрушению и регенерации тепловой энергии. Этот состав защищает структуру от разрушения [2].

Виды аварий на производстве огнестойких материалов, влияющие на организм человека:

* выделение токсичных соединений (свинец, мышьяк, марганец, окись цинка);

* выделение соединений, раздражающих системы организма (цемент, карбид, известь, хлор, известь, и др.);

* выделение соединений, вызывающих заражение (шерсть, ткань,);

*выделение канцерогенных соединений (способствуют смертельно опасным заболеваниям организма, таким как рак);

* выделение соединений, воздействующих на дыхательные пути (оксид кремния, оксид железа.).

* выделение соединений формальдегида, материала, крайне негативно влияющего на экологию.

Металлические конструкции считаются устойчивыми к огню, если начинают терять свои свойства, когда огонь достигает температуры +450°C.

Для древесины используют огнезащитные соединения 1 группы. Обычно огнестойкие реагенты для древесины и металла имеют соответственную структуру, непрозрачны, внешне обычно имеют серый цвет. В этом случае небольшой дополнительный слой на поверхности добавляется после обработки структур зданий. Тем не менее, это не создает дополнительной нагрузки на само здание.

Принцип работы огнезащитности, огнезащитные составы

Состав таких материалов предполагает, что влияние огня ослабляется снаружи и внутри конструкций.

Химические вещества, которые содержат некоторые из этих веществ, могут вызвать реакцию при нагревании, что приводит к разрушению и регенерации тепловой энергии. Этот состав защищает структуры от разрушения.

Многие производственные процессы связаны с влиянием промышленной пыли на работников. Производство порошков является опасным и вредным фактором производства. Высокие концентрации пыли характерны для горнодобывающей промышленности, машиностроения, металлургии, текстильной промышленности, сельского хозяйства.

Пыль может иметь сильное влияние на человека, которое вызывает рост соединительной ткани в легких, что отражается на нормальной структуре и функции органа. Влияние пыли, в основном, определяется по дисперсности (размерах) частиц пыли, их форме и твердости, прочности волокон, величины удельной поверхности.

Меры безопасности при борьбе с пылью:

1) максимальная герметизация приборов, оборудования, лифтов, переходов, покрытий, двигателей;

2) механизация ручных процессов дробления, измельчения, сортировки, наполнения, погрузки;

3) замена работы с сухими материалами, работой со смоченными материалами (шлифование);

4) устройство специальной пылеудаляющей вентиляции на местах образования пыли;

5) изоляция особо пылящей аппаратуры от участков других работ;

6) тщательная систематическая уборка помещений влажным способом или с применением пылесосов;

7) обеспечение рабочих противопылевой спецодеждой, респираторами, шлемами и очками;

8) создание на предприятиях условий для выполнения работающими мероприятий личной гигиены (устройство гардеробных, умывальных, душевых, помещений для обеспыливания спецодежды, респираторных, комнат гигиены и пр.);

9) профессиональный отбор лиц для работы в цехах, где имеет место запыление воздуха, предварительный и периодические медицинские осмотры их;

11) установление особого режима работы и отдыха (сокращенный рабочий день, дополнительный отпуск и др.) [3].

Заключение

Грамотная защита от распространения пожара все-таки не ограничивается одной лишь отделкой стен. В этом плане стоит отметить, что многие негорючие материалы для отделки стен также подходят для обработки других поверхностей. Некоторые из панелей, к примеру, имеют универсальное назначение. Конечно, не всегда таким способом удается выдержать задуманный стилистический эффект в оформлении интерьера, но цельность огнеупорной отделки является серьезным подспорьем, с точки зрения пожарной безопасности. Но и комбинированные варианты из нескольких видов огнезащитных покрытий могут стать не менее достойной защитой при условии выполнения качественного монтажа.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Волочко, А. Т.* Огнеупорные материалы / А.Т. Волочко. М: Металлургия, 2013. − 263 с.

2. *Кащеев, И. Д.* Огнеупоры: материалы, изделия, свойства и применение. Каталог-справочник / И.Д. Кащеев. М: Металлургия, 2002. − 762 с.

3. *Стрелов, К. К.* Теоретические основы технологии огнеупорных материалов / К.К. Стрелов. М.: Металлургия, 1985. − 480 с.

ПРОБЛЕМЫ ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

А.С. Новиков, З.К. Афанасьева, Г.Н. Сидоренко
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

Дан анализ опыта работы доменных цехов за последнее десятилетие. В результате технологической деятельности металлургических предприятий выбрасываются загрязняющие вещества, в том числе и от основного производства. Рассмотрены непосредственно выбросы в доменном производстве, источники выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Показано благоприятное влияние внедрения комплекса пылеугольного топлива, предназначенного для приготовления угольной пыли и вдувания ее в горн доменных печей.

Ключевые слова: ОХРАНА ВОЗДУШНОЙ И ВОДНОЙ СРЕДЫ, ИСТОЧНИКИ ВЫБРОСОВ ДОМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА, ПРИГОТОВЛЕНИЕ И ВДУВАНИЕ ПЫЛЕУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА, РУКАВНЫЙ ФИЛЬТР, СОКРАЩЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА КОКСА

An analysis of the work experience of blast furnaces over the past decade. As a result of the technological activity of metallurgical enterprises, pollutants are emitted, including from the main production. Considered directly emissions in blast furnace production, sources of emissions of pollutants into the atmosphere. The beneficial effect of the introduction of a complex of pulverized coal fuel, intended for the preparation of coal dust and blowing it into the hearth of blast furnaces, is shown.

Keywords: PROTECTION OF AIR AND WATER ENVIRONMENT, SOURCES OF EMISSIONS OF DOMAIN PRODUCTION, PREPARATION AND INJECTION OF POOL ANGLE FUEL, SLEEVE FILTER, REDUCING COKE PRODUCTION

Резкое ужесточение экологических требований к металлургическим предприятиям, основные агрегаты и оборудование которых выработали свои нормативные сроки эксплуатации, морально и физически устарели, потребовало от металлургов концентрации усилий для реконструкции и технического переоснащения предприятий с решением вопросов охраны воздушной и водной среды.

Анализ опыта работы доменных цехов за последнее десятилетие показывает, что по уровню расхода кокса на выплавку 1 т чугуна, а также по эффективности использования дополнительных видов топлив металлургия Украины значительно отстает от современных зарубежных металлургических предприятий.

Поэтому с целью снижения расхода кокса и природного газа, на металлургических заводах внедряют технологию вдувания пылеугольного топлива в горн доменной печи.

Рассмотрим перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу (табл. 1) на одном из металлургических предприятий.

В результате технологической деятельности металлургических предприятий выбрасывается загрязняющие вещества, в том числе и от основного производства. Среди них крупнотонажные выбросы веществ, относящихся к третьему классу опасности: оксиды железа. Оксид железа входит, например, в состав сложной пыли аглодоменного производства и др. Источники выбрасывают в атмосферу большие количества загрязняющих веществ сложного состава: пыль агломерационно-доменного производства, пыль кокса, пыль древесная. Кроме того, в атмосферу поступают газообразные вещества: оксид углерода, относящийся к четвертому классу опасности,

сернистый ангидрид (третий класс опасности), оксиды азота, сероводород (второй класс опасности). К веществам второго класса опасности относятся также марганец и его соединения, фториды, выбрасываемые в атмосферу в незначительных количествах при производстве ремонтных работ. При проведении окрасочных работ в атмосферу поступают пары растворителей, а при хранении горючесмазочных материалов – пары бензина и дизтоплива. Их количества также незначительны.

Таблица 1 – Наименование загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу

Наименование вещества	ПДК, мг/м^3	Класс опасности	Выбросы загрязняющих веществ, т/год
Железа окись (в пересчете на железо)	0,4	3	7,607
Марганец и его соединения (в пересчете на двуокись марганца	0,01	2	0,267
Свинец и его соединения	0,001	1	0,0000003
Хром шестивалентный	0,0015	1	0,00011
Азота двуокись	0,085	2	449,03
Водород цианистый (синильная кислота)	0,1	2	1,322
Кислота серная	0,3	2	0,236
Ангидрид сернистый	0,5	3	29,31
Серовород	0,03	2	6,358
Углерода окись	5,0	4	1422,6
Фториды, газообразные	0,02	2	0,005
Фенол	0,01	2	1,542
Сольвент нафта	0,2	0	0,001
Пыль неорганическая, сод. SiO_2 в %: не выше 70	0,15	3	13,61
Пыль неорганическая, сод. SiO_2 в %: не выше 70-20	0,3	3	20,003
Пыль древесная	0,1	0	16,838
Пыль кокса	0,1	0	9,3
Пыль текстолита	0,04	0	0,78
Пыль агломерационно-доменного производства	0,15	0	114,198
Итого:			2093,3

Анализ технологических процессов, применяемых на типичном металлургическом предприятии, позволяет сделать вывод о том, что выбросы загрязняющих атмосферу веществ носят стационарный характер и могут быть непрерывными или залповыми. Залповые выбросы характерны для процессов загрузки шихтовых материалов или выгрузки готового продукта.

Рассмотрим непосредственно выбросы в доменном производстве.

Рудный двор рассматривается как неорганизованный источник выбросов загрязняющих атмосферу веществ высотой 32 м. При разгрузке вагонов, перегрузке руды грейферами, подаче шихтовых материалов на конвейерную эстакаду, разгрузке трансферкаров на бункерной эстакаде и на других объектах, удельное выделение агломерационно-доменной пыли, составляет 50 г/т чугуна.

Бункерная эстакада является неорганизованным источником выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. По данным замеров выделение агломерационно-доменной пыли на бункерной эстакаде составляет: 20 г/т чугуна.

Подбункерные помещения – неорганизованный источник выбросов взвешенных частиц в атмосферу, высотой 20 м. Пыль в подбункерном помещении выделяется при работе вагон-весов, грохотов, лебедок и других механизмов. Пыль выбивается через окна и проемы для скипов, аспирационные устройства. Удельные выделение пыли в подбункерном помещении, оборудованном вагон-весами, составляют: 0,8-1,2 кг/т чугуна, при этом значительная часть ее оседает в самом подбункерном помещении, а в атмосферу выбрасывается 2-5 % пыли.

Источник выбросов пыли в атмосферу от приемных воронок доменной печи является неорганизованным источником выбросов.

Из межконусного пространства доменный газ попадает в атмосферу через трубу. Источники выбросов – организованные. Выброс пылегазовой смеси из межконусного пространства производится через выхлопные трубы перед опусканием малого конуса. Выделение из межконусного пространства загрязняющих веществ составляет:

– пыль – 4 кг/т чугуна;

– углерода окись – 2 кг/т чугуна;

– сероводород – 0,5 г/т чугуна.

Для предотвращения образования взрывоопасной смеси выравнивание давления в шлюзовой камере в период схода шихты в печь осуществляется смесью получистого доменного газа и водяного пара. Это позволяет на 96 % уменьшить выбросы загрязняющих веществ в атмосферу с учетом уменьшения выбросов загрязняющих веществ за счет подачи пара для выравнивания давления в шлюзовой камере на 96 %.

Источниками выбросов загрязняющих веществ в атмосферу являются также дымовые трубы воздухонагревателей. В атмосферу выбрасываются продукты сгорания доменного газа, подаваемого в каупера после технологической газоочистки. Источники выбросов – организованные, точечные.

Пылеуловители являются неорганизованными источниками выбросов взвешенных частиц.

Литейные дворы рассматриваются как неорганизованные источники выбросов загрязняющих веществ. Удельные выбросы загрязняющих веществ составляют на 1 тонну чугуна, в среднем:

– пыль агломерационно-доменная – 700 г/т;

– углерода оксид – 1100 г/т;

– диоксид серы – 165 г/т.

Источник выброса загрязняющих веществ в атмосферу от глиномялки – организованный.

Гранбассейн является неорганизованным источником выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

Разливочные машины. При разливке чугуна в помещение разливочных машин выделяется пыль и оксид углерода. Через аэрационные фонари и проемы галерей выделяется в среднем: 40 г пыли и 60 г оксида углерода на 1 т разливаемого чугуна.

В доменном производстве выявлено всего 20 источников выбросов, из них – организованных – 7, неорганизованных – 13. Высоких источников (50-80 м) – 4 источника, средних источников (10-15 м) – 15 источников, низких (до 10 м) – 1 неорганизованный источник.

Теперь рассмотрим непосредственное влияние технологии пылеугольного топлива на экологию.

Комплекс пылеугольного топлива предназначен для приготовления угольной пыли и вдувания ее в горн доменных печей.

Существующий комплекс включает в себя штабель угля, приемные бункера, пылеприготовительное отделение, пневмотрассу и распределительно-дозировочное отделение.

Линии пылеприготовления должны быть оборудованы индивидуальной газоочисткой. В состав газоочистки входят:

– I ступень – циклон ЦН–15 диаметром 1800 мм;

– II ступень – аэродинамические фильтры АДФ–200, группа из четырех аппаратов;

– III ступень – рукавной фильтр с остаточной запыленностью газовоздушной смеси 20 мг/м^3 на выбросе.

Запыленный поток газов из сепараторов через циклоны ЦН–15 отсасывается вентилятором ВВДН–17. Часть газов после вентилятора направляется на рециркуляцию в нисходящую сушку, остальная часть поступает на II ступень очистки. Далее газовую смесь направляют на «тонкую» очистку от мелкодисперсной пыли в рукавный фильтр. Через рукавный фильтр газовоздушная смесь отсасывается дымососом ДН–125–ТА и отводится в атмосферу через дымовую трубу.

Уловленная угольная пыль из бункеров ЦН–15, аппаратов АДФ, рукавного фильтра через шлюзовой питатель и клапана «мигалка» сбрасывается в пылеугольный бункер технологической линии. Из бункера пыль поступает на пневмокамерные насосы, оттуда пневмотранспортом поступает в бункера распределительно-дозировочного отделения.

В распределительно-дозировочном отделении для очистки запыленного воздуха используются аспирационные установки, которые представлены кассетными фильтрами с импульсной регенерацией сжатым азотом. Запыленный воздух проходит одноступенчатую очистку в кассетных фильтрах. Пыль, уловления кассетными фильтрами, сбрасывается в бункер запаса. Очищения пылевоздушная смесь выбрасывается в атмосферу с конечной запыленностью 20 мг/м^3 через 2 вытяжные трубы.

Внедрение технологии плавки на обогащенном кислородом дутье с вдуванием пылеугольного топлива не вызывает дополнительного загрязнения атмосферы и воды.

Благоприятные экологические последствия данной технологии определяются уменьшением годовой потребности доменного цеха в коксе, что благоприятно скажется на экологических последствиях в зоне действия соответствующих предприятий. Предложенная технология, позволяющая заменить не менее 0,75-0,78 кг кокса каждым килограммом пылеугольного топлива, должна способствовать сокращению коксохимического производства соответственно количеству угля, поданного в доменные печи, миную коксовое производство. Выбросы пыли в атмосферу при приготовлении и вдувании пылеугольного топлива составляют около 0,7 кг на 1 т пылеугольного топлива, т.е. в 4 раза меньше, чем при производстве кокса.

Ориентировочные подсчеты показывают, что при производстве 1 млн. т чугуна с применением пылеугольного топлива и соответствующей заменой им кокса (коэффициент замены около 1 кг/кг топлива) сократятся выбросы в атмосферу пыли на 250 т; оксида серы на 220 т; сероводорода на 6 т; аммиака на 17 т; цианистых соединений на 1,2 т; оксидов азота на 8 т; фенола на 10,5 т. Сокращение выбросов в процессе приготовления, транспортирования и вдувания пылеугольного топлива в доменную печь обеспечивается тонкой очисткой транспортирующей среды перед ее сбросом в атмосферу до концентрации 20 мг/м^3.

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДОБЫЧИ УГЛЯ

А.А. Базылевич, С.А. Онищенко
ГОУ ВПО «Академия гражданской защиты» МЧС ДНР

В работе изучено влияние угольной промышленности на экологию и состояние природоохранных мероприятий, правил безопасности в угольных шахтах. Установлены неблагоприятные факторы подземной среды. Сформулированы требования безопасность и охрана труда в угольной промышленности

Ключевые слова: ДОБЫЧА УГЛЯ, ШАХТА, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ПРИРОДООХРАННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ, ОХРАНА ТРУДА.

The paper studies the impact of the coal industry on the environment and the state of environmental protection measures, safety rules in coal mines. Adverse factors of the underground environment are established. The requirements of safety and labor protection in the coal industry are formulated

Key words: COAL MINING, MINE, ENVIRONMENTAL SAFETY, ENVIRONMENTAL PROTECTION, LABOR PROTECTION

Уголь широко распространен на планете, и его запасы намного превышают запасы любого другого ископаемого топлива. На его долю приходится более 50 % прироста мирового потребления, в основном за счет увеличения его использования для производства электроэнергии.

Исходя из этого, можно сделать вывод, что значительная доля выбросов углекислого газа (CO_2), особенно в Китае, России, США и Индии, будет обусловлена сжиганием угля. Таким образом, глобальный контекст использования угля имеет важное значение, поскольку он тесно связан как с энергетической безопасностью (цена и предложение), так и с вопросами окружающей среды и изменения климата.

Строительство и эксплуатация угледобывающих и перерабатывающих предприятий сопровождаются многосторонним негативным воздействием на окружающую среду. Основными источниками загрязнения окружающей среды можно назвать: вентиляционные системы шахт, а также системы очистки воздуха угольных предприятий, промышленные и бытовые котельные, дымящиеся отвалы горных пород.

Наиболее существенное влияние на окружающую среду оказывают следующие факторы, связанные с угольной промышленностью:

1. Для размещения угледобывающих предприятий изымаются сельскохозяйственные земли. В результате мероприятий по добыче и обогащению угля образуются неприятные формы техногенного рельефа, снижается продуктивность земель.

2. В результате добычи угля меняется гидрологический режим поверхностных и подземных вод, истощаются водные ресурсы.

3. В связи с тем, что подземные и поверхностные водные объекты получают бытовые и сточные воды из угольной промышленности и населенных пунктов, происходит загрязнение воды. Экологи считают, что около 20 % от общего объема таких сточных вод сбрасывается без очистки, а остальные 80 % – недостаточно очищенные.

4. Происходит изменение теплового, магнитного, электрического и силового полей в массиве развитых областей.

5. При добыче угля и его использовании воздух загрязнен газами и твердыми частицами (угольная пыль, зола). Шахты, коптильные отвалы, котельные, а также промышленные предприятия, где уголь используется в качестве топлива, оказывают очень большое влияние на воздушный бассейн не только своих, но и соседних

регионов. Закрытие нерентабельных шахт, сопровождающееся изменением характера проявлений негативных процессов, которые действовали при эксплуатации шахт, и активизация некоторых из них [1] создает особую экологическую опасность.

Особую экологическую опасность создает закрытие нерентабельных шахт, сопровождающееся изменением характера проявлений негативных процессов, которые действовали при эксплуатации шахт, и активизацией некоторых из них [1].

Природоохранная деятельность при добыче и переработке угля, связанная с достижением установленных нормативов, сегодня требует значительных капитальных и эксплуатационных затрат.

Применяемые технологии очистки воды и воздуха на перегруженных и пылеулавливающих установках несовершенны и неэффективны. Поскольку интегрированных технологий очистки сточных вод не существует, на очистных сооружениях улавливается несколько десятков единиц вредных веществ, а остальные перерабатываются обратно в природу.

Вопрос энергоэффективности и охраны окружающей среды должен решаться на угольно-энергетическом предприятии комплексно на всех уровнях технологической цепочки: производство и переработка топлива – производство и потребление энергии. Технологические процессы угольно-энергетического предприятия, дополняя друг друга, позволят эффективно использовать природные ресурсы, создавать и применять безотходные и энергосберегающие технологии с учетом предварительных активов сквозного производственного цикла. Кроме того, в качестве топлива используются отходы обогащения угля.

Поскольку твердых отходов от сжигания угля на ТЭЦ гораздо больше, чем в шахтной котельной, имеет смысл использовать их для укладки в шахту отработанного пространства, что позволит не выделять дополнительные земли для хранения отходов и исключить неизбежные мелиоративные работы.

Многочисленные исследования показали, что ухудшение условий труда в угольных шахтах, повышение сложности, опасности и вредности горных работ оказывают негативное влияние на организм рабочих, приводят к снижению их производительности и обусловливают необходимость постоянного применения комплекса мер медико-биологического воздействия на организм шахтеров для восстановления физических или психофизиологических нарушений, вызванных вредными условиями труда (то есть необходимость постоянной реабилитации после смены).

К неблагоприятным факторам подземной среды относится постоянное отсутствие дневного света. Искусственное освещение не всегда соответствует санитарным нормам, что снижает эффективность зрительного восприятия и, как следствие, нормальный ход трудовых процессов.

Горные работы на угледобывающих предприятиях проводятся в условиях постоянного шума, уровень которого в подземных выработках достигает 115 дБ, при этом происходит снижение внимания, затрудняя выполнение работ высокой точности, нарушая нервно-психический баланс. На большой глубине и при высокой температуре действие этого фактора усугубляется.

Неблагоприятным фактором является ощущение вероятности распада породы, что вызывает нервно-психическое напряжение работника и требует от него большой нервно-психической устойчивости. Условия труда работника при подземном способе добычи угля осложнены, как было отмечено, нестационарным характером рабочих мест, что заставляет его постоянно адаптироваться к новым условиям. Кроме того, рабочие вынуждены все время перемещаться во время смены вдоль горных выработок и забоев, что вызывает дополнительную усталость и, как следствие, снижение

производительности. Риск взрывов метана и внезапных выбросов угля и газа являются факторами, создающими постоянный нейропсихический стресс работников [2].

В целях обеспечения безопасности и охраны труда в угольной промышленности на период до 2030 года является создание условий для повышения промышленной безопасности на шахтах и угледобывающих предприятий, улучшение условий труда, снижение общей и профессиональной заболеваемости, уменьшение трудовых потерь по болезни, инвалидности и преждевременной смертности работников предприятий.

Осуществление деятельности осуществляется в следующих направлениях:

– повышение эффективности государственного регулирования в области промышленной безопасности и охраны труда в угольной промышленности, в том числе разработка и реализация государственного регулирования в области охраны труда в угольной промышленности, гармонизированного с законодательством об охране труда;

– совершенствование системы медико-социальной, профессиональной санаторно-курортной реабилитации работников и лиц, пострадавших от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;

– внедрение управления профессиональными рисками в угольной промышленности с учетом российского опыта и современных концепций Всемирной организации здравоохранения, Международной организации труда [3].

В целях обеспечения экологической безопасности является создание условий для снижения негативного воздействия на окружающую среду от производственной деятельности предприятий угольной промышленности [1].

Угольная промышленность входит в первую десятку отраслей с наибольшим воздействием на окружающую среду. Это воздействие проявляется в извлечении воды из природных источников, сбросе загрязненных сточных вод в водные объекты, выбросе вредных веществ в атмосферу, удалении из землепользования и нарушениях землепользования, образовании и захоронении отходов производства на внешних скальных месторождениях.

Техногенная нагрузка угольной промышленности на окружающую среду в настоящее время весьма значительна и будет возрастать за счет роста добычи и обогащения угля. В то же время масштабы и эффективность природоохранных мероприятий не в полной мере компенсируют растущее негативное воздействие на окружающую среду и не обеспечивают достижение существующих нормативных требований по охране окружающей среды на большинстве предприятий [3].

Анализ систем промышленной безопасности показал, что их функции сводятся к разработке и реализации мер, направленных на ликвидацию последствий аварий, травм и предупреждение возникновения таких аварий и травм.

На государственном уровне необходимо разработать комплексную программу по всем направлениям садоводства. После принятия программы необходимо строго контролировать ее реализацию на всех уровнях, только так можно не только минимизировать негативное воздействие на окружающую среду, но и начать ее восстановление.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Бережной, С.А.* Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие/С.А. Бережной, В.В. Романов, В.И. Седов. – Тверь: ТГТУ, 2009. – 206 с.

2. *Кукиб, Б.Н.* Анализ состояния безопасности взрывных работ в угольных шахтах России / Б.Н. Кукиб, Б.Н. Кутузов // Безопасность труда в промышленности. − 2008. – № 8 .– С. 52-56.

3. *Форсюк, А.А.* Состояние промышленной безопасности на угольных шахтах / А.А. Форсюк, С.С. Кобылкин. – Москва, 2009. – 198 с.

РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БИОДИЗЕЛЯ

Р.М. Куликов, Н.Э. Савченко, В.В. Ошовский
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

В докладе проанализированы процессы производства биодизеля и возможные способы влияния на интенсификацию данного процесса. Разработана технологическая схема обработки эмульсии биотоплива ультразвуком при помощи современных систем контроля и управления.

Ключевые слова: УЛЬТРАЗВУК, МАСЛО, БИОТОПЛИВО, КАВИТАЦИЯ, ОБРАБОТКА, БИОДИЗЕЛЬ.

The report analyzed the processes of biodiesel production and possible ways to influence the intensification of this process. The technological scheme for the processing of emulsion biofuels by ultrasound using

Key words: ULTRASOUND, OIL, BIOFUEL, CAVITATION, TREATMENT, BIODIESEL.

Проблема поиска новых источников энергии становится все более актуальной. Одним из направлений развития современной энергетики является разработка технологий и оборудования для производства экологически чистых биологических топлив и, в частности, так называемого, биодизеля [1]. Биодизель − это метиловый эфир, обладающий свойствами горючего материала и получаемый в результате химической реакции из растительных жиров. Помимо относительно высокого цетанового числа биотопливо имеет и ряд других полезных свойств: растительное происхождение, «биологическая безвредность», меньше выбросов CO_2, относительно "чистое" топливо, малое содержание серы, хорошие смазочные характеристики, увеличение срока службы двигателя и высокая температура воспламенения [2]. Биодизель, соответствующий европейскому стандарту EN14214, являющийся аналогом Е590, представляет собой продукт алкоголиза высокомолекулярных жиров, входящих в состав различных растительных масел и животных жиров [1]. Для получения биодизеля используют любые виды растительных масел — подсолнечное, рапсовое, льняное и т.д. Исходным сырьем при производстве биодизеля могут служить и многие виды водорослей. Известно, что водоросли содержат до 50% масел, пригодных для производства биодизельного топлива.

Биодизель имеет целый ряд преимуществ: не содержит молекулярной серы и поэтому при сгорании он гораздо более экологичен, чем традиционное углеводородное топливо. Дополнительным плюсом биологического дизеля является его полная биологическая утилизация при попадании в естественную среду, что исключает катастрофические последствия, часто имеющие место при разливе нефтепродуктов. Технология изготовления биодизеля довольно проста и доступна в условиях любого предприятия или фермерского хозяйства.

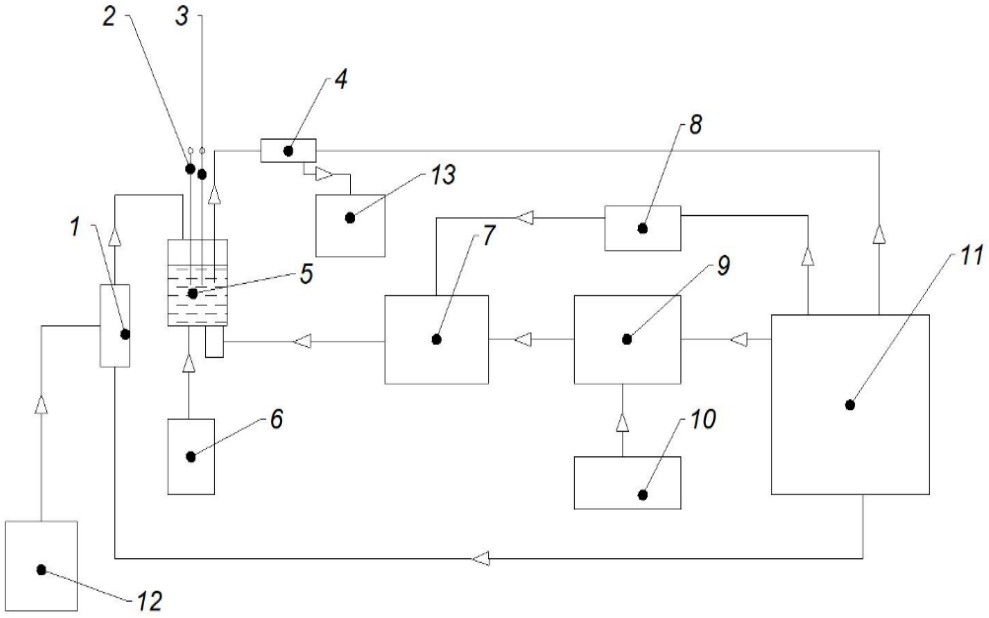
Сейчас мировая энергетика всего за один год расходует объем нефти, на образование которого природе понадобился примерно миллион лет. После того, как ученые научились сокращать исторический срок превращения до нескольких часов, начался бум альтернативной энергетики. Сегодня в Бразилии на «отходах тростника» не только ездят 40 % автомобилей, но и летают самолёты. В Дании 90 % необходимой стране энергии добывается за счёт переработки биомассы. США готовы заменить биотопливом до 30 % импортируемой нефти [2].

При производстве биодизеля, медленная кинетика реакции и плохой массоперенос снижают производительность биодизельной установки, а также выход и качество биодизеля. Ультразвуковые ванны могут значительно улучшают кинетику переэтерификации. Биодизель обычно производится в реакторах периодического действия используя тепловое и механическое перемешивание как источник энергии. Ультразвуковое кавитационное перемешивание является эффективной альтернативой средства для достижения лучшего смешивания при производстве биодизеля. Ультразвуковая кавитация обеспечивает необходимую энергию активации для промышленной переэтерификации биодизеля. Ультразвуковая активация − один из современных способов ускорения протекания химических реакций. Следует отметить, что применение ультразвука позволяет не только увеличить скорость химической реакции, но и увеличивает процент прореагировавших веществ. Подвергая ультразвуковой кавитационной обработке жидкую среду, можно получить химические реакции, невозможные в других случаях.

Данная разработка является концептуальной моделью установки по обработке ультразвуком жидких топливных смесей для получения однородных эмульсий.

Исходной задачей является обеспечение максимальной производительности по преобразованию суспензии в эмульсию, подбор частоты генератора для обеспечения максимального выхода при заданной мощности для конкретной эмульсии.

В исследовании предполагается на первом этапе создание экспериментальной установки (рис. 1), которая бы обеспечивала операции: загрузки исходного материала (масло), выгрузку готового продукта (биодизель), замера характеристик эмульсии с целью определения показателей качества на выходе.



1 – насос подачи сырья; 2 –датчик температуры; 3 – датчик вязкости; 4 – насос выкачки продукта; 5 – ультразвуковая ванна; 6 – реле; 7 – усилитель мощности; 8 – блок питания; 9 – задающий генератор; 10 – регулятор частоты; 11 – микроконтроллерный блок управления; 12 – резервуар с исходным сырьем, 13 – резервуар с готовым продуктом

Рисунок 1 – Принципиальная схема установки для ультразвуковой обработки жидких топливных смесей

При помощи современных систем микроконтроллерного управления, в частности, на основе Arduino, существует возможность программируемого управления

генератором ультразвука и подбором его частоты для обеспечения оптимального выхода готового продукта при заданных характеристиках эмульсии.

Исходная суспензия, закачивается насосом 1 в ультразвуковую ванну 5, при оптимальной частоте на генераторе (9,10) под воздействием ультразвука у клетки в микроводоросли разрывается оболочка и их ядерная жидкость, которая на 30% состоит из липидов (липиды и есть масла) всплывает, а остаток выпадает в осадок. После цикла операций над суспензией в ультразвуковой установке, полученная эмульсия выкачивается насосом 4. При помощи датчиков температуры 2 и вязкости 3 осуществляется контроль качества смеси. Реле 6 отключает ультразвуковой преобразователь при достижении необходимых параметров. Разработка предполагает возможность передачи данных по беспроводному каналу Bluetooth, что позволяет отказаться от использования экранных приборов.

В данной работе разработана модель установки по обработке топливных смесей, продемонстрировано, что данный физический процесс можно осуществить на новом уровне технических решений с применением микроконтроллеров, для контроля и изучения различных параметров ультразвуковой кавитации.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. http://www.biodiesel-ua.com/biodiesel-faq.php
2. http://rusbiodiesel.com/

ПРОБЛЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ В ПРИДНЕСТРОВЬЕ

В.В. Кузнецов
Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко

В статье рассматриваются проблемы рационального использования природных ресурсов на примере земельного фонда Приднестровской Молдавской Республике. Выявляются причины, ухудшающие качество земель, и предлагаются меры по улучшению ситуации в области мелиорации республики.

Ключевые слова: ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ, ЗЕМЕЛЬНЫЙ ФОНД, МЕЛИОРАЦИЯ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ.

The article deals with the problems of rational use of natural resources on the example of the land Fund of the Pridnestrovian Moldavian Republic. Identify the causes of deteriorating the quality of land, and proposes measures to improve the situation in the field of land reclamation of the Republic.

Key words: NATURAL RESOURCES, LAND FUND, land RECLAMATION, and ENVIRONMENTAL MONITORING.

Вопрос рационального использования природных ресурсов в наши дни является очень актуальным, поскольку за последние пол века возросло потребление ресурсов в двадцать пять раз, на фоне увеличившегося негативного влияния на природу, связанного со значительным развитием прогресса в науке и технике. В связи с этим важность сохранения и рационального использования природных ресурсов, к которым относятся явления природы или объекты, использующиеся для удовлетворения

материальных потребностей общества, а также для производства, и как следствие для повышения уровня жизни, особенно актуально в современных условиях.

Общеизвестно, что ресурсы природы разделяются на несколько основных видов: практически неисчерпаемые (атмосферный воздух, энергия солнца, внутриземное тепло и так далее), возобновляемые (растительные, почвенные), невозобновляемые (пространство обитания, природные ископаемые, энергия рек и так далее)[1]. Поэтому актуальным видится акцент на рациональное использование именно невозобновляемых природных ресурсов. Поскольку дальнейшая разработка подобных природных ресурсов должна становиться более экономной и экологически целесообразной, ведь при бесконтрольном использовании некоторые виды ресурсов могут вовсе исчезнуть, а процесс их самовозобновления прекратится. Поэтому природные ресурсы и их рациональное использование должны находиться под жестким контролем всего человечества в целом.

Рассматривая ресурсы по использованию их в производстве выделим следующие: земельный фонд (сельскохозяйственные, в населенных пунктах, несельскохозяйственного назначения), лесной фонд (часть земельного фонда Земли, на которой произрастает или может произрастать лес), водные ресурсы (количество подземных и поверхностных вод, которые могут быть использованы для различных целей в хозяйстве), гидроэнергетические ресурсы, ресурсы фауны (количество обитателей вод, лесов, отмелей, которые может использовать человек), полезные ископаемые (рудные, нерудные, топливно-энергетические ресурсы).

Особую категорию с точки зрения исчерпаемости и возобновимости представляют собой земельные и лесные ресурсы. Земля - важнейший природный ресурс, главное средство производства в сельском и лесном хозяйствах, основа для размещения зданий, строений, сооружений и других объектов.

Приднестровская Молдавская Республика (далее-ПМР) – небольшое государство, находится в юго-восточной части Европы, граничит с Украиной и Молдовой. Площадь - 4163 км², из них земельный фонд составляет 3671 км², т.е. к сельскохозяйственным угодьям относится 71,9%. Основная часть земель республики распахана. Более 80% земельных угодий - чернозёмы. Лесные массивы покрывают лишь 10% территории ПМР.

Для территории Республики характерным является равнинный рельеф с редкими балками. Растительность классическая степная, в поймах реки луговая. Климат умеренно-континентальный, количество осадков свидетельствует о том, что регион находится в зоне недостаточного увлажнения. Причиной тому является ранняя с интенсивным прогреванием почвы и воздуха весна, жаркое и продолжительное лето, а также теплая, затяжная осень. Поэтому одним из важнейших вопросов является необходимость обеспечения более высокого уровня мелиорации сельхозземель республики.

В ПМР земельные отношения на законодательном уровне регулируются Земельным кодексом, принятым Верховным Советом ПМР в 2002 г. Земля в нашей республике находится в собственности государства и дается в пользование юридическим или физическим лицам в долгосрочное пользование на 99 лет или в бессрочное наследуемое владение, что, является аналогом собственности на земельные участки.

Земельное законодательство направлено на охрану прав землепользования организаций и граждан, создание условий для рационального использования и охраны земель, воспроизводство и повышение плодородия почв, сохранение и улучшение природной среды, эффективное развитие всех видов хозяйствования и укрепление законности в области земельных отношений [2].

Распоряжение земельными участками осуществляют органы государственного управления Приднестровской Молдавской Республики, а именно Министерство сельского хозяйства и природных ресурсов, а также территориальные управления сельского хозяйства. В министерстве функционирует Управление землепользования, в составе которого отдел землепользования, отдел земельного кадастра и геодезии, отдел государственного земельного контроля. Разработанный ими проект Государственной программы развития агропромышленного комплекса на 2018-2025 годы содержит меры по рациональному использованию природных ресурсов. В том числе на решение такой ключевой проблемы в области рационального использования земельного фонда в Приднестровье, - как незначительный объём орошаемых площадей. Так фактический охват поливом физических площадей в 2018 г. достиг 11 077,95 га (30% от площади земель-ного фонда), и это на 1509,95 га больше, чем в 2017 г. Подано воды для полива в 2018 г. на 138,4 тыс. м³ больше, чем в 2017 г. Уже наблюдается положительная динамика роста орошаемых площадей, планируется в 2019 г. довести их до 14 тысяч га[3]. Положительные результаты достигнуты благодаря льготному и стабильному тарифу на оказание услуг по поливу, поддержке землепользователей при выделении льготных кредитных ресурсов.

В области мелиорации и механизации в 2018 году осуществлялась деятельность, направленная на разработку основных направлений государственной аграрной политики, формирование программы развития мелиорации и предложений по оптимизации расходов на содержание оросительных систем. Так, в 2018 г. землепользователями приобретено и установлено 10 новых современных широкозахватных дождевальных установок, стоимостью более одного миллиона долларов США. Но это не решает проблемы в условиях всей республики. По-прежнему, из-за отсутствия влаги, наблюдается низкая урожайность и сильная засоренность земли такими злостными сорняками, как амброзия и повилика.

Но основными причинами, ухудшающими качество земель, по-прежнему являются последствия от целенаправленной деятельности человека. К ним относится нарушение правил агротехники, вырубка охранных лесов, распахивание склонов, загрязнение земель различными вредными веществами, внесение в почву чрезмерного количества удобрений и др.

Поэтому государством, в части рационального использования и повышения плодородия земель предпринимается ряд мер, а именно:

— осуществляется постоянный мониторинг земель сельскохозяйственного назначения, выявляются факты нарушения законодательства в сфере землепользования;

— происходит обследование земельных участков на предмет установления факта гибели или повреждения посевов с/х культур, многолетних насаждений в результате воздействия неблагоприятных погодных условий, так и обусловленных деятельностью человека;

— устанавливаются причины неиспользования сельхозугодий либо использования их не по назначению;

— внедряются инновации в сельском хозяйстве, в т.ч. органическое земледелие или «нулевая технология» (модель обработки почвы, которая позволяет собирать высокий урожай при минимальных производственных расходах и вреде, как для самой почвы, так и экологии в целом). Но пока это происходит низкими темпами. Так, из 204 тыс. га пашни органическое земледелие ведётся только на 30 тыс. га.

Целесообразным в данном аспекте видится в первую очередь полная инвентаризация всех земель сельских территорий, проведение экологического мониторинга, количественного и качественного состояния земельного фонда путем почвенных обследований. Требуется организация и планирование развития сельских

территорий на основе агроклиматической зональности с целью сохранения земельного фонда, биоразнообразия, природных и культурных ландшафтов.

В целях улучшения ситуации в области мелиорации необходимо предпринять ряд мер, направленных на защиту и сохранение сельскохозяйственных угодий от ветровой и водной эрозии, затопления и подтопления, вводить эффективные системы орошения (такие как капельное, аэрозольное и подпочвенное орошение). А для этого требуется как строительство новых мелиоративных систем, так и на имеющихся мелиоративных системах провести восстановление и ремонт насосных станций и гидротехнических сооружений. Требуется переоснащение систем поливной техники, приведение гидротехнических сооружений в безопасное в эксплуатации техническое состояние. Это позволит в перспективе предотвратить деградацию земель, восстановить утраченные, вследствие нерациональной хозяйственной деятельности и деградации первоначальных свойств и качеств земельных угодий, соответствующих окружающим природным условиям. Связано это будет с переходом на ресурсосберегающие технологии и системы хозяйственного использования земель, которые создадут условия для развития, как у производителей, так и граждан бережного отношения к земле.

Таким образом, нужно рационально подходить к использованию природных ресурсов, минимизировать возможные вредные последствия деятельности человека, поддерживать и повышать продуктивность использования земельного фонда.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Безопасность жизнедеятельности:* Учебник. / Под ред. Э.А. Арустамова. М.: Изд-во «Дашков и К», 2001. – 220 с.

2. Земельный кодекс ПМР в текущей редакции на 08.12.18г. Режим доступа: http://www.vspmr.org.

3. Отчет о работе Министерства сельского хозяйства и природных ресурсов ПМР за 2018 год. Режим доступа: http://ecology-pmr.org/inform/inform_otchet/otchet-2018.pdf.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ МАТЕРИАЛА КОКСА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ ОХЛАЖДЕНИЯ

С.А. Павлов, Е.А. Самойлов, И.Г. Дедовец
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

В докладе анализируются факторы, от которых зависит прочность материала каменноугольного кокса и способы, которыми можно повлиять на прочность кокса после выдачи его из коксовой печи. Рассматривается методика изучения изменений прочностных характеристик материала кокса при различных режимах охлаждения.

Ключевые слова: КОКС КАМЕННОУГОЛЬНЫЙ, ИЗМЕРЕНИЕ ПРОЧНОСТИ, МОКРОЕ ТУШЕНИЕ

The report provides an analysis of the factors that determine the coal coke material strength and the ways they can affect the coke strength after pushing coke out of the coke oven. The report deals with the method of studying changes in the coke material strength characteristics under different cooling conditions.

Keywords: COKE COAL, MEASUREMENT OF STRENGTH, WET QUENCHING

В настоящее время коксохимической промышленности ДНР приходится работать в особых условиях. Существенно изменилась сырьевая база, что сказывается на характеристиках кокса, резко ухудшается состояние оборудования коксового производства из-за эксплуатации в условиях, для которых она не предназначалась. В частности, в полную непригодность пришли некоторые установки сухого тушения кокса. В таких условиях для получения качественного кокса должны быть задействованы все доступные методы.

Совершенствование процессов получения качественного кокса направлено на получение кокса с заданными химическими (элементный состав, реакционная способность) и механическими свойствами.

Важнейшей характеристикой металлургического кокса, получаемого на коксохимических предприятиях, является его механическая прочность, что подразумевает свойство материала сопротивляться разрушению под действием напряжений, возникающих под воздействием внешних сил. Именно от различных механических показателей (предела прочности при сжатии, предела прочности при растяжении, пределов прочности при изгибе и предела прочности при скалывании) зависит поведение кокса в доменной печи. Учитывая, что кокс является единственным веществом, доходящим до низа доменной печи в твердом состоянии, от величин и соотношения различных видов прочности зависит то, насколько хорошо кокс будет выполнять свои многочисленные функции при получении металла.

Поэтому прочность, а также зависящий от нее фракционный состав каменноугольного кокса напрямую связаны со стоимостью продукции коксового цеха коксохимического завода.

Прочность кокса сложным образом зависит от множества параметров. Одни из них определены до начала коксования (марочный состав углей, ситовый состав и влажность шихты), другие характеризуют процесс коксования (способ загрузки, конечная температура и скорость коксования, гидравлический режим в камере коксования), а третьи характеризуют обработку кокса после выдачи из камеры коксования. Если первые два на коксохимических предприятиях ДНР совершенствуются и оптимизируются, то влиянию последних на качество товарного кокса, на наш взгляд, уделяется незаслуженно мало внимания.

Способ и параметры процесса охлаждения кокса должны быть выбраны таким образом, чтобы, с одной стороны, максимально быстро создать условия, при которых прекращается существенное окисление кокса кислородом воздуха, а с другой стороны, чтобы не слишком сильно снизить прочность и размеры кусков кокса вследствие резкого изменения температур.

Существуют два основных метода тушения кокса: сухое и мокрое, каждое из которых имеет свои достоинства и недостатки, связанные со сложностью процесса и оборудования, степенью загрязнения окружающей среды, возможностью использования теплоты охлаждаемого материала и так далее.

Согласно литературным источникам [1] в ходе охлаждения кокса его прочность может изменяться в зависимости от скорости охлаждения и от таких параметров куска кокса как однородность его структуры, размеров пор, наличия первичной трещиноватости, коэффициентов температурного объемного расширения различных элементов структуры куска кокса, теплопроводности, температуропроводности и прочих. В настоящее время не существует удовлетворительной модели, описывающей вклад и даже направление влияния совокупности таких параметров на прочность и крупность получаемого кокса.

Впрочем, нет сомнения, что резкое охлаждение раскаленного кокса приводит к уменьшению прочности материала кокса за счет реализации существующих трещин и

образования новых, а также как следствие, к уменьшению выхода наиболее ценных классов доменного кокса.

Предлагались методы, позволяющие, по мнению авторов, уменьшить негативное влияние мокрого тушения на прочность кокса. Из таких методов можно выделить так называемое импульсное тушение кокса [2], заключающееся в периодическом отключении орошения для возможности диффузии тепла из центра куска кокса к поверхности. Отмечалось, что такие условия охлаждения являются более щадящими для кусков кокса, что приводило к повышению выхода кокса более высоких классов прочности и более высоким показателям прочности. В качестве дополнительного достоинства такого метода отмечалось уменьшение выбросов в атмосферу.

Вместе с тем влияние импульсного тушения на прочность кокса изучено недостаточно. Представляется, что в некоторых случаях этот эффект незначителен и не стоит требуемого технического переоснащения.

Указанное отсутствие модели, описывающей поведение прочности материала кокса при изменении температуры, делает невозможным предсказать, как будет себя вести конкретный кокс при конкретных условиях охлаждения. Не исключена возможность того, что в некоторых случаях импульсное тушение, заменяющее один тепловой «удар» рядом нескольких, хоть и менее сильных, может не улучшить прочностные показатели, а ухудшить.

Поэтому однозначно предсказать, стоит ли вводить импульсное коксование на конкретном производстве невозможно без проведения экспериментальных исследований.

Нами отрабатывалась методика определения динамики изменения прочности кокса, получаемого на предприятиях республики, в ходе охлаждения.

Основные сложности, которые обычно встречаются в процессе таких исследований:

- Натурные испытания на действующем предприятии требуют переоборудования схемы подачи воды на тушение, что сложно и дорого.
- Сложно отобрать и сопоставить куски кокса, охлажденные различными способами.
- Невозможно сравнение того, каким был материал до охлаждения и после при различных режимах охлаждения.

Мы исходили из того, что влияние мокрого тушения сказывается на материале кокса в том большей степени, чем этот материал находился ближе к поверхности во время тушения. Именно там были наибольшими температурный градиент и степень взаимодействия раскаленного кокса с водой и воздухом.

Поэтому мы исследовали материал, находящийся внутри кусков кокса. Для этого брали кусок кокса, прошедший тушение и высушивали его при 100ºС в сушильном шкафу. Это делалось для того, чтобы исключить влияние влаги, попавшей в трещины и поры на дальнейшее исследование.

Высушенный кокс распиливали, таким образом, чтобы обе части были примерно равны по объему. В дальнейшем исследовался материал кокса, находящийся вблизи поверхности распила. Можно быть уверенным, что материал с обеих сторон распила первоначально незначительно отличался по механическим свойствам.

Мокрое тушение кокса моделировалось следующим образом: образец кокса нагревался, после чего на место распила подавалась вода либо в виде отдельных капель, либо в виде тонкой струи воды. Количество воды, подаваемой на срез, зависело от площади. Температуру нагрева кокса старались сделать максимально близкой к температуре, какую имеет коксовый пирог в момент выдачи из коксовой печи.

В дальнейшем определяли следующие механические показатели:

1. Изменение количества и размера микротрещин после тушения. Определялось сравнением фотографией образцов, сделанных до и после моделирования тушения кокса.

2. Изменение твердости материала по методике, аналогичной методу определения твердости по Бринеллю. Для этого в образец с фиксированной нагрузкой вдавливался стальной идентор в форме шарика диаметром 10 мм. В качестве показателя твердости использовался, диаметр полученного отпечатка. Твердость материала тем выше, чем меньше диаметр полученного отпечатка.

3. Изменение прочности на истирание. Определялась по количеству материала, отделившегося с поверхности куска после наложения фиксированной истирающей нагрузки. Истиранию подвергались только поверхности распила.

Прочностные испытания проводились в двух вариантах. В одном определялись различия между исходным материалом и материалом, подверженным дополнительному циклу нагревания-охлаждения. Во втором случае определялось различие между материалами, нагретыми одинаково, но охлажденных различными способами – непрерывно или импульсно.

Достоинством используемой методики является возможность комплексной оценки влияния на прочность материалам сразу всех параметров охлаждения, а также теплофизических и механических показателей материала кокса.

Полученные результаты позволят решить вопрос о целесообразности модернизации тушения кокса на конкретном коксохимическом предприятии с целью получения более качественного кокса и увеличения выхода кокса более ценных марок.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Мучник, Д.А.* Возможности улучшения качества кокса вне печной камеры / Мучник Д.А., Бабанин В. И.: – М.: Инфра – Инженерия, 2014. – 368 с.

2. *Мучник, Д.А.* Теория и техника охлаждения кокса/ Мучник Д.А., Постольник Ю.С.: – Киев – Донецк: Вища школа. Головное изд-во, 1979. – 160с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОПОДГОТОВКИ КАМЕННОУГОЛЬНОГО ПЕКА В ОПЫТНОЙ УСТАНОВКЕ

С.В. Алексеев, И.Г. Дедовец
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

В тезисах доклада рассмотрен процесс термоподготовки пека для получения электродного связующего. Предложена опытная установка для исследования процесса без подачи воздуха, что, как ожидается, приведет к снижению выхода летучих из продукта.

Ключевые слова: КАМЕННОУГОЛЬНЫЙ ПЕК, ВЫХОД ЛЕТУЧИХ ВЕЩЕСТВ, ВЯЗКОСТЬ, ПЛОТНОСТЬ

In the theses, the process of thermal preparation of pitch to obtain an electrode binder is considered. A pilot facility to study the process without air supply is proposed, which is expected to lead to decrease in the volatiles of the product.

Keywords: COAL PITCH, VOLATIlLE SUBSTANCES OUTPUT, VISCOSITY, DENSITY

Каменноугольный пек занимает особое место среди продуктов переработки угля как по объему производства, так и по значению. Он находит множество применений, в частности, является преимущественным связующим для всех видов углеграфитовых материалов, электродной продукции, электродных и анодных масс, конструкционных углеграфитовых материалов, электроугольных изделий [1].

В настоящее время в ДНР имеются факторы, затрудняющие получение качественного электродного пека, среди которых стоит выделить следующие:

— смена технологических режимов коксования;

— непостоянство состава исходного сырья;

— устаревшие технологии дистилляции каменноугольной смолы;

— меняющаяся конъюнктура рынка.

Наиболее важными технологическими свойствами пека, являются плотность, поверхностное натяжение, вязкость, смачиваемость, термостабильность, спекаемость, способность давать коксовый остаток. Эти свойства зависят от качества исходного сырья и особенностей производства.

Качество пеков оценивается по таким показателям, как выход летучих веществ, зольность, температура размягчения и групповой состав.

Последний является характеристикой, дающей наибольшее количество информации о свойствах пека. Групповой состав определяется по растворимости пека в различных веществах, обладающих избирательной растворяющей способностью. Наиболее важными являются следующие фракции группового состава:

1. Вещества, нерастворимые в хинолине (α_1-фракция), – наиболее высокомолекулярная углеродистая твердодисперсная составляющая, при переработке пека способствует образованию коксового остатка, однако ухудшает способность материала связывать зерна наполнителя, так как не обладает пластическими и адгезионными свойствами.

2. Вещества, нерастворимые в толуоле (α-фракция), в состав которых входят вещества, нерастворимые в хинолине (α_1-фракция), и вещества, растворимые в хинолине, но нерастворимые в толуоле (α_2-фракция). Эти вещества являются наиболее ценной составляющей группового состава, так как обладают вяжущими свойствами и обеспечивают высокий выход коксового остатка [2].

Ранее перечисленные особенности работы коксохимического производства ДНР требуют разработки оптимальных режимов переработки пека, без которых невозможно получение продукта, соответствующего стандартам.

В настоящее время, на отечественных заводах используется технология производства электродного связующего путем термоокисления среднетемпературного пека, который получается путем однократного испарения каменноугольной смолы в дистилляционных колоннах. Суть метода состоит в термической обработке среднетемпературного пека при 340–370 °С в кубах-реакторах непрерывного действия при непрерывном барботаже воздуха через реакционную массу. Кислород воздуха является фактором, интенсифицирующим реакции уплотнения (поликонденсации и полимеризации), которые приводят к необходимым изменениям физико-химических свойств пека.

Плотность каменноугольных пеков, полученных в аналогичных условиях, линейно растет с повышением температуры размягчения. С повышением температуры нагрева линейная зависимость, плотности от температуры размягчения пека, сохраняется.

Повышение температуры или увеличение длительности нагрева смолы приводит к накоплению в смоле и пеке высокомолекулярных продуктов. Однако, в настоящее

время характерно преобладание в сырье, поступающем на переработку в смолоперегонный цех, смол низкой степени пиролизованности (с низкими значениями α- и α_1), что приводит к снижению степени пиролизованности сырья, поступающего на переработку в смолоперегонный цех.

При получении электродных пеков из малопиролизованной смолы незначительные массовые доли первичных фракций, нерастворимых в хинолине или в толуоле, приводят к дисбалансу таких показателей качества, как температура размягчения, выход летучих веществ, соотношение массовых долей фракций группового состава.

В таких условиях использование термоокислительной технологии зачастую делает несовместимым доведение группового состава электродного пека до требуемых значений с сохранением на должном уровне остальных качественных показателей (прежде всего – температуры размягчения). Особенно это сказывается при производстве наиболее ликвидных в настоящее время высокотемпературных марок пека для электродной продукции.

Существующая технология в изменившихся условиях не позволяет получить пек с заданными значениями выхода летучих (для марки А – 59-63 %, для марки Б – 58-62 %), при поднятии температуры нагрева количество летучих веществ увеличивается (в зависимости от марки пека), что негативно сказывается на конечном продукте. Есть основания считать, что возможными способами поддержания выхода летучих веществ на требуемом уровне необходимо:

— увеличение времени пребывания пека в реакторах;

— исключение подачи воздуха в реакционную массу.

Однако эти предположения нуждаются в экспериментальной проверке.

Следует отметить, что помимо функции участника реакций термоокисления барботирующий сквозь пек воздух обеспечивает перемешивания нагреваемой массы. Прекращение подачи воздуха неизбежно приведет к нарушению температурного режима в реакторе.

Наиболее простой способ обеспечить равномерность прогрева реакционной массы, и тем самым избежать локальных перегревов вещества – использование механических мешалок.

Термоподготовка пека без использования окислителя требует сначала исследования того, возможно ли в принципе получение показателей, установленных стандартами (не только летучих веществ), а в случае успеха –отработки необходимых параметров технологического режима. В производственных условиях это сделать затруднительно, поэтому создана лабораторная установка.

Опытный лабораторный реактор (рис. 1) представляет собой цилиндрическую емкость из нержавеющей стали на ножках. Также он имеет специальные места подключения измерительных приборов (датчиков температуры) и отбора проб. Реактор снабжен мешалкой, приводимой в движение электродвигателем.

Для проведения исследований выбран интервал температур 340 – 370 °С так как именно такой интервал поддерживается в производственных реакторах. Достижение и поддержание данной температуры проводится с помощью наружного теплообогревателя.

Нагретый до указанной температуры пек непрерывно перемешивается с помощью мешалки, через равные промежутки времени производится отбор проб, для определения выхода летучих веществ и содержания α – фракции.

Рисунок 1 – Опытный лабораторный реактор

Также замеряется потребляемая электрическая мощность, которая зависит от вязкости пека. Это позволяет косвенно оценивать изменение группового состава.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Кауфман, А.А.* Технология коксохимического производства / А.А. Кауфман, Г.Д. Харлампович. – Е: ВУХИН, 2005. – 288 с.

2. *Губанов, С.А.* Технологические особенности производства каменноугольного пека из низкопиролизированных каменноугольных смол и варианты совершенствования процесса / С.А. Губанов, А.А. Букка, Е.Ю. Иващенко. // Кокс и химия – 2017. − №11 – 64 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ КАМЧАТСКИХ ПЕРЛИТОВ

А.В. Акимов, И.П. Сарайкина
Камчатский государственный технический университет

В докладе рассматриваются один из эффективных типов тепловой изоляции на базе вспученного перлита, запасы которого имеются в Камчатском крае. Изложены особенности теплообмена теплоизоляционных конструкций с использованием перлита. Приведены методы расчета коэффициента теплопроводности и испытаний теплоизоляционных ограждений.

Ключевые слова: ТЕПЛОВАЯ ИЗОЛЯЦИЯ, ПЕРЛИТ, КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

In the report are considered one of effective types of heat isolation on the base of expanded pearlite which stocks are whose reserves are located in the Kamchatka edge. The features of heat exchange in the thermal insulation constructions of enclosures with the use of pearlite are presented. Methods of calculations the coefficient of thermal conductivity and tests of the thermal protections are presented.

Keywords: HEAT INSULATION, PEARLITE, COEFFICIENT OF THERMAL CONDUCTIVITY

Использование тепловой изоляции в технике низких температур вызвано необходимостью предотвращения теплопритока из окружающей среды с целью поддержания в охлаждаемом объеме требуемого тепловлажностного режима. При проектировании и эксплуатации теплоизоляционных конструкций холодильных сооружений и низкотемпературного оборудования предъявляются высокие требования к эффективности и экономичности теплоизоляции [1], которые возрастают по мере снижения температуры охлаждаемого объекта.

Одним из высокоэффективных теплоизоляционных материалов, является вспученный перлит (ГОСТ 10832-91) – пористый материал в виде песка или щебня, получаемый термической обработкой дробленых вулканических стекол – перлитов и обсидианов, за счет превращения содержащейся в нем воды в пар. Гранулы вспученного перлита, имеющие различную плотность и размеры, используются в качестве изоляционного материала при широком диапазоне температур от –200ºС до +900ºС.

Перлит – магматическая горная порода вулканического происхождения. В Камчатском крае, который относится к районам с высокой вулканической активностью, известно более 100 проявлений перлитов и обсидианов. Разведанные запасы только трех месторождений (Начикинское, Ягодинское, Паратунское) составляют 3222 тыс. м^3 – более 12 % от всех запасов по России. Прогнозные ресурсы перлитов на Камчатке составляют 1 млн. куб. м.

Определение и оценку значений теплофизических характеристик теплоизоляционных материалов на базе камчатских перлитов необходимо увязывать с другими свойствами и характеристиками материала. Литературный анализ показал, что трудности экспериментального определения теплофизических характеристик перлитов связаны с необходимостью использования аналитических методов расчета коэффициентов, учитывающих состав, структуру и параметры состояния системы, представляющую собой твердые пористые (зернистые) элементы с газовыми включениями. При этом большое значение имеет обоснованный выбор модели

структуры объекта, основанный на физических представлениях, лежащих в основе выбранных методов измерений [2].

Теплопроводящие свойства материала определяются рядом теплофизических характеристик, основным из которых является коэффициент теплопроводности. В связи с тем, что вспученный перлит применяется в виде засыпного материала для низкотемпературных теплоизоляционных конструкций, важное значение имеет определение коэффициента теплопроводности ограждения в целом.

В зависимости от размера зерен, получаемых после обжига перлита (ГОСТ 10832−91)**,** вспученный перлит разделяют на песок (зерна менее 5 мм), и щебень (зерна 5…20 мм). Коэффициент теплопроводности (среднее значение) перлитового песка в зависимости от насыпной плотности 75÷100 (кг/м^3) изменяется в пределах от 0,047 до 0,093 Вт/(м^2·К).

Так как перлит является пористым материалом, то аналитически, коэффициент теплопроводности можно рассчитать через коэффициент пористости $\varepsilon_{ск}$ для грубой модели строения вещества, полученный О. Кришером [3]:

$$\lambda = \lambda_2 \cdot \frac{1}{\frac{\lambda_2}{\lambda_1}\left(1-\varepsilon_{ск}\right)+\varepsilon_{ск}}, \qquad (1)$$

где λ_1 – коэффициент теплопроводности перлитовой породы, Вт/(м·К);

λ_2 – коэффициент теплопроводности газов, образующихся при термообработке перлитовой породы, Вт/(м·К);

Данная формула дает большие погрешности, так как грубая модель строения, не отвечает строению перлитового зерна.

Наименьшую погрешность в расчетах можно получить, используя упрощенную модель строения вещества, которая рассматривается как система, состоящая из пластин, уложенных в шахматном порядке. Коэффициент теплопроводности зерен, щебня перлита для упрощенной модели строения вещества определяется по формуле

$$\lambda = \lambda_2 \cdot \left[\frac{4\cdot\varepsilon_{ск}}{1+\frac{\lambda_2}{\lambda_1}} + \frac{\lambda_1}{\lambda_2}\cdot\left(1-2\cdot\varepsilon_{ск}\right)\right]. \qquad (2)$$

После засыпки перлитовых зерен в ограждение между зернами, имеющими неправильную геометрическую формулу, остается небольшая прослойка воздуха, при этом коэффициент пористости слоя в целом равен $\varepsilon_{ск}$ = 0,5. При этом коэффициент теплопроводности слоя при рассчитывается также для упрощенной модели строения вещества по формуле (2).

Не смотря на то, что перлитовая изоляция (зерна, щебень перлита) обладают малой гигроскопичностью, очень малым водопоглощением, необходимо учитывать зависимость теплопроводности воздуха между зернами или щебнем от влажности. Так как теплопроводность воды примерно в 25 раз больше теплопроводности неподвижного воздуха, то наличие влаги в воздухе вызывает существенное повышение его теплопроводности. Зависимость теплопроводности воздуха от объемной влажности может быть выражена эмпирической формулой [2]:

$$\lambda_3 = \lambda_2 + \Delta\lambda \cdot \omega, \qquad (3)$$

где λ_2 – коэффициент теплопроводности сухого воздуха, Вт/(м·К);

$\Delta\lambda$ = 0,0035 – приращение теплопроводности на каждый процент увеличения объемной влажности, Вт/м·К;

ω − объемная влажность, %.

Учитывая все вышеперечисленные факторы коэффициент теплопроводности перлитовой изоляции при увлажнении воздуха можно определить по формуле:

$$\lambda = (\lambda_2 + \Delta\lambda \cdot \omega) \cdot \left[\frac{4 \cdot \varepsilon_{ск}}{1 + \frac{(\lambda_2 + \Delta\lambda \cdot \omega)}{\lambda_1}} + \frac{\lambda_1 (1 - 2 \cdot \varepsilon_{ск})}{(\lambda_2 + \Delta\lambda \cdot \omega)} \right], \quad (4)$$

Процесс увлажнения изоляции приводит к изменению величины коэффициента теплопроводности изоляционного слоя. Зависимость $\lambda_{из.слоя} = f(\lambda_{ув.возд.})$ представлена на рис. 1.

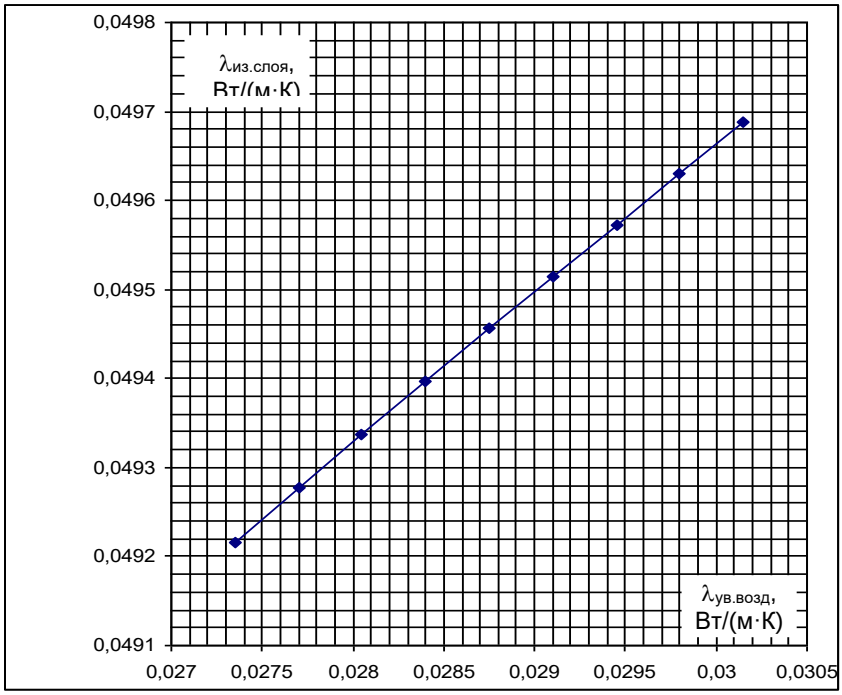


Рисунок 1 − Изменение коэффициента теплопроводности материала от коэффициента теплопроводности воздуха

Одной из главных характеристик теплоизоляционной конструкции является коэффициент теплопередачи, который включает все сопротивления при передаче тепла через ограждение. Исследования, в том числе для засыпной перлитовой изоляции при толщине бетонных плит − 20 мм, толщине засыпного перлитового слоя изоляции между плитами − 160 мм и традиционных коэффициентах теплоотдачи на границе стенка-воздух коэффициент теплопередачи в среднем составит 0,135 Вт/(м^{2}К).

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Курылев, Е.С.* Холодильные установки / Е.С. Курылев, В.В. Оносовский, Ю.Д. Румянцев – СПб.: Политехника, 2002. – 576 с.
2. *Гинзбург, А.С.* Теплофизические характеристики пищевых продуктов и материалов / А.С.Гинзбург. – М.: Пищевая промышленность, 1975. – 485 с.
3. *Каганер, М.Г.* Тепловая изоляция в технике низких температур / М.Г. Каганер. – М.: Машиностроение, 1966. – 275 с.

ПОЛУКОКСОВАНИЕ МОЛОДЫХ УГЛЕЙ С ДОБАВКАМИ

А.И. Архангельская, Л.Ф. Бутузова, Г.Н. Бутузов
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

В докладе показана возможность увеличения степени упорядочивания структуры полукоксов из молодых углей под действием добавки инициатора радикальной полимеризации или компонентов коксовой смолы.

Ключевые слова: УГОЛЬ, ИНИЦИАТОР РАДИКАЛЬНОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ, ПОГЛОТИТЕЛЬНОЕ МАСЛО, РЕНТГЕНОСТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ.

In the report showed the possibility of increasing the degree of ordering of the structure of semi-cokes from young coal under the action of the additive of the radical polymerization initiator or the components of the coke tar.

Keywords: COAL, INITIATOR OF RADICAL POLYMERIZATION, ABSORB OIL, DIFFRACTION ANALYSIS.

С целью рационального использования углей необходимо определить их структуру, так как именно она определяет их свойства и направление наиболее эффективной переработки. Одним из наиболее информативных методов исследования надмолекулярной организации углей является рентгеноструктурный анализ.

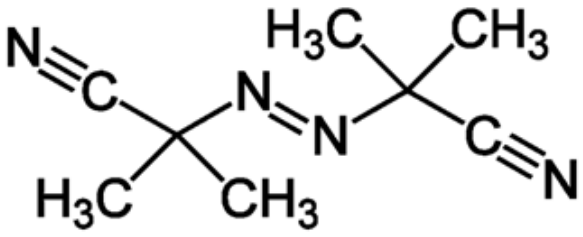
С помощью рентгеноструктурного анализа можно не только изучить строение отдельно взятого образца угля, но и исследовать изменение структуры углей в результате протекания таких процессов как метаморфизм и пиролиз.

В настоящее время нет единого мнения о трактовке результатов рентгеноструктурного анализа для такой сложной структуры, каковой является уголь и продукты его пиролиза. Дело в том, что надмолекулярную структуру углей в общем случае можно представить в виде комбинации двух составляющих, имеющих существенно различные свойства: кристаллической и аморфной фаз [1].

Целью данной работы является оценка влияния добавок ДАК (динитрил акриловой кислоты) и поглотительного масла на структуру полукоксов, полученных из неспекающихся длиннопламенных углей Донецкого бассейна, по данным рентгеноструктурного анализа.

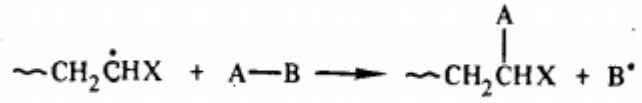
Для активизации процессов упорядочивания структуры полукоксов использовали 2 добавки:

1 – ДАК - инициатор радикальной полимеризации использовался, учитывая, что при пиролизе углей протекают реакции с участием свободных радикалов.



Инициирование радикальной полимеризации состоит в создании в реакционной системе свободных радикалов, способных начать реакционные цепи. Наиболее распространенный при получении полимеров метод основан на осуществлении в среде мономера термического гомолитического распада нестойких веществ - инициаторов.

Радикальная полимеризация обычно осложняется процессами передачи цепи, которые происходят в результате реакции растущих макрорадикалов с соединениями, содержащими способные к взаимодействию с радикалами связи. Молекула соединения А – В отдает макрорадикалу тот или иной атом и превращается в новый радикал [2]. Последний инициирует возникновение новой полимерной цепи:



2 – поглотительное масло использовалось, как один из продуктов коксования хорошо спекающейся шихты.

Поглотительное масло представляет собой отмытую от фенолов поглотительную фракцию каменноугольной смолы.

Для анализа были взяты изометаморфные пары (одной и той же стадии метаморфизма) неспекающихся углей Донецкого бассейна разных генетических типов по восстановленности (тип ***а*** и ***в***), отличающихся по содержанию серы. Образцы восстановленных и слабовосстановленных углей отбирали от сближенных угольных пластов.

В таблице 1 представлены результаты элементного и технического состава исследуемых углей. Как видно из таблицы, изометаморфные пары углей разных типов по восстановленности отличаются по выходу летучих веществ, содержанию серы, водорода и углерода.

Таблица 1 − Результаты элементного и технического состава анализа исходных углей

Уголь №	Шахта, пласт, марка	Тип	Элементный и технический состав					
			W^a	A^d	V^{daf}	C^{daf}	H^{daf}	S^d_t
1	Челюскинцев, l_4, Д	***а***	0,8	2,4	35,6	79,3	4,94	2,17
2	Трудовская, l_4, Д		1,0	1,6	37,3	78,4	4,95	1,05
1’	Украина, k_8, Д	***в***	1,5	9,9	41,8	77,9	5,30	2,87
2’	Трудовская, k_8, Д		0,9	4,6	46,2	76,1	5,43	5,85

В таблице 2 представлены результаты рентгеноструктурного анализа двух пар углей и полученных из них полукоксов без добавок и с таковыми.

Из таблицы следует, что при нагревании исследуемого угля до 520°С происходит увеличение толщины (L_c) и протяжённости (L_a) пакета как у восстановленных, так и у слабовосстановленных углей. Во втором случае (ш. Челюскинцев) эта зависимость более ярко выражена. Межплоскостное расстояние не меняется и количество сеток остается постоянным, Соотношение h/l увеличивается в 1,5 раза за счет потери кислорода в виде CO_2 и CO.

Представленные данные показывают, что используемые в данной работе химические соединения влияют на размеры пакета углеродных сеток. Для углей слабовосстановленного типа наблюдается заметное увеличение числа слоев в пакете с 5 до 6, толщины пакета - (L_c) с 1,45 до 1,70 и протяженности (L_a) пакета - с 2,03 до 2,58.

Причем, под действием ДАК наблюдается преимущественное увеличение L_c, а под действием масла – увеличение L_a.

Таблица 2 − Результаты рентгеноструктурного анализа исходных углей и продуктов их пиролиза

Шахта, пласт, марка	Тип	Химическая обработка	T, °C	L_c	L_a	L_a/L_c	d_{002}	h/l	$I_{кр}$	n
Челюскинцев, l_4, Д	***а***	уголь	20	1,27	1,54	1,05	0,356	1,42	0,79	5
		полукокс	520	1,45	2,03	1,40	0,356	2,32	1,59	5
		ДАК	520	1,70	2,37	1,39	0,356	2,83	1,48	6
		масло	520	1,63	2,58	1,58	0,356	2,44	1,13	6
Трудовская, l_4, Д	***а***	уголь	20	1,16	1,99	1,72	0,356	1,46	0,82	4
		полукокс	520	1,57	2,50	1,59	0,356	3,46	1,77	5
Украина, k_8, Д	***в***	уголь	20	1,31	1,48	1,25	0,356	0,59	0,69	5
		полукокс	520	1,36	2,65	1,95	0,356	1,43	1,79	5
		ДАК	520	1,36	2,73	2,01	0,356	1,67	1,25	5
		масло	520	1,57	2,36	1,50	0,356	1,89	1,23	5
Трудовская, k_8, Д	***в***	уголь	20	1,20	1,71	1,43	0,356	0,68	0,42	4
		полукокс	520	1,31	2,92	2,23	0,356	1,97	1,85	5

Максимальная степень упорядоченности (h/l) имеет место при обработке ДАК. Иное воздействие оказывают добавки на пиролиз восстановленных углей. В этом случае действие поглотительного масла и ДАК на угли разных типов оказывается противоположным. ДАК способствует увеличению продольных, а масло – поперечных размеров пакета.

1. Под действием добавок ДАК и поглотительного масла активизируются процессы сшивки в полукоксе, о чем свидетельствует увеличение размеров и степени упорядоченности углеродных сеток полукоксов.

2. Поскольку полукоксование является одной из важных стадий процесса коксования, то можно утверждать, что коксование с указанными добавками позволит добавлять не спекающиеся угли в коксовую шихту

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Дедовец, Д.И.* Обоснование методики оценки надмолекулярной организации углей с использованием рентгеноструктурного анализа / Д.И. Дедовец, В.Н. Шевкопляс, Л.Ф. Бутузова, 2008 г.

2. *Киреев, В.В.* Высокомолекулярные соединения: Учеб. для вузов по спец. «Хим. Технология высокомолекулярных соединений» / В.В.Киреев. –М.: Высш. шк.,1992. – 512 с.

РАСЧЕТ НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЭКСТРУДЕРА ПРИ РАЗРАБОТКЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО ФИЛАМЕНТА

В.А Федоренко, Е.Н. Старостина, Р.М. Куликов
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

В докладе приведена принципиальная схема экструдера с его основными конструкционными элементами для получения филамента и твердого топлива. Описана система нагрева и контроля за работой экструдера. Приведён пример расчета количества теплоты, которую необходимо подвести к экструдеру.

Ключевые слова: ФИЛАМЕНТ, ТОПЛИВНЫЕ ПЕЛЛЕТЫ, ЭКСТРУЗИОННАЯ ГОЛОВКА, КОЛЬЦЕВОЙ НАГРЕВАТЕЛЬ, ПОТРЕБЛЯЕМАЯ ТЕПЛОТА

The report suggests a schematic diagram of an extruder, with its main structural elements, for the production of filaments and solid fuels. The heating system and control of the extruder operation is described. An example of calculating the amount of heat that must be brought to the extruder is given.

Key words: PHILAMENT, FUEL PELLETS, EXTRUSION HEAD, RING HEATER, HEAT CONSUMED

С каждым годом объемы свалок в странах СНГ только увеличиваются. Накапливание объема бытовых отходов грозит экологической катастрофой для всего человечества. Из-за накопившегося мусора страдает не только человек, как высшее звено эволюции, но большинство животных (млекопитающие, птицы, пресмыкающееся). На лесопилках и лесоповалах огромное количество отходов лесопереработки уничтожаются естественным путём, просто сгнивая и при этом, не принося пользы. Разработка и внедрение технологии по переработке вторсырья является важным этапом улучшения жизни человека. Применение данных материалов разнообразно, начиная с прессовки и сжигания в котельных до получения композиционных материалов.

Прессованные древесные отходы с возможным добавлением втор пластика, являются одним из вариантов твёрдого биотоплива.

Вторым вариантом применения вторсырья – это изготовление филамента для печати на 3D принтерах. На сегодняшний день применение 3D печати многие отрасли, от изготовления мелких деталей до строительства зданий.

Одним из этапов работы является усовершенствование конструкции экструдера. Вторым важным этапом, является разработка технологии для изготовления древесных гранул-пеллет и 3D прутка – филамента. При этом самым главным является расчет теплоты необходимой для нагрева экструдера.

Экструдер оснащен сменной головкой, которая представлена на рис. 1.

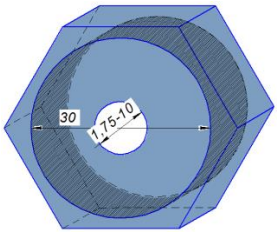
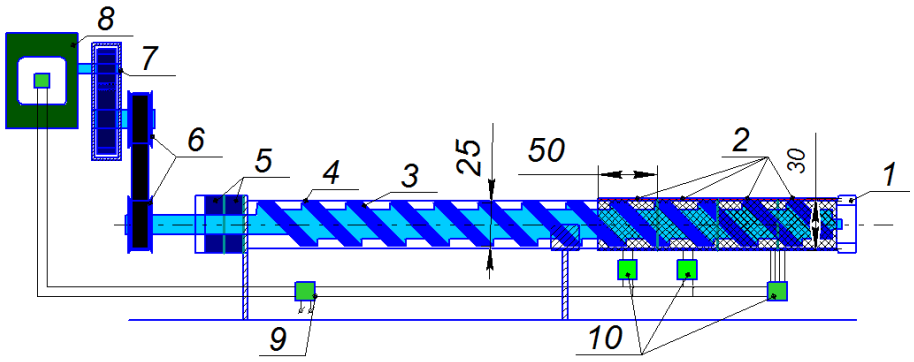


Рисунок 1 – Схема экструзионной головки

Для данного экструдера подготовлено несколько образцов экструзионной головки, в зависимости от диаметра выходящего отверстия. Для изготовления филамента применяются головки диаметром отверстия 1.75 и 3.0 мм, а для изготовления твёрдого топлива диаметром отверстия 5 и 10 мм.

Принципиальная схема установки для изготовления 3D прутка и древесных гранул – пеллет приведена на рисунке 2.



1 – головка; 2 – нагревательные элементы; 3 – гильза; 4 – шнек; 5 – подшипниковая пара; 6 – шкивы; 7 – редуктор; 8 – двигатель; 9 – реле управления нагревателями; 10 – микроконтроллерный регулятор.

Рисунок 2 – Принципиальная схема установки для получения филамента и твёрдого биотоплива

Данная установка дополнительно оснащена редуктором для повышения вращающегося момента и уменьшения скорости вращения. Установлено реле управления нагревом, на которые будет подаваться сигнал с помощью микроконтроллерного регулятора в зависимости от перерабатываемой смеси.

Для изготовления качественного материала, нужно знать основные параметры нагрева, для этого нужно рассчитать количество теплоты необходимое для нагрева экструдера.

Определим количество теплоты, которое необходимо подвести к экструдеру через систему подогрева.

Так как экструдер не оснащен системой охлаждения, расчет произведём по упрощённой формуле [1]:

$$E_н = E_м + E_п$$

где $E_м$ – теплота, которая уходит с нагретым материалом, кВт;

$E_п$ – потери тепла в окружающую среду, через кожух экструдера, кВт.

Определим теплоту, которая уходит с нагретым материалом:

$$E_м = G_м \cdot c_м \cdot (t_k - t_н)$$

где $G_м$ – количество перерабатываемого материала, $\frac{кг}{с}$;

$c_м$ – удельная теплоёмкость полимера, $\frac{кДж}{кг \cdot К}$;

$t_k - t_н$ – конечная и начальная температура полимера, К.

$$E_м = 0.00056 \cdot 2.346 \cdot (513 - 293) = 0.289 \text{ кВт}$$

Определим потери тепла в окружающую среду:

$$E_п = F_k \cdot \alpha \cdot (t_п - t_c),$$
$$F_k = \pi \cdot d_k \cdot L_k,$$
$$\alpha = (9.74 + 0.07 \cdot (t_п - t_c)) \cdot 10^{-3}$$

где F_k – площадь наружной поверхности корпуса экструдера, $м^2$;
α – коэффициент теплопередачи, $\frac{кВт}{м^2 \cdot К}$;
$t_п$ – температура наружной поверхности изолированного корпуса, °C;
t_c – температура окружающей среды, °C;
d_k – диаметр корпуса с изоляцией, м;
L_k – длина корпуса с изоляцией, м.

$$\alpha = \left(9.74 + 0.07 \cdot (40 - 20)\right) \cdot 10^{-3} = 0.014 \ \frac{кВт}{м^2 \cdot К}$$
$$F_k = 3.14 \cdot 0.035 \cdot 0.5 = 0.055 \ м^2$$
$$E_п = 0.055 \cdot 0.014 \cdot (40 - 20) = 0.015 \text{ кВт}$$

Минимальное количество теплоты которое необходимо подвести к экструдеру:

$$E_н = 0.289 + 0.015 = 0.304 \text{ кВт}$$

Данное значение не является константой для этого экструдера, так как оно вирируется в зависимости от природы перерабатываемого вещества.

Расчет потребляемой теплоты, является необходимым для выбора нагревательных элементов. Для экструдера были подобраны кольцевые нагреватели, так как они покроют большую поверхность экструдера, тем самым изолируя его. При выборе кольцевого нагревателя учитываются несколько параметров: мощность и внутренний диаметр.

Для нагрева экструдера были выбраны нагревательные элементы размером 30×50 и мощностью 150 Вт. Для экструдера применяются четыре нагревательных элемента, так как для данного вида работ запас мощности предусмотрен минимум вдвое. Запас мощности обеспечит стабильную работу аппарата и увеличит количество перерабатываемых смесей.

На данном этапе работы целью является получения филамента , и тестирование полученного образца. При этом важным этапом является подбор оптимального состава полимер-древесина для достижения качества материала. В последующем это даст возможность применять композиционный филамент для 3D печати и получения качественного изделия.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Технологические и энергетические расчеты при переработке полимеров экструзией: метод. указ. Для практических занятий, курсового и дипломного проектирования. Екатеринбург: УГЛТУ, 2010. − 56 с.

ХИМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА УГЛЕЙ С ЦЕЛЬЮ УВЕЛИЧЕНИЯ СТЕПЕНИ ИХ КОНВЕРСИИ В ПАРО-ГАЗОВЫЕ ПРОДУКТЫ

А.С. Хомякова, В.А. Колбаса, Л.Ф. Бутузова
ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»

В работе предложен метод химической обработки угля, который способствует разрушению межмолекулярных взаимодействий (ММВ), а именно метод алкилирования гидроксидом тетраметиламмония (ТМА). Показано, какие изменения происходят в органической массе угля, и как они влияют на выход продуктов полукоксования.

Ключевые слова: УГОЛЬ, СТЕПЕНЬ КОНВЕРСИИ, АЛКИЛИРОВАНИЕ, ПОЛУКОКСОВАНИЕ, МЕЖМОЛЕКУЛЯРНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ, ОРГАНИЧЕСКАЯ МАССА УГЛЯ

The paper proposes a method of chemical treatment of coal, which contributes to the destruction of intermolecular interactions (MMV), namely the method of alkylation of Tetramethylammonium hydroxide (TMA). It is shown what changes occur in the coal, and how they affect the yield of semi-coking products.

Key words: COAL, DEGREE of CONVERSION, ALKYLATION, POLYOXOANION, INTERMOLECULAR INTERACTIONS, ORGANIC MASS of COAL

Уголь является одним из основных энергоносителей органического происхождения, а также альтернативным источником сырья для химической промышленности. Проведенные исследования показали, что энергетические угли в наше время используют не рационально, т.е. сжигают, в то время как, возможно получать ценные продукты, такие как высококалорийные горючие газы, жидкие продукты и т.д.

Основная масса угля, добываемого в Донецком бассейне, относится к энергетическому углю. Однако при целенаправленном воздействии на структуру угольного вещества возможно максимально реализовать физико-химический потенциал такого угля с учетом выполнения требований потребителя к конечному продукту [1].

Менее метаморфизированные виды углей, наиболее реакционноспособные, отличаются большим выходом летучих веществ, а также представляют собой ценное сырье, пригодное для химической и термохимической переработки разными методами. Одним из методов, химической обработки углей является алкилирование, которое заметно повышает соотношение $\frac{H}{C}$. При о-алкилировании разрушается развитая система водородных связей, что оказывается полезным для получения большего количества ценных продуктов полукоксования. [2].

Целью работы является поиск путей увеличения степени конверсии органической массы топлива в паро-газовые продукты в условиях стандартного полукоксования.

Для реализации поставленной задачи использовали совокупность термических и физико-химических методов исследования, метод алкилирования органической массы угля (ОМУ), метод экстракции и определения структурно-группового состава полукоксовой смолы.

Метод полукоксование проводили в соответствии с ГОСТ 3168-93, ИСО 647-74 «Метод определения выхода продуктов полукоксования».

Процесс полукоксования проводили в соответствии с ГОСТом 3168-66. Сущность метода полукоксования заключается в количественном определении выхода первичной смолы, полукокса, пирогенетической воды и газа, получаемых при нагревании топлива без доступа воздуха до 520 °С в алюминиевой реторте.

Элементный и технический анализы образцов выполняли по ГОСТ 12113-94, ГОСТ 27314-91, ГОСТ 11022-95.

Методика, предложенная Русчевым, заключалась в определении структурно-группового состава, в разделении веществ, входящих в состав смол полукоксования по классам органических соединений (карбоновые кислоты, фенолы, органические основания, нейтральные соединения и т.д.).

Исследуемый уголь подвергали предварительной обработке путем алкилирования 25 %-ным раствором тетраметиаммония в метаноле в соотношении 1:1 (на 10 г угля 10 мл раствора). Раствор из пипетки по капле приливали в чашку Петри, заполненную навеской угля. Полученную смесь выдерживали под вытяжкой 7 суток до полной пропитки раствором и взвешивали. Судя по весу смеси после выдержки ее при комнатной температуре, уголь полностью впитывает раствор ТМА и набухает. Этот метод выбран, поскольку гидроксид тетраметиламмония (ТМА) используется в качестве поверхностно-активного вещества при синтезе ферромагнитых жидкостей, чтобы препятствовать слипанию её частиц.

В эксперименте использовали уголь шахты Южно-Донбасская, характеристики которого приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика угля шахты «Южно-Донбасская»

Шахта	Технический анализ			Элементный анализ, ^{daf}			
	W^a, %	A^d, %	V^{daf}, %	C, %	H, %	S_o, %	(N + O), %
Южно-Донбасская	0,9	3,3	38,9	81,57	5,47	0,68	12,28

Результаты, полученные при проведении лабораторного полукоксования угля с добавкой и без приведены в таблице 2. Как видно из таблицы, при введении тетраметиламмония интенсифицируются реакции деструкции ОМУ, наблюдается снижение выхода полукокса, значительное увеличение выхода жидких продуктов и газа.

Таблица 2 – Выход продуктов полукоксования, %

Образец	Полукокс	Пирогенетическая вода	Смола	Газ	Потери
Исходный уголь	69,71	8,98	15,03	6,23	0,05
Уголь+ ТМА	44,62	9,13	16,56	29,69	0,02

Результаты анализа полукоксового газа исследуемого угля до и после обработки показаны в таблице 3.

По результатам анализа газов, полученных при полукоксовании исходного и обработанного ТМА угля, можно сделать вывод о влиянии химической обработки на количественный состав полукоксового газа (увеличение содержания водорода) и энергетический выход, представленный в таблице 4.

Таблица 3 – Содержание полукоксового газа

Исходный уголь				Обработанный уголь ТМА			
	%	*%	**%		%	*%	**%
CO_2	2,6	3,5	3,6	CO_2	8,63	9,7	10,04
CO	4,8	6,0	6,31	CO	5,38	6,1	6,25
H_2	22,6	28,5	29,86	H_2	28,04	31,7	32,58
CH_4	42,8	54,1	56,6	CH_4	40,97	46,2	47,6
C_nH_m	2,8	3,5	3,7	C_nH_m	3,02	3,3	3,49
O_2	3,5	4,4	0	O_2	2,66	3,0	0
N_2	20,9	0	0	N_2	11,3	0	0
∑	100	100	100	∑	100	100	100

* - без учёта азота

** - без учёта кислорода воздуха и азота

Таблица 4 – Влияние химической обработки на количественный анализ полукоксового газа, %

Химическая обработка	$H_2S+ CO_2$	C_mH_n	CO	H_2	CH_4	$Q_н^*$, $\frac{кДж}{м^3}$
Исходный уголь	3,51	3,7	6,31	29,86	56,4	26218
Уголь+ ТМА	10,04	3,49	6,25	32,58	47,6	27666

При полукоксовании пирогенетическая вода образуется за счет кислорода и водорода органической массы, которая совместно с влагой топлива конденсируется и образует подсмольную воду. В такой воде могут содержаться низшие спирты, муравьиная и другие водорастворимые кислоты, фенолы. Полученная в условиях настоящего эксперимента смола полукоксования содержит ряд ценных продуктов, таких как фенолы, карбоновые кислоты, органические основания, нейтральные соединения.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Жеребцов, И.П.* Модификация углей низких стадий метаморфизма в процессе алкилирования / И.П. Жеребцов, В.И. Лозбин Исследование процесса алкилирование угля метанолом. − Кемерово, 1989. С. 26. Деп. в ВИНИТИ 23.03.90 г. №1523-В90.

2. *Жеребцов, С.И*. Влияние алкилирования угля метанолом на спекаемость / С.И. Жеребцов, В.И. Лозбин // Химия твёрдого топлива. − 2003. − №2. − С 8–13.

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНЫХ ПЛАСТИКОВ ПУТЕМ ИХ РЕЦИКЛИНГА В ФИЛАМЕНТ ДЛЯ 3D ПЕЧАТИ

А.И. Маковский, В.В. Ошовский
ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»

В докладе рассмотрены проблемы утилизации твердых бытовых отходов. Проанализирована возможность переработки бытового пластика с получением нити для 3D печати. Разработана модель прибора первой стадии подготовки пластиковой нити.

Ключевые слова: ТВЕРДЫЕ БЫТОВЫЕ ОТХОДЫ, ПЛАСТИК, ПЕРЕРАБОТКА, 3D-ПЕЧАТЬ.

The report examines the problem of disposing of solid waste. The possibility of recycling of household plastic to form a filament for 3D printing. The model of the device of the first stage of preparation of the plastic filament.

Key words: MUNICIPAL SOLID WASTE, PLASTICS, PROCESSING, 3D-PRINT.

Поиск путей утилизации твердых бытовых отходов (ТБО) является одной из задач, решением которой занимается множество ученых по всему миру. Появление и развитие новых производств, быстрый рост населения, как следствие рост потребления, все это приводит к увеличению объемов отходов, представляющих опасность для окружающей среды.

За последние годы вырос уровень производства и потребления полимерных материалов, большая часть произведенной продукции приходится на упаковочную тару, а, как известно, данный тип отходов относится к практически не разлагаемым отходам. Хотя многие производства и практикуют внедрение технологий для создания биоразлагаемых полимеров, однако для полного отказа от существующих методов потребуется много времени участках с прямым доступом солнечного света. В таких системах обычно применяется механический способ перемешивания посредством барабанов и лопастных колес. Данная система наиболее распространена в странах с длительным солнечным периодом и теплым климатом, таких как США, Индия, в странах Африки, некоторых странах Европы [1].

На сегодняшний день в большинстве стран наиболее распространенным методом утилизации и обезвреживания ТБО остается складирование на полигонах. Данный метод представляет собой вывоз и захоронение ТБО на отведенных территориях. Утилизация отходов таким способом, подразумевает, что со временем захороненные отходы превратятся в грунт, а территорию снова можно будет ввести в эксплуатацию, однако у этого метода есть ряд недостатков, таких как не соблюдение территориальных требований к расположению полигона, зачастую случается так, что полигоны разрастаются за пределы отведенных границ и тем самым доставляют массу неудобств близлежащим жилым массивам, еще одним недостатком является нарушение правил сортировки отходов перед захоронением, что в свою очередь приводит к попаданию отравляющих веществ в почву и подземные воды.

Утилизация ТБО на мусоросжигательных заводах предполагает вывоз и последующую переработку путем сжигания в специализированных печах. Такие печи постоянно совершенствуются для минимизации выброса отравляющих веществ в атмосферу [1; 2], однако данный вид переработки ТБО так же как и предыдущий является не рациональным по отношению к использованию вторичных ресурсов.

Поэтому проблема переработки ТБО все еще остается нерешенной и поиск путей для ее решения дает возможность разрабатывать и внедрять в производство новые технологические решения, а так же проводить совершенствование уже существующих технологий.

Использование отходов полимерных материалов помогает решить сырьевые проблемы, позволяя сократить потребление первичных материальных ресурсов. Например: пластиковые бутылки – это не просто тара для упаковки напитков жидкостей. Подавляющее большинство тары, которую мы используем для напитков и прочих жидкостей, изготовлено из полиэтилентерефталата (ПЭТ). Этот материал имеет следующие отличительные характеристики: идеальная прозрачность (упаковка из полиэфира отличается отличным светопропусканием); жесткость (несмотря на очень малую толщину стенки, материал не деформируется); легкость (изделия имеют малый вес по сравнению с объемом). А одними из главных преимуществ бутылок ПЭТ является то, что они находятся в общем доступе, экономически выгодны и подвергаются вторичной переработке. Вторичный ПЭТ можно применять для изготовления волокна и прутков для кустарного производства щеток и метелок, абразивных материалов — для этого абразив замешивается вместе с дробленым материалом и подается в экструдер; шпагата или упаковочной ленты — изменив отверстие в фильере, можно придать любую форму готовому изделию. К недостаткам пластика ПЭТ можно отнести:

-склонность к самопроизвольной кристаллизации, что сказывается на появлении деформаций в конечном продукте,

-пропусканием ультрафиолетовых лучей,

-проницаемостью для молекул газов,

-необходимость в резком охлаждении, если требуется получить прозрачные модели.

Наиболее актуальным для современного состояния вопроса рециклинга пластиков является изготовление из вторично-переработанных ПЭТ-бутылок нитей для 3D принтеров и 3D ручек. Высокая цена на пластиковую ABS нить (filament) для 3D принтеров на сегодня не позволяет большинству пользователей заниматься творчеством в полной мере. Идея использовать отходы пластика для производства нити позволит получить минимальную её себестоимость.

Бутылки из ПЭТ – это уникальный материал, который даже после использования, может обладать массой ценных применений.

В данном исследовании рассматривается разрабатываемый процесс производства нити из бутылок ПЭТ, состоящий из трех стадий:

1) нарезка бутылки с заданной толщиной ленты,

2) термическая обработка ленты в экструдере,

3) намотка готового прутка на катушку.

Технологическая схема процесса изготовления пластиковой нити представлена на рис.1.

Рисунок 1 – Функциональная схема процесса изготовления пластиковой нити

На схеме представлены следующие узлы установки для переработки бутылок ПЭТ:

1. Узел подготовки исходной ленты. Этот этап включает в себя подготовку пластиковой бутылки к дальнейшей её переработке. На этой стадии бутылка нарезается на ленты с заданной шириной в специальном устройстве.

2. Экструдер филамента. После нарезки, лента подается в нагреватель. Здесь пластик нагревается до такой температуры при которой он может деформироваться постепенно плавясь. Далее он проходит через круглое отверстие приобретая форму прутка с заданным диаметром.

3. Узел намотки готового филамента представляет собой катушку с зубчатым венцом, установленную в корпусе и вращаемую шаговым двигателем. Сюда непрерывно подается готовый пруток с предыдущей стадии.

4. Компьютеризированная система управления. В этот узел входят: термопара, которая находится непосредственно на самом нагревателе; ПИД – регулятор, который управляет нагревом; SCADA − на основе специализированного ПО; средства беспроводной связи.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что разработка технологий для рециклинга твердых бытовых отходов, в том числе и полимерных отходов бытового назначения, может помочь в решении проблем загрязнения окружающей среды, а так же дает возможность производить из перерабатываемого сырья продукцию по своим характеристикам не уступающую более дорогим аналогам.

Используя данный подход вторичной переработки ПЭТ можно решить сразу две проблемы: сократить затраты на 3D-печать и очистить планету от пластикового мусора. Экономия от такого способа рециклинга очевидна, поскольку на изготовление нити требуется меньше энергии, чем при традиционном способе производства, а также меньше, чем необходимо для простой утилизации.

На нынешнем этапе исследований реализован узел подготовки исходной ленты, и получены первые образцы.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Алемасов, В.Е.* Основы теории физико-химических процессов в тепловых двигателях и энергетических установках / В.Е. Алемасов, А.Ф. Дрегалин, А.С. Черенков. −М.: Химия, 2000. − 520 с.

2. *Бобович, Б.Б.* Переработка отходов производства ипо-требления / Б.Б. Бобович, В.В. Девяткин. - М.: Интермет Инжиниринг, 2000. − С. 224-225.

ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ АНТРАЦЕНА НА СПЕКАЕМОСТЬ ГАЗОВЫХ УГЛЕЙ

Н.М. Оксак, В.А. Печень, Л.Ф. Бутузова
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

В докладе описано влияние добавки антрацена на формирование пластического слоя газовых углей, а также сравнение влияния добавки на выход продуктов термофильтрации хорошо спекающегося и слабоспекающегося углей.

Ключевые слова: СЛАБОСПЕКАЮЩИЙСЯ УГОЛЬ, ТЕРМОФИЛЬТРАЦИЯ, АНТРАЦЕН, ЖИДКИЕ НЕЛЕТУЧИЕ ПРОДУКТЫ

The report describes the influence of anthracene additives on the formation of a plastic layer of gas coals, as well as a comparison of the effect of additives on well caking and low-caking coals.

Keywords: CAKING COAL, THERMALFILTRATION, ANTHRACENE, LIQUID NON-VOLATILE PRODUCTS

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 переходить при нагревании в пластическое состояние. Таким свойством в большей мере обладают наиболее дефицитные угли средней стадии метаморфизма.

Ограниченная возможность применения газовых углей в шихтах коксохимических заводов, производящих металлургический кокс, связана с тем, что

они при слоевом коксовании обуславливают образование микротрещин в коксе, существенно снижающих его прочность, поэтому газовые угли используются, в основном, как энергетическое и коммунально-бытовое топливо.

Чтобы расширить сырьевую базу коксования, разрабатываются новые процессы подготовки и коксования шихт с повышенным содержанием газовых углей.

Целью настоящей работы является оценка влияния добавки антрацена, как одного из важнейших компонентов каменноугольной смолы, на формирование пластического слоя газовых углей по данным термоцетрифугирования.

Таблица 1 - Характеристика исследуемого угля

Шахта	Марка угля, пласт	Тип	Технический анализ, %				Элементный анализ, % daf		
			W^a	A^d	S^d_t	V^{daf}	C	H	O+N
Центральная	Г, k_7	***а***	2,2	5,2	1,22	36,0	85,1	5,11	8,71

Метод термофильтрационного 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 жидких нелетучих продуктов (ЖНП), количество и состав которых определяет свойства пластической массы, определяют выход надсеточного твердого остатка (НО) и парогазовых (Г) летучих продуктов термической деструкции.

Термофильтрационное центрифугирование проводили в аппарате ХПИ по ГОСТ 17621-89. Печь трубчатая с электрическим обогревом обеспечивает нагревание пробы угля со скоростью до 100°С в минуту в интервале температур от 20 до 600°С.

Для определения выхода жидкоподвижных продуктов готовили навеску угля массой 6 ± 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 ± 0,01 г, состоящую из трех отдельных частей – класса 1 – 3 мм, 0 – 1 мм и добавки.

Выход жидкоподвижных продуктов определяли весовым методом. Твердый остаток отделяли от вкладыша и асбестовой прокладки и также взвешивали. Выход парогазовой фазы определяли по разности между массой исходной навески угля и суммой масс жидкоподвижных продуктов и твердого остатка [2].

Для оценки действия добавки были проведены сравнительные опыты по определению выхода продуктов термофильтрации для слабоспекающегося угля марки Г и хорошо спекающегося угля марки Ж.

Как видно из таблицы 2, в результате со-пиролиза угля марки Г с добавкой наблюдается увеличение выхода ЖНП по сравнению с выходом ЖНП из индивидуального угля на 3%. Следовательно, возрастает его спекающая способность. При этом выход надсеточного остатка уменьшился примерно на 3%, а выход парогазовой фазы практически не изменился. Следовательно, добавка антрацена способствует увеличению степени разложения надсеточного остатка.

На рис.1 показаны гистограммы сравнительного выхода продуктов термофильтрации газового и жирного угля с применением 5% добавки антрацена.

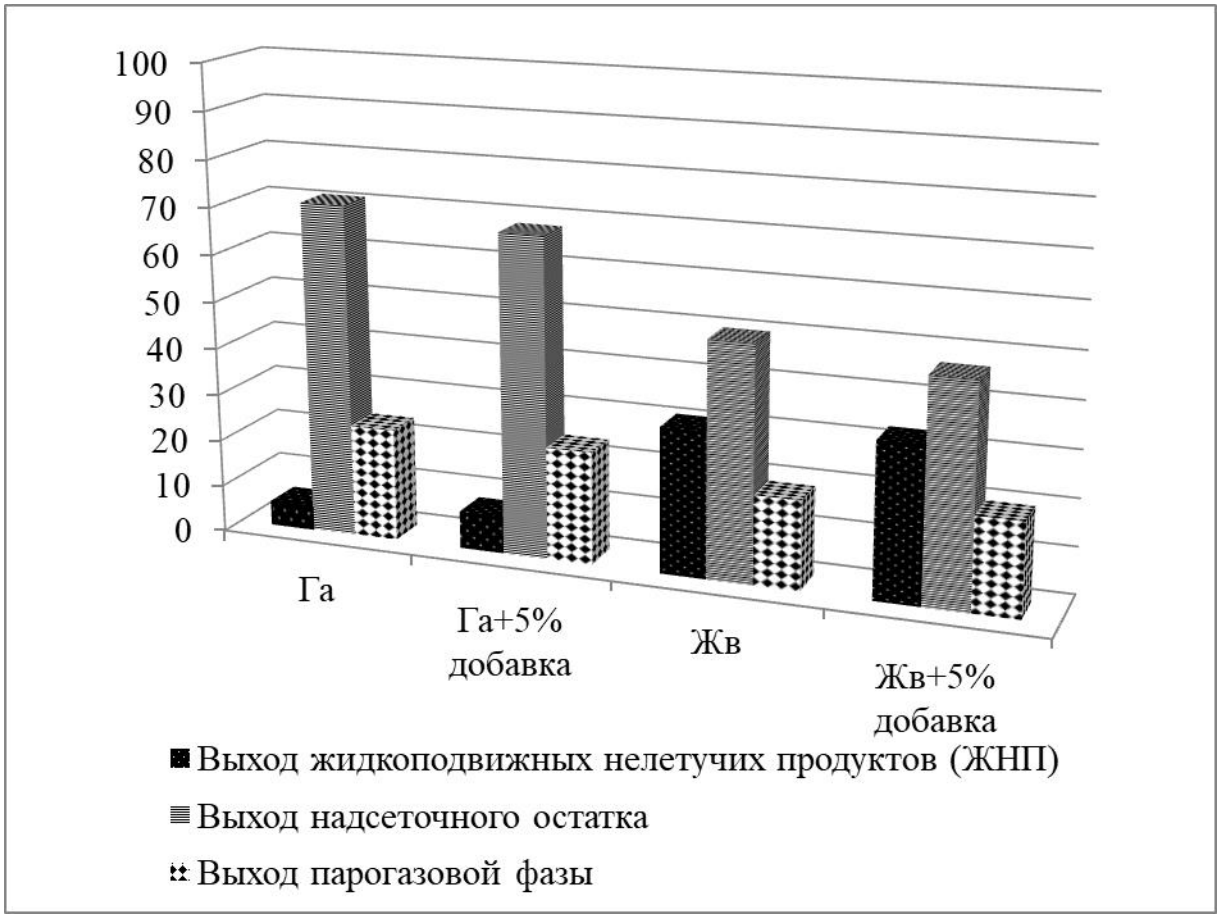


Рисунок 1 − Выход продуктов термофильтрации

Как видно из рисунка, для обоих углей наблюдается увеличенный выход ЖНП в присутствие антрацена и снижение выхода надсеточного остатка.

Положительный эффект добавки, по видимому, связан не только с тем, что антраценовое масло является хорошим растворителем для ароматики, а также с тем, что антрацен является носителем ароматических конденсированных структур, обеспечивающих образование анизотропной жидкокристаллической фазы.

Таблица 2 - Выход продуктов термофильтрации

Уголь	Выход жидкоподвижных нелетучих продуктов, % daf	Выход надсеточного остатка, %daf	Выход парогазовой фазы, %daf
		эксп.	эксп.
Г	5	71	24
Г	5	70	25
Г+5% добавка	8	68	24
Г+5% добавка	8	67	25

Полученные в работе результаты подтверждают гипотезу о том, что низкая способность газовых углей переходить в пластическое состояние объясняется недостаточным содержанием в их подвижной фазе ароматических передатчиков

водорода. Высокая спекаемость жирных углей связана с накоплением критического количества полициклических ароматических углеводородов, способных связываться в стопки, образующие мезофазу. Показано, что при переходе исследуемых углей в пластическое состояние антрацен может также играть роль внутреннего растворителя, что приводит к увеличению выхода ЖНП.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Печень, В.А.* Оптимизация условий термофильтрации жирного угля в присутствии добавки антрацена / В.А. Печень, С.И. Федоренко, Л.Ф. Бутузова // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов: сборник докладов XII Международной конференции аспирантов и студентов / ДОННТУ, ДонНТУ. – Донецк: ГОУ ВПУ «ДОННТУ», 2018. – С. 190-192.

2. ГОСТ 17621-89 Угли каменные. Метод определения выхода жидкоподвижных продуктов из пластической массы угля.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ УГЛЕЙ ДОНЕЦКОГО БАССЕЙНА И ИХ ПОЛУКОКСОВ МЕТОДОМ DRIFT-СПЕКТРОСКОПИИ

И.В. Подройко[1], Л.Ф. Бутузова[1] С. Маринов[2]
[1]Донецкий национальный технический университет
[2] Bulgarian Academy of Sciences, Institute of Organic Chemistry, Sofia 1113, Bulgaria

В докладе проведено сравнительное исследование поведения изометаморфных пар углей в процессе низкотемпературного пиролиза. Установлено влияние серы и степени метаморфизма на структурно-групповой состав углей и продуктов их пиролиза методом DRIFT-спектроскопии.

Ключевые слова: DRIFT-СПЕКТРОСКОПИЯ, УГЛИ, СЕРА, ПОЛУКОКС

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. The influence of sulfur on the pyrolysis process is established.

Key words: DRIFT-SPECTROSCOPY, COAL, SULFUR, SEMICOKE

ИК-спектроскопия с преобразованием Фурье и техникой диффузного отражения (DRIFT) в последнее время используется в углехимии и имеет значительные преимущества перед другими методами. Важным преимуществом данного метода является возможность использования компьютера для цифрового накопления и обработки данных, что позволяет проводить программный контроль эксперимента, коррекцию базовой линии. Метод базовой линии позволяет частично устранить последствия отклонения от закона Ламберта-Бера, обусловленные неоднородностью образцов, присутствием частиц большего размера по сравнению с длиной волны и др.

Цель работы заключается в оценке влияния степени метаморфизма и типа по восстановленности на структуру углей методом DRIFT-спектроскопии и определении параметров, которые наилучшим образом отражают указанные характеристики.

Объектом исследования являются угли донецкого бассейна марок Д, Г, Ж, характеристика которых приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Элементный и технический анализы образцов

Шахта, пласт	Тип	Технический и элементный состав углей							
		A^d	V^{daf}	C^{daf}	H^{daf}	y	S_t^d	$S_п^d$	S_o^d
Челюскинцев l_4 – Д	*а*	2,4	35,6	79,3	4,94	-	2,17	0,11	2,02
Центральная k_7 - Г		5,2	36,0	85,1	5,11	-	1,22	0,16	1,05
Гагарина,m_3 Ж		3,7	28,7	87,8	5,10	22	0,70	0,03	0,6
Украина k_8 Д	*в*	9,9	41,8	77,9	5,30	-	2,87	0,80	0,82
Димитрова l_1 Г		4,4	38,7	83,8	5,34	-	2,49	1,12	1,36
Гагарина, m_4		12,2	35,6	83,6	4,9	32	3,75	2,41	1,3

Построение базовой линии проводили по локальным минимумам, которые регистрируются при определенной длине волны и являются характеристическими для всех ИК-спектров углей [1,2]. При анализе спектров рассматривали отношение разных полос к наиболее устойчивой в условиях эксперимента полосе (1600 $см^{-1}$), что позволяет сравнивать разные спектры. Результаты представлены в таблице 2.

Из таблицы 2 видно, что при переходе от углей марок Г и Ж к полукоксам уменьшается относительное количество мостиковых связей, алифатического водорода, и увеличивается содержание ароматического водорода, как для слабо восстановленных, так и для восстановленных углей. Количество фенольных групп при переходе к стадии полукоксования для слабо восстановленных газовых уменьшается, а для восстановленных увеличивается. Увеличивается количество С=О связей для всех исследуемых углей. При полукоксовании углей марки Д уменьшается количество фенольных групп для углей обоих типов, увеличивается количество мостиковых связей. Этот факт свидетельствует об образовании эфирных групп из фенольных групп. Количество коротких углеродных цепочек (I_{2950}/I_{1600}) уменьшается для всех полукоксов за исключением жирного угля типа *а*. Для спекающихся жирных углей характерно относительно высокое содержание алифатического водорода, которое выше в сравнении с неспекающимися углями (I_{3050}/I_{2920}), что прекрасно согласуется с низким значением отношения I_{1740}/I_{2920}, характеризующего прочность межмолекулярных взаимодействий. Анализ DRIFT-спектров полукоксов показывает, что при температуре 520º С идут реакции отрыва боковых алифатических групп (I_{2920}/I_{1600}), реакции ароматизации.

Основные отличия в характере спектров длиннопламенных углей разных типов по восстановленности наблюдаются для полос 3050 $см^{-1}$ и 1640 $см^{-1}$. Эти отличия показывают, что при полукоксовании длиннопламенных углей типа *а* уменьшается относительное содержание ароматического водорода, алифатических парафиновых цепочек и карбонильных групп не связанных с ароматикой, а для полукоксов длиннопламенных углей типа *в* наблюдается обратное изменение интенсивностей указанных полос.

Оценивая относительную интенсивность I_x/I_{2920}, можно сделать вывод, что термические превращения на стадии полукоксования в целом приводят к увеличению прочности межмолекулярных взаимодействий, увеличению относительного количества коротких парафиновых цепей (кроме углей марки Ж), а также к увеличению количества ароматического водорода по отношению к алифатическому, что согласуется с данными [2]. Относительная интенсивность полосы 1250 $см^{-1}$, отвечающая за поглощение простых эфиров, снижается для полукоксов марок Г и Ж, что свидетельствует о разрушении кислородсодержащих и серосодержащих мостиков, что способствует переходу угля в пластическое состояние.

Таблица 2 – Относительная интенсивность I_x/I_{1600} I_x/I_{2920} для углей марки Д, Г, Ж и их продуктов пиролиза

Тип	Шахта, пласт	Термо-обработка	Относительная интенсивность I_x/I_{1600}												
			3300	3050	2950	2920	2850	1740	1640	1440	1370	1250	860	800	740
а	Челюскинцев, l_4 Д	уголь	0,93	0,93	1,03	1,03	-	0,03	0,34	0,76	-	0,30	-	-	-
		ПК*	0,63	0,87	0,75	0,70	-	0,66	0,72	0,88	-	0,82	-	-	-
	Центральная k_7 Г	уголь	0,31	0,12	0,34	0,610	0,46	0,01	-	0,53	0,09	0,326	0,26	0,32	0,24
		ПК*	0,27	0,20	0,10	0,157	0,10	0,08	-	0,33	0,29	0,075	0,67	0,61	0,53
	Гагарина, m_3 Ж	уголь	0,15	0,14	0,39	0,72	-	0,03	0,34	0,52	-	0,30	-	-	-
		ПК*	0,33	0,14	0,19	0,45	-	0,06	0,27	0,40	-	0,34	-	-	-
в	Украина k_8 Д	уголь	0,81	0,78	0,97	0,97	-	0,61	0,83	0,77	-	0,66	-	-	-
		ПК*	0,71	0,87	0,83	0,79	-	0,88	0,85	0,94	-	0,91	-	-	-
	Димитрова l_1 Г	уголь	0,47	0,13	0,37	0,61	0,49	0,03	-	0,58	0,069	0,27	0,25	0,30	0,21
		ПК*	0,58	0,48	0,25	0,28	0,29	0,12	-	0,12	0,042	0,16	0,68	0,79	0,85
	Гагарина, m_4 Ж	уголь	0,19	0,13	0,54	0,88	-	0,02	0,32	0,74	-	0,25	-	-	-
		ПК*	0,33	0,15	0,42	0,79	-	0,08	0,25	1,03	-	0,19	-	-	-

Тип	Шахта, пласт	Термо-обработка	Относительная интенсивность I_x/I_{2920}			Тип	Шахта, пласт	Термо-обработка	1740	2950	3050
			1740	2950	3050						
а	Челюскинцев, l_4 Д	уголь	0,76	1,00	0,90	*в*	Украина k_8 Д	Уголь	0,63	1,00	0,80
		ПК*	0,94	1,07	1,24			ПК*	1,11	1,05	1,10
	Центральная k_7 Г	уголь	0,01	0,54	0,20		Димитрова, l_1Г	уголь	0,04	0,61	0,21
		ПК*	0,50	0,62	1,31			ПК*	0,43	0,89	1,70
	Гагарина, m_3 Ж	уголь	0,04	0,54	0,20		Гагарина, m_4 Ж	уголь	0,03	0,61	0,15
		ПК*	0,13	0,42	0,31			ПК*	0,11	0,54	0,19

ПК* - полукокс, получен при 520ºС

Таким образом, отличие в поведении малосернистых и сернистых углей при полукоксовании заключается в том, что полученный из сернистых углей полукокс, характеризуется большим относительным количеством ароматического водорода и C=O 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».

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Machnikowska, H.* The characterization of coal macerals by diffuse reflectance infrared spectroscopy [Text] / H. Machnikowska, A. Krzton, J. Machnikowski / Fuel. – 2002. – V.81 –P. 245–252.
2. *Bechtel, A.* Thermochemical and geochemical characteristics of sulphur coals / A. Bechtel, L. Butuzova, O. Turchanina // Fuel Processing Technology, 2002. –V. 77-78. − P. 45-52.

РАЗРАБОТКА ПРИБОРА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВЯЗКОСТИ ЖИДКИХ СМЕСЕВЫХ ТОПЛИВ

Н.Э. Савченко, В.В. Ошовский
ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»

Проанализирована возможность создания микроконтроллерного измерительного прибора по определению вязкости жидких топлив.

Ключевые слова: ВИСКОЗИМЕТР, ВЯЗКОСТЬ, АВТОМАТИЗАЦИЯ, ХИМИЧЕСАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ.

The analisys of capabilities of design of the mcu-viscometer to determine the viscosity of fuels.

Key words: VISCOMETER, VISCOSITY, AUTOMATION, CHEMICAL INDUSTRY.

Выбор данной темы был обусловлен тем, что прибор – вискозиметр на сегодняшний день являются неотъемлемой составляющей измерительной лаборатории любого предприятия по производству и контроля качества жидкого топлива

В настоящее время, в связи с возрождением промышленности в нашей республике, для контроля качества топлив широкого спектра применения, найдет прибор вискозиметр, который позволяет контролировать качество дизельного топлива. Для измерения вязкости (вискозиметрии) применяют ряд экспериментальных методов, основанных на различных принципах. Каждый их этих методов обладает особым диапазоном условий дозиметрии и её методов мало распространена и фактически не упоминается в повседневной жизни, но безусловно, приборы вискозиметры занимают достойное место в списке важных изобретений человечества.

Вязкость является одним из основных показателей качества дизельных топлив, нормируемых стандартом. Вязкость влияет на износ приборов системы питания и процесс смесеобразования для смесевых топливных композиций. Слишком большая вязкость топлива затрудняет прокачиваемость его через фильтры и трубопроводы, а

также приводит к плохому распылению при впрыске в цилиндр двигателя. А при малой вязкости ухудшается смазка топливного насоса, возрастает износ плунжерных пар, сокращается цикловая передача из-за подтекания топлива, в результате чего может привезти к серьезным поломкам. Вязкость можно измерять в абсолютных (динамическая, кинематическая) и условных единицах. Для дизельных топлив принято оценивать кинематическую вязкость. Она показывает отношение динамической вязкости к плотности жидкости при той же температуре [2].

Актуальность темы заключается еще и в том, что с помощью предлагаемого измерительного комплекса, можно определять качество биодизеля и других жидких топлив, без использования дорогостоящего оборудования, как правило, импортного. Очевидным достоинством является простота его использования.

С помощью вискозиметра можно контролировать разнообразные жидкие среды, путем определения их вязкости.

Эти сведения могут быть полезны в следующих научных и производственных направлениях:

– медицина (определение густоты крови);

– фармацевтика (создание мазеобразных лекарств значительных консистенций);

– пищепром (измерение характеристик сырья и готовой продукции, например, молока, соков);

– нефтепромышленность (анализ автомобильных масел, бензина, парафина);

– химическая отрасль (определение состояния лаков, красок, смол и т.д.).

В основе принципа действия прибора лежит тот факт, что нагрузочная характеристика электродвигателя постоянного тока линейна.

При погружении чувствительного элемента вискозиметра в исследуемую жидкую среду (при условии, что он жестко связан с ротором электродвигателя) ток потребления электродвигателя будет линейно возрастать с увеличением вязкости.

С помощью такого устройства можно проводить исследование различных веществ в широком температурном диапазоне.

Автоматические вискозиметры европейского производства сочетают в себе ряд уникальных особенностей, которые делают их незаменимым и оптимальным решением для различных типов производств, учитывая высокую степень производительности и минимальную погрешность в работе (±1%) [1].

В данный момент ведется разработка прибора, позволяющего в полуавтоматическом режиме осуществлять замер динамической вязкости жидких сред с фиксацией измерений в реальном времени. Возможна передача данных через беспроводное соединение на портативные устройства.

Вискозиметр снабжен микропроцессором, обеспечивающим автоматический режим проведения испытаний. Прибор имеет панель управления и экран для отображения текущих данных измерений. В практической части разрабатываемая система привода шагового двигателя для автоматического измерения показателя вязкости управляется ультразвуковым датчиком. Основная идея этой разработки состоит в том, что автоматический датчик измеряет расстояние в зависимости от заданной глубины погружения. При плавном погружении в жидкость на соответствующую глубину включается система для замера. Все эти данные отображаются на мониторе прибора и на смартфоне, при дистанционном контроле и управлении процессом (рис.1).

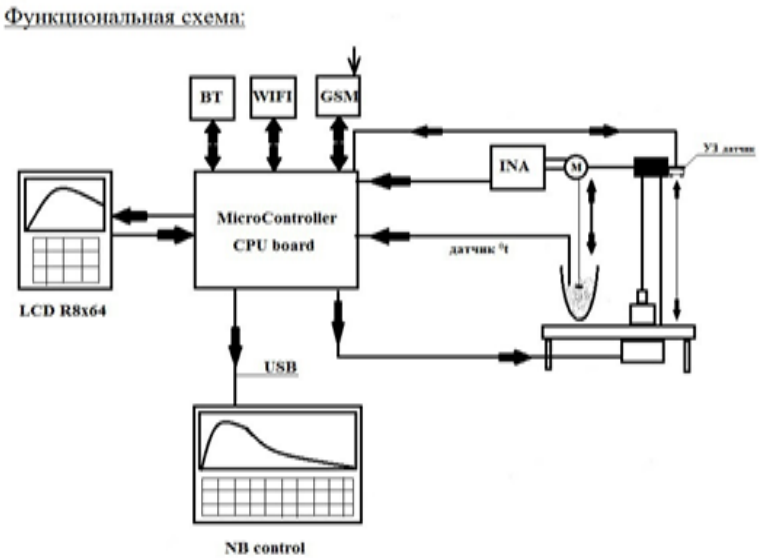


Рисунок 1 – Функциональная схема прибора

Функционально прибор состоит из:

– станины (1) – служит для размещения и удержания всех деталей установки;
– привода (2) – предназначен для подъема и опускания платформы;
– винта (3) – для передачи крутящего момента с привода на платформу;
– стойки (4) – для стабилизации движения платформы;
– корпуса платформы (5) – служит для защиты деталей, расположенных на платформе от внешнего воздействия;
– кожуха стойки винта (6) – предназначается для закрытия торцов винта и стойки;
– измерительного модуля (7) – служит для измерения плотности и вязкости измеряемых жидкостей; ультразвукового датчика (8) – предназначается для измерения глубины погружения прибора; датчика температуры (9) – служит для замера температуры измеряемой жидкости;
– монитора (10) – предназначается для отображения на экране показателей вех датчиков прибора.

Ниже представлено фото механического привода и главных компонентов корпуса прибора (рис.2):

1 – станина; 2 – привод; 3 – винт; 4 – стойка; 5 – корпус платформы; 6 – кожух стойки винта; 7 – измерительный модуль; 8 – ультразвуковой датчик; 9 – датчик температуры; 10 – монитор.

Рисунок 2 – Механический привод и главные компоненты корпуса прибора

Подводя итог, можно утверждать, что на сегодняшний день, выбранный для разработки прибор, является неотъемлемой частью любого производства. Он находит применение в таких отраслях как медицина, пищевая и особенно химическая промышленность, в ней он просто незаменим. С помощью этого устройства можно проводить исследования в широком температурном диапазоне. А также с его помощью можно контролировать и определять качество биодизеля и жидких смесевых топлив, в полуавтоматическом режиме осуществлять замер динамической вязкости и фиксировать измерения в реальном времени передавая их через беспроводное соединение на портативные устройства, а также они могут быть отображены на экране который находится непосредственно на приборе. В этом он превосходит некоторые импортные аналоги. В дальнейшем этот прибор планируется использовать и на коксохимических заводах республики.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1.https://www.systopt.com.ua/ru/vyskozymetr-vydy-y-osnovnye-sfery-prymenenyya/ Вискозиметр. Виды и основные сферы применения.

2. https://lektsii.org/5-6408.html Определение вязкости дизельного топлива.

ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ СТРОИТЕЛЬСТВА

А.А. Шейх, Т.С. Башевая
ГОУВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

В данной работе приведены исследования направленные на изучение проблемы отходов строительства и демонтажа, анализе существующих схем их утилизации и повторного использования на стройплощадке. Приведены результаты исследований направленных на изучение возможности замены в бетонных смесях природных компонентов отходами строительства.

Ключевые слова: ОТХОДЫ СТРОИТЕЛЬСТВА, БЕТОН, СТРОЙПЛОЩАДКА, РЕЦИКЛИНГ, СЫРЬЕ ВТОРИЧНОЕ, СМЕСИ БЕТОННЫЕ, ПРОЧНОСТЬ

This paper presents studies aimed at studying the problem of construction and dismantling waste, analysis of existing schemes of their utilization and reuse at the construction site. The results of studies aimed at studying the possibility of replacing natural components in concrete mixtures with construction waste are presented.

Keywords: CONSTRUCTION WASTE, CONCRETE, CONSTRUCTION SITE, RECYCLING, SECONDARY RAW MATERIALS, CONCRETE MIXES, STRENGTH

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 следствии разрушения зданий и сооружений образовалось большое количество строительных отходов и остро возникла необходимость решать проблему их утилизации. В дополнение к этим отходам в

ближайшее время могут добавиться отходы со стройплощадок, в связи с проведением восстановительных работ, которые предполагают строительство новых жилых зданий и восстановление разрушенных. Поэтому, *цель исследований* заключается в изучении проблемы отходов строительства и демонтажа, анализе существующих схем их утилизации и повторного использования в процессе возведения зданий.

Отходы строительства и демонтажа зданий (в англоязычной литературе Construction and Demolition Waste C&DW*)* чаще всего являются инертными отходами IV класса опасности (малоопасные). Проведенный анализ документации показал, что данные по компонентному составу строительных отходов очень разнятся [1]. Основные их компоненты – это бетон, железобетон, камень, кирпич и дерево. На рисунке 1 приведен усредненный состав отходов.

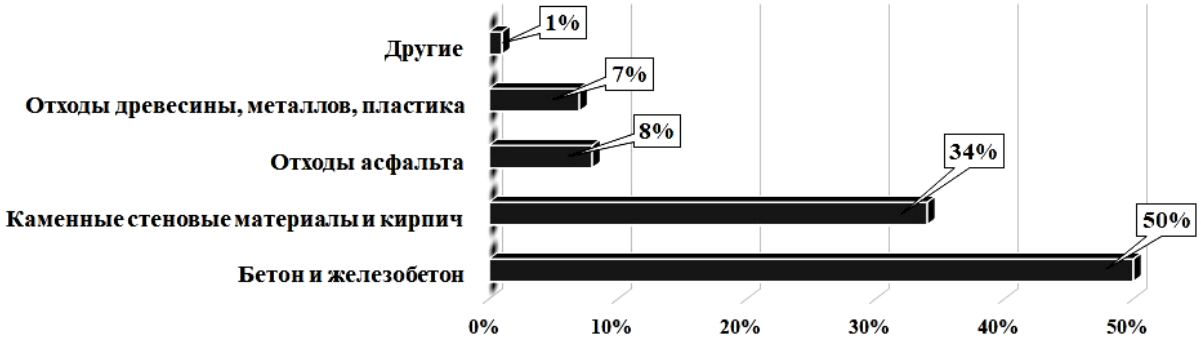


Рисунок 1 – Морфологический состав отходов

Более точный состав отходов можно получить при анализе проектной документации по конкретному объекту строительства. Следует отметить, что в отходах демонтажа ведущую роль занимают отходы бетонного лома (60–85 %). Поскольку, строительные отходы имеют очень высокий потенциал, то их можно использовать в качестве вторичного материального ресурса. При этом, лишь небольшая их часть повторно используется, а 75 % отходов – подвергаются захоронению.

Проведенный нами анализ схем обращения с отходами строительства и демонтажа применяемых в странах СНГ, показал, что в государстве работают примитивные схемы обращения с отходами строительства. Это объясняется тем, что отходы строительства относятся к группе комбинированных отходов и представляют собой нетоксичные, инертные отходы. Поэтому захоронение данного вида отходов не вызывает особых претензий и разрешено законодательством. В некоторых случаях схема усложняется этапом повторного использования строительных отходов. В результате на строительной площадке образуется замкнутый цикл, который начинается стадией демонтажа здания и заканчивается стадией переработки отходов с получением вторичных материалов. Наиболее экономически и экологически выгодным вариантом утилизации строительных отходов является их переработка непосредственно на стройплощадке, с дальнейшим использованием при восстановлении разрушенных и строительстве новых зданий. На рисунке 2 приведен перечень возможных способов использования строительных отходов в качестве вторичного материального сырья.

Следует отметить, что на практике чаще всего используются наипростейшие технологии, примером которых является использование отходов для закладки фундамента, при строительстве дорожного полотна, благоустройстве территорий.

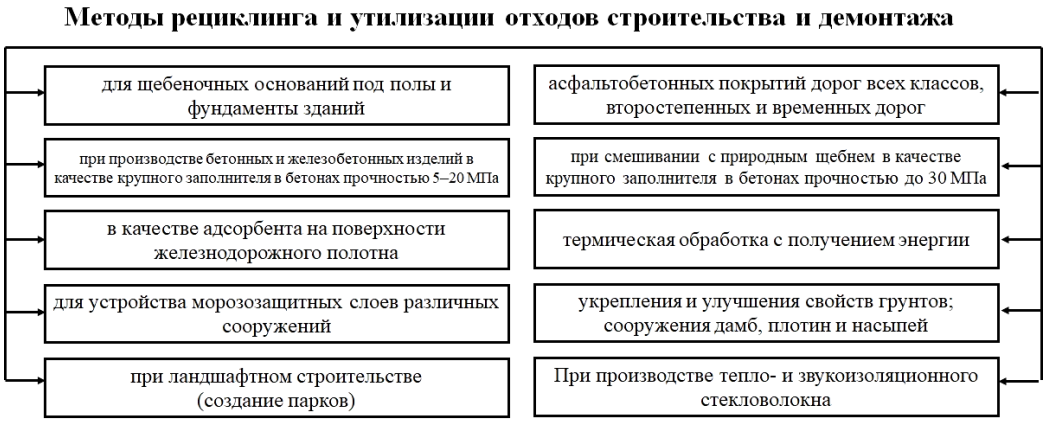


Рисунок 2 – Возможные способы использования строительных отходов в качестве вторсырья

В процессе дробления отходов бетона, образуются пылеобразные отходы, которые при значительных объемах можно использовать в качестве заполнителя, заменяя портландцемент, непосредственно на строительной площадке. Переработка строительных отходов непосредственно на стройплощадке имеет ряд преимуществ: отходы первоначально проходят этап сортировки на стройплощадке, а не сгружаются навалом и вывозятся; нет необходимости проводить транспортировку отходов к месту их переработки, транспортируется только лишь небольшая часть отходных непригодных к переработке; на месте образования строительных отходов получаем качественное вторичное сырье, которое повторно можно использовать на данной территории в процессе нового строительства. Но одним из главных является то, что исключение стадии транспортировки строительных отходов тяжелыми самосвалами на специальные полигоны приводит к экономии средств, которые расходуются на приобретение специального разрешения на захоронение отходов, отсутствие платы за транспортировку отходов, а также снижаются затраты на закупку новых стройматериалов, так как возможно получение вторичного сырья.

В работе [2] проведены исследования направленные на определение стоимости транспортировки строительных отходов, образовавшихся при демонтаже двухэтажного здания. Полученные результаты показали, что для транспортировки образовавшегося объема строительных отходов (640 м^3) необходимо 96 самосвалов грузоподъемностью 12 т, при этом общая стоимость затрат на погрузку и вывоз всего объема строительного мусора обойдется их «хозяину» в 253440 руб. На основании полученных результатов можно сделать вывод, что разработка способов максимального использования C&DW позволит существенно снизить экологическую нагрузку на окружающую среду.

Использование рецирклированного бетона в качестве заполнителя решает проблему, связанную с добычей природных заполнителей и утилизацией отходов бетона, экономит природные ресурсы и сохраняет целостность недр. Анализ литературных источников показал, что имеются данные о проведении исследований направленных на изучение возможности замены песка дробленым стеклом, полученным в результате сортировки отходов демонтажа зданий. В анализируемых образцах варьировался от 0% до 20% процент замещения бетона стеклом. Полученные результаты показали, что наличие измельченного стекла в бетонных смесях не влияет на физико-механические характеристики бетона. Так, значения прочности выше при внесении 20% отходов стекла, чем прочность нормальной бетонной смеси, что обусловлено текстурой поверхности и прочностью стеклянных частиц по сравнению с песком. Анализ исследований направленных на изучение возможности замены в бетонных смесях грубых заполнителей дробленным бетоном показал, что наблюдается

уменьшение значения прочности на разрыв с увеличением процента замены грубых заполнителей бетоном. Снижение прочности на разрыв для рециклированного бетона объясняется тем, что поглощение измельченного бетона выше, чем у крупнозернистого заполнителя. Поэтому, чем больше процент переработанного заполнителя бетона, тем больше процент поглощения, тем меньше прочность на разрыв.

В результате работы можно сформулировать следующие выводы: большая часть отходов строительства и демонтажа в настоящее время складируется на свалках, занимая огромные территории, превышающие площади земель, занятых бытовыми отходами; основным компонентом отходов строительства и демонтажа является бетонный лом; альтернативой методу захоронения отходов может быть повторное использование; более практично, экономично и экологично использовать отходы непосредственно на стройплощадке; использование стекла в различных процентных количествах не привело к изменениям показателя прочности образцов бетонных смесей; при использовании в новом бетоне до 20% дробленого бетона, прочность бетона оказалась меньше, чем у обычного бетона с использованием природных заполнителей.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Weisheng Lu. A framework for understanding waste management studies in construction / Weisheng Lu, Hongping Yuan // Waste Management, 2011. – P. 1252-1260.

2. *Башевая, Т.С.* Анализ и оценка существующих методов обращения с отходами строительства и демонтажа зданий / Т.С. Башевая, А.А. Шейх, М.П. Гаркушина // Инновации в строительстве-2017: Материалы международной научно-практической конференции. – Т.2. – Брянск: Брян. гос. инженер.-технол. ун-т, 2017. – С. 37-43.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СТАДИИ МЕТАНОЛИЗА В ПРОЦЕССЕ ПОЛУЧЕНИЯ БИОДИЗЕЛЯ ИЗ ОРГАНИЧЕСКОГО СЫРЬЯ

Е.И. Синицкая, А.И. Маковский, В.В. Ошовский
ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»

В докладе представлена математическая модель реакции метанолиза растительного сырья в современном пакете моделирования Comsol Multiphisics .

Ключевые слова: МЕТАНОЛИЗ, КИНЕТИКА, БИОТОПЛИВО, МОДЕЛИРОВАНИЕ, COMSOL MULTIPHISICS.

The report examines the problem of disposing of solid waste. The possibility of recycling of household plastic to form a filament for 3D printing. The model of the device of the first stage of preparation of the plastic filament.

Key words: METHANOLYSIS KINETICS, BIOFUELS, MODELING COMSOL MULTIPHISICS.

В настоящее время в большинстве стран мира решается вопрос замены топлива нефтяного происхождения, запасы которого резко сокращаются, а потребности в нем растут. За последние несколько лет потребление углеводородного топлива увеличилось в 4.2 раза.

Одним из решений этих проблем является использование топлив на основе растительных масел. Топлива на основе растительных масел относятся к биодизельным топливам. Биодизельное топливо – это смесь моноалкильных эфиров высших алифатических кислот. Топливо производится из возобновляемых ресурсов, которые не вызывают накопления газов, создающих парниковый эффект, что характерно для горючего, в основе которого находится нефть.

Биодизельное топливо может применяться следующим образом:

1. Как метиловый эфир рапсового масла (МЭРМ) и его смеси с ДТ;
2. Как очищенное рапсовое масло (РМ) или его смеси с ДТ;
3. Как смеси метилового эфира рапсового масла со спиртами (этанолом и метанолом, которые можно получать из биомассы).

По сравнению с обычным дизельным топливом, биодизель является более экологически чистым и более безопасным при хранении и использовании, имея при этом приблизительно равную энергетическую ценность.

Одним из способов получения биодизельного топлива является реакция метанолиза растительного масла. Суть этого способа состоит в химическом взаимодействии подогретого до 50-80°С растительного масла и раствора щелочи (катализатора), растворенного в метиловом спирте. Далее продукты реакции, включающие метиловые эфиры высших алифатических кислот , а также побочные продукты : глицераты, глицерин, ди- и моноацилглицерины, свободные жирные кислоты и продукты их омыления отстаивают до полного расслоения эфирной и глицериновой фаз. Эфирную часть отделяют, нейтрализуют, промывают водой и высушивают.

Структурная схема получения биодизеля из растительного сырья представлена в рис. 1 [1].

Варианты данного способа могут отличатся типом катализатора, наличием стадии дополнительной промывки реакционной массы глицерином или этерификации свободных жирных кислот. Однако цель всегда остается одна – получение метилового эфира высших алифатических кислот, который является биодизельным топливом.

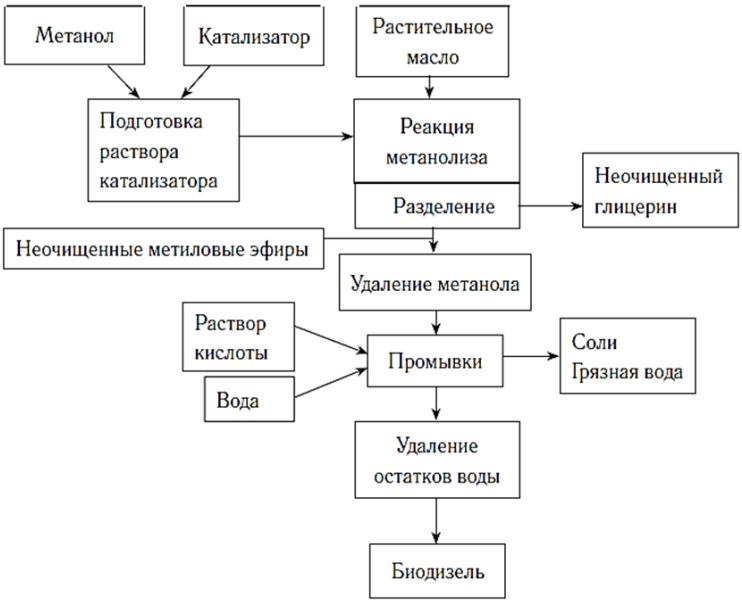


Рисунок 1 – Структурная схема получения биодизеля из растительного сырья

Процесс метанолиза триглицеринов проходит ступенчато, с образованием ди- и моноглигеринов, а затем и свободного глицерина. При этом процесс метанолиза можно

представить в виде последовательности трех реакций. Схема химических реакций при этом, будет выглядеть следующим образом:

стадия 1: Т + МС ⇔ Д+Э;
стадия 2: Д + МС ⇔ М+Э;
стадия 3: М + МС ⇔ Г+Э;

где Т – триацилглицерин, Д – диглицерид, М - моноглицерид, МС – метиловый спирт, Г – глицерин, Э - метиловый эфир главных алифатических кислот(в растительном масле большую часть занимают оленовая, линолевая и линоленовая кислота).

Для моделлирования реакции метанолиза растительного масла были выбраны следующие исходные данные:

CMC 3[mol/l] "Концентрация метилового спирта"
CT- 1[mol/l] "Концентрация триацилглицерина"
k1 - 4[L*(mol^-1)*min^(-1)] "константа скорости 1 реакции прямая"
k2 - 27[L*(mol^-1)*min^(-1)] "константа скорости 1реакции обратая"
k3 - 55[L*(mol^-1)*min^(-1)] "константа скорости 2реакции прямая"
k4 - 65.5[L*(mol^-1)*min^(-1)] "константа скорости 2 реакции обратая"
k5 - 0.91[L*(mol^-1)*min^(-1)] "константа скорости 3 реакци прямая"
k6 - 0.0001[L*(mol^-1)*min^(-1)] "константа скорости 3 реакции обратная"
T0 - 65[degC] температура

Скорость реакции метанолиза расписывается как сумма скоростей прямой и обратной реакций. В результате мы получим следующую систему уравнений:

$$\frac{dC_Т}{dt} = -k_1 C_Т C_{МС} + k_2 C_Э C_Д$$

$$\frac{dC_Д}{dt} = k_1 C_Т C_{МС} - k_2 C_Д C_{МС} + k_4 C_Э C_М$$

$$\frac{dC_М}{dt} = k_3 C_Д C_{МС} - k_4 C_Э C_М - k_4 C_Э C_М - k_5 C_М C_{МС} + k_6 C_Э C_Г$$

$$\frac{dC_Г}{dt} = k_5 C_М C_{МС} - k_6 C_Э C_Г$$

$$\frac{dC_Э}{dt} = k_1 C_Т C_{МС} - k_2 C_Э C_Д - k_4 C_Э C_М + k_3 C_Д C_{МС} + k_5 C_М C_{МС} - k_6 C_Э C_Г$$

$$\frac{dC_{МС}}{dt} = -k_1 C_Т C_{МС} + k_2 C_Э C_Д + k_4 C_Э C_М - k_3 C_Д C_{МС} - k_5 C_М C_{МС} + k_6 C_Э C_Г$$

Решим данную систему уравнений с помощью метода конечных элементов и построим модель зависимости изменения концентрации веществ во времени в пакете моделирования Comsol Multiphisics. Результаты моделирования представлены на рис.2.

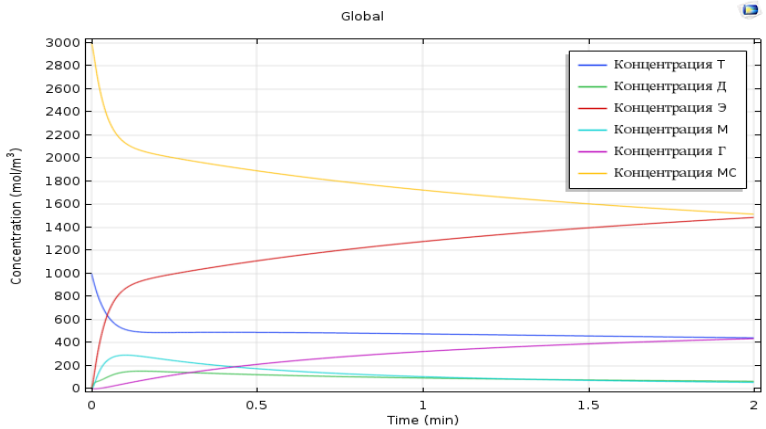


Рисунок 2 – График изменения концентрации веществ реакции метанолиза во времени

Таким образом мы получили кинетическую модель реакции метанолиза растительного масла при помощи пакета моделирования Comsol Multiphisics. В результате мы получили: скорости обратных реакций невелики, а самой медленной является реакция третьей стадии, это может быть объяснено не смешиваемостью метилового эфира и глицерина, что создает большое сопротивление массопередачи в этом направлении. Результаты исследования кинетики могут быть положены в основу разработки технологии и аппаратурно-технологического оформления переработки растительного сырья. Использование биодизеля – рациональное решение в проблеме замены топлива нефтяного происхождения, при этом без вреда для окружающей среды.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1.http://www.agritech.com.ua/pdf/1(2)03_2008/Виробництво%20біодизельного%20палива

2. Kinetics of Sunflower Oil Methanolysis / G/Vicente [and others] // Ind. Eng. Chem. Res. – 2005. – Vol. 44. – P. 5447-5454.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ ФОТОБИОРЕАКТОРА

Е.Н. Старостина, В.А. Федоренко, В.В. Ошовский
ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»

В докладе проанализировано наиболее перспективное использование биомассы микроводоросли, а также рассмотрены факторы их культивирования. Разработана технологическая конструкция фотобиореактора с применением современной системы освещения для процесса культивирования микроводоросли.

Ключевые слова: БИОМАССА, МИКРОВОДОРОСЛЬ, ФОТОБИОРЕАКТОР, СВЕТОДИОДНЫЕ ЛАМПЫ, СВЕТОВОЙ СПЕКТР, ПРОЦЕСС ФОТОСИНТЕЗА.

The report analyzes the most promising use of microalgae biomass, as well as the factors of their cultivation. The technological design of the photobioreactor using a modern lighting system for the cultivation of microalgae.

Key words: BIOMASS, MICROALGAE, PHOTOBIOREACTOR, LED LAMPS, LIGHT SPECTRUM, PROCESS OF PHOTOSYNTHESIS.

В настоящее время мировые запасы ископаемых видов топлива являются невозобновляемыми источниками энергии и постепенно истощаются.

В связи с удорожанием ископаемых энергоресурсов и их дефицитом, а также угрозой глобального изменения климата необходим поиск альтернативных источников энергии. Таким источником является биотопливо.

Биотопливо – это топливо, которое получают путем обработки биомассы различными способами. В качестве биомассы может использоваться как растительное, так и животное сырье, а также органические остатки производства и отходы жизнедеятельности сельскохозяйственных животных [1].

Наиболее перспективным источником растительного сырья для производства биотоплива являются микроводоросли. Использование микроводорослей позволит сократить потребление водных ресурсов, так как для их выращивания можно

использовать сточные воды. Микроводоросли не требуют земельных ресурсов, а также имеют большую концентрацию биомассы и высокую скорость воспроизводства [2].

Высокая производительность микроводорослей зависит от следующих условий культивирования: концентрация CO_2, световой режим, температура, pH, конструкции фотобиореакторов, питательная среда.

Наиболее влияющий на рост микроводорослей фактор – освещенность. Известно, что недостаток или избыток освещенности замедляет процесс фотосинтеза, что отрицательно сказывается на приросте биомассы.

Как правило, микроводоросли выращиваются открытым способом – в водоемах или бассейнах под солнцем. Одним из наиболее перспективных направлений является использование закрытых фотобиореакторов с использованием искусственного света для освещения биомассы в тёмное время суток [2].

Наиболее распространенными источниками света для фотобиореактора являются светодиодные лампы. Основными преимуществами таких ламп являются: высокий КПД, большой срок службы, широкий световой спектр.

Светодиоды в красном и синем диапазоне обеспечивают более высокую продуктивность при культивировании микроводорослей. Именно эти цвета способствуют формированию процесса фотосинтеза и роста микроводорослей.

На рис.1 представлена общая конструкция фотобиореактора типа «прямоугольный параллелепипед», который предназначенный для первой стадии ферментации исходной микроводоросли и состоит из следующего:

1 – резервуар; 2- крышка; 3 – отражающее покрытие; 4,5 – светодиоды.

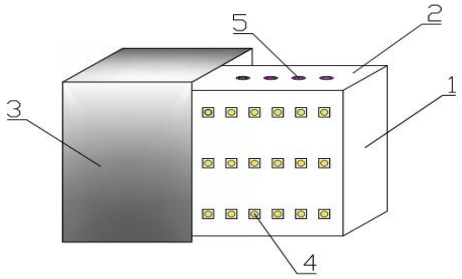
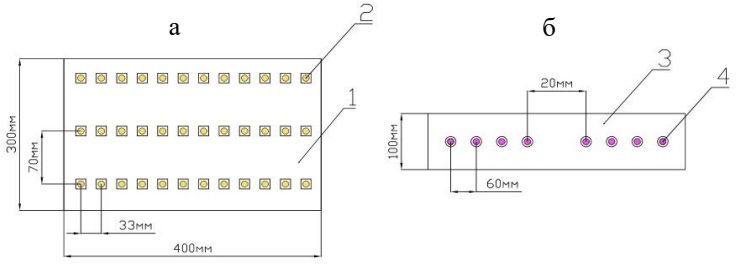


Рисунок 1 – Фотобиореактор типа «прямоугольный параллелепипед»

Резервуар – аквариум, выполненный из прозрачного материала (стекло). Общий объем резервуара 12 л, из которых суспензия занимает 10 л, высота составляет 30 см. На внешней стороне устанавливаются светодиодные источники излучения, которые направленные внутрь фотобиореактора. Используются светодиоды типа S2LW07ESB. Также с внешней стороны фотобиореактор покрывается отражающим материалом (поверх светодиодов), толщина которого составляет 0,32 мм.

На рис.2 представлена конструкция осветительной системы боковой поверхности (а) и крышки (б) резервуара фотобиореактора.



1 – боковая поверхность; 2 – светодиоды; 3 – крышка резервуара; 4 – фитосветодиоды.

Рисунок 2 – Конструкция осветительной системы резервуара фотобиореактора

На боковой поверхности светодиоды расположены в 3 ряда, расстояние между которыми составляет 70 мм. В каждом ряде расположено по 12 светодиодов, расстояние между каждым светодиодом 33 мм. Осветительная система крышки оснащена фитосветодиодами, в количестве 8 штук. Мощность одного фитосветодиода составляет 3 Вт. В данной осветительной системе используются фитосветодиоды типа 45 mill Bridgelux 3 W. Характеристики светодиодов представлены в табл.1.

Таблица 1 – Характеристика светодиодов

Характеристика	Тип светодиода	
	S2LW07ESB	45 mill Bridgelux 3 W
Мощность	7,2 Вт на 1 м	3 Вт
Напряжение	12 В	3,2 – 3,4 В
Световой поток	420 лм на 5 м	80 лм

Определим мощность освещения, которое установлено в фотобиореакторе.

Так как излучатели (светодиоды) находятся в непосредственной близости к поверхности резервуара, освещенность можно рассчитать упрощенно по следующей формуле:

$$E = \frac{\Phi}{S \cdot 4\pi}$$

где Ф – световой поток, лм;

S – площадь поверхности, освещаемой излучателями, м^2.

Освещенность суспензии микроводорослей рассчитывается как суммарная освещенность крышки и двух боковых поверхностей резервуара:

$$E = \frac{\Phi_к \cdot n_к}{4\pi \cdot S_к} + \frac{\Phi_{бп} \cdot n_{бп}}{4\pi \cdot S_{бп}} \cdot 2$$

где $\Phi_к$, $\Phi_{бп}$ – световые потоки единичных излучателей (светодиодов), освещающих крышку и боковые поверхности соответственно, лм;

$n_к$, $n_{бп}$ – количество светодиодов, освещающих крышку и боковые поверхности соответственно, шт;

$S_к$, $S_{бп}$ – площадь крышки и боковой поверхности соответственно, м^2.

Из табл.1, световой поток на 1 м составляет 420 лм при количестве светодиодов на 1 м – 30 шт.

Световой поток одного светодиода:

$$\Phi = \frac{\Phi_{сумм}}{N} = \frac{420}{30} = 14 \text{ лм}$$

Определим освещенность суспензии микроводоросли:

$$E = \frac{80 \cdot 8}{4 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}1 \cdot 0{,}4} + \frac{14 \cdot 36}{4 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}4 \cdot 0{,}3} \cdot 2 = 1943 \text{ лк}$$

Разработана система комбинированного освещения на основе светодиодов. По предварительным расчетам освещенность суспензии составила 1943 лк, что достаточно по данным [3] ($0{,}7\cdot10^3$ – $20\cdot10^3$ лк) для культивирования микроводоросли.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Биоэнергетика: мировой опыт и прогноз развития: науч. аналит. обзор / под ред. В. В. Ананьева и др.– М.: ФГНУ Росинформагротех, 2007. – 130 с.

2. *Гайсина, Л.А*. Современные методы выделения и культивирования водорослей/Л.А. Гайсина, А.И. Фазлутдинова, Р.Р. Кабиров. – Уфа: БГПУ, 2008. – 152с.

3. *Жаворонков, В.А.* Разработка фотобиореакторов для интенсивного культивирования микрооргнаизмов: – дис. канд. техн. наук: 03.00.23 / Жаворонков Владимир Александрович. – М., 1987. – 130 с.

РАСШИРЕНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УГЛЕЙ ДОНБАССА

И.Д. Кохановская, М.А. Кузнецова, С.А. Семченко
ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»

В докладе рассматриваются различные направления использования углей Донбасса.

Ключевые слова: КОКСОВАНИЕ, ГЕНЕРАТОРНЫЙ ГАЗ, СИНТЕТИЧЕСКОЕ ТОПЛИВО, ГИДРОГЕНИЗАЦИЯ УГЛЯ.

In the report discusses various uses of coal Donbass.

Keywords: COXING, GENERATOR GAS, SYNTHETIC FUEL, CARBON WATER HYDROGENIZATION

Донецкий угольный бассейн (Донбасс) — важнейший угольный бассейн в Восточной части Европы. Занимает площадь около 60 тысяч км^2, вытянутую в широтном направлении на 650 км при максимальной ширине до 200 км (площадь Старого Донбасса 23 тысячи км^2).

Разработка угля ведётся на глубине 400-800 м, некоторые шахты достигли глубины 1000 м и более. Пласты и прослои углей характерны для всего разреза каменноугольных отложений, где они располагаются через 20-40 м друг от друга и через 100 м в восточной части бассейна. Мощность большинства пластов от 0,6 до 1,2 м, изредка до 2,5 м. В разрезе карбона насчитывается до 300 пластов и пропластков угля, в т.ч. мощностью от 0,45 до 2,5 м и около 100 м.

В Донбассе выделены все основные марки каменных углей (карта) — длиннопламенные (Д), газовые (Г), газовые жирные (ГЖ), жирные (Ж), коксовые (К), отощённые спекающиеся (ОС), тощие (Т) и антрациты (А), а также переходные от бурых углей к длиннопламенным. Петрографический состав углей довольно однороден. Уголь относится к классу гумитов иногда с сапропелево-гумусовыми прослоями. Угли нижнего отдела карбона — споровые. Средняя теплота сгорания товарного рабочего топлива 21,2-26,1 МДж/кг. Угли малофосфористые, от мало- до высокосернистых. Все пласты (за исключением суперантрацитов) газоносны с глубины

150-500 м (ниже зоны газового выветривания). Причём содержание углеводородных газов в углях настолько велико, что Донбасс можно рассматривать как крупнейшее газовое месторождение со специфическими условиями распределения газов в угленосной толще. Геологические запасы углеводородных газов, содержащихся в угольных пластах и прослоях, превышают 2,5 трлн. $м^3$.

В настоящее время потенциал угольной промышленности Донбасса достаточно велик. Поэтому цель данного исследования пути дальнейшей стабилизации и развития угольного производства, а также поиска новых направлений использования углей Донбасса.

Основные пути стабилизации и развития угольного производства:

1. Поддержка существующих шахт Донбасса.
2. Приоритетное обеспечение государства углем собственного производства.
3. Модернизация и техническое переоснащение шахтного фонда.
4. Привлечение инвестиций и расширение рынка сбыта.
5. Поиск и расширения направлений использования углей.

Основные направления использования углей Донбасса:

1. Энергетическое топливо.
2. Сырье для технологической переработки.
3. Получения кокса для металлургии (при получении ферросплавов, фосфора, карбида кальция).

Предлагаемые направления, применяемые в мировой практике:

1. Получение на базе бурых углей гранулированные адсорбенты, полукокс (полукоксы бурых углей применяются как наполнители пластмасс, различных композиционных материалов, в качестве сорбентов, ионообменников, катализаторов. Из углей технологических групп 2Б и ЗБ получают термоуголь.).
2. Гидрогенизация бурых углей, газификация и производство химических продуктов.
3. Получение горного воска, используемого в бумажной, текстильной, кожевенной, деревообрабатывающей промышленности, дорожном строительстве.
4. Получение моторного топлива.
5. За счет наличие в углях гуминовых кислот, получение органических удобрений для аграрной и сельскохозяйственной промышленности.

Более 80% каменноугольного кокса идет для выплавки чугуна. Другие продукты коксования, газ, смола используются в химической промышленности (35%), цветной металлургии (30%), сельском хозяйстве (23%), строительной индустрии, железнодорожном транспорте, дорожном строительстве (12%). Из продуктов коксования получают около 190 наименований химических веществ. Около 90% изготавливаемого волокна, 60 — пластмасс, 30 — синтетического каучука производится на основе соединений, получаемых при переработке каменного угля. Коксохимическая промышленность — основной поставщик бензола, толуола, ксилола, высококипящих ароматических, циклических, азот- и серосодержащих соединений, фенолов, непредельных соединений, нафталина, антрацена.

Главное различие твердого и жидкого топлива в разнице содержания наиболее калорийного элемента — водорода (4-8 % в угле против 11-15 % в нефти).

Если тонко измельченный уголь насыщать водородом и данный процесс будет происходить при определенных термодинамических условиях, то твердое топливо

почти полностью переходит в жидкое состояние. Получается синтетическая нефть, близкая по свойствам природной.

Процесс гидрогенизации угля происходит при температуре 400-500 ^{O}C и давлении 50-300 кгс/см^2.

В качестве источника водорода и растворителя угля (пастообразователя) могут быть использованы остатки от перегонки нефти или синтетическая нефть, получаемая в результате самого процесса. Для интенсификации процесса в камеру вводится элементарный водород.

Без растворителя в жидкое состояние переходит только 5-8 % угля. В значительной мере ускорить гидрогенизацию, а также увеличить степень сжижения угля позволяют катализаторы: молибден, кобальт, никель, железо, олово, алюминий и их соединения.

Жидкое топливо из угля можно получать и по другому принципу: первоначально угольное сырьё подвергнуть процессу газификации, а потом сжижать газ в присутствии катализатора, чтобы получить различные жидкие фракции.

В настоящее время во многих странах уделяется серьезное внимание вопросам производства жидкого синтетического топлива из угля. Выделяются значительные средства на исследования, конструирование опытных установок. Исследования по гидрогенизации углей начались еще в 30-х годах в СССР. Был разработан прогрессивный способ так называемой жидкофазной гидрогенизации, где в качестве пастообразователя (донора водорода) используется не нефть, а продукты гидрогенизации угля.

Удельный расход угля в целом зависит в первую очередь от его качества и технологических свойств, а также от метода гидрогенизации. Чтобы получить одну тонну синтетической нефти с учетом всех затрат, в том числе на производство водорода и энергетическое обеспечение процесса, требуется 4-5 тонн Канско-Ачинского или 2-3 тонны Кузнецкого угля. В зависимости от условий проведения гидрогенизации и состава исходного угля можно получить бензин, солярку, мазут, керосин, а также сырье для органического синтеза.

Еще советские ученые пришли к выводу, что затраты на производство одной тонны жидкого топлива из угля на 30% меньше, чем на получение подобных продуктов из нефти, добываемой обычным способом.

Это говорит об огромных перспективах производства синтетического топлива из углей. Но как ни парадоксально масштаб подобных исследовательских работ в России практически не ведется. Это объясняется значительным богатством России ресурсами жидких и газообразных углеводородов.

Еще один метод получения синтетического топлива — газификация, то есть облагораживание низкокалорийного угля с целью получения высококалорийных газов различного назначения. Для газификации пригодны все виды твердого топлива, в том числе бурые и каменные угли, запасы которых в России оцениваются в сотни миллиардов тонн. Еще в период с 50-го по 60-ый год в Советском Союзе работало более 340 газогенераторных станций. Они давали более 15 миллиардов кубометров энергетических и технологических газов в год. С ростом добычи более дешевого природного газа объемы газификации угля резко уменьшились. Но интерес к этому снова возник еще на заре Советского союза, но объективные причины тех лет загнали эту инициативу в далекий угол на долгие годы.

Использование в топливном балансе страны синтетических углеводородов, получаемых из угля, перспектива ближайшего будущего. Необходима оценка ресурсов

и разведка месторождений углей пригодных для синтеза, разработка полупромышленных, промышленных установок для гидрогенизации и газификации. В завершении еще одно важное обстоятельство. Продукты, полученные в процессе газификации и гидрогенизации углей, гораздо меньше загрязняют атмосферу, чем уголь, сжигаемый на электростанциях.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Шахты Донецкого бассейна. — М.: Недра, 1965. — 611 с.

2. Перспективы освоения соленых углей Украины / В. С. Белецкий, С. Д. Пожидаев, А. Кхелуфи, П. В. Сергеев. — Донецк: ДонГТУ, УКЦентр, Восточный издательский дом — 1998. — 96 с.

3. ГОСТ 25543-88. Угли бурые, каменные и антрациты. Классификация по генетическим и технологическим параметрам.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА РАСПАДА СЛОЖНЫХ ОКСИДОВ

Л.А. Гасило, Е.И. Волкова
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

В работе изучено протекание твердофазного взаимодействия в модельных условиях – на плоской поверхности раздела компактированных простых и сложных оксидных компонентов в системе $Y_2Cu_2O_5$ – $YBa_2Cu_3O_x$,. Определены направления преимущественного диффузионного переноса в исследуемой системе.

Ключевые слова: ДИФФУЗИЯ, СИНТЕЗ, ТВЕРДОФАЗНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ.

In the work, the course of solid-phase interaction under model conditions — on a flat interface between compacted simple and complex oxide components in the system $Y_2Cu_2O_5$ – $YBa_2Cu_3O_x$,, is studied. The directions of the predominant diffusion transfer in the system under study are determined.

Key words: DIFFUSION, SYNTHESIS, SOLID-PHASE INTERACTION.

В данной работе сделана попытка определить возможный механизм распада сложной оксидной фазы состава $YBa_2Cu_3O_x$ в процессе ее синтеза. Как следует из многочисленных публикаций по исследуемому вопросу [1–3], синтез этой оксидной фазы бывает достаточно длительным, с многочисленными промежуточными гомогенизирующими перетираниями и многочасовыми выдержками при высоких температурах. Для того, чтобы исследовать процессы, протекающие на промежуточных стадиях синтеза, были получены образцы состава, соответствующего конечному продукту $YBa_2Cu_3O_x$, и промежуточному продукту – оксиду состава $Y_2Cu_2O_5$, образование которого неоднократно отмечалось при синтезе $YBa_2Cu_3O_x$.

Исследования превращений оксидной фазы состава $YBa_2Cu_3O_x$ в ходе изотермической выдержки были проведены методом диффузионных пар с использованием уже готовых образцов состава $YBa_2Cu_3O_x$ и $Y_2Cu_2O_5$.

Таблица 1 − Условия получения компактных таблеток для диффузионных пар

Реагент	Условия синтеза		Условия спекания		Гидростатическая плотность	
	Температура °С	Время, ч	Температура °С	Время, ч	г/см^3	% от теорет.
$Y_2Cu_2O_5$	950	4	1140	2	5,27 ± 0,03	97
$YBa_2Cu_3O_x$	900	24	940	3	5,75 ± 0,04	92

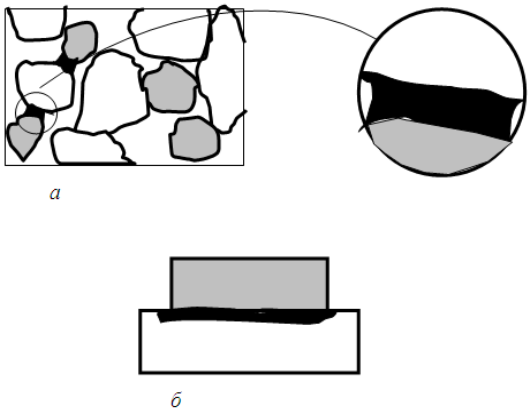
Исходные образцы $YBa_2Cu_3O_x$ и $Y_2Cu_2O_5$ были синтезированы по традиционной керамической технологии. Температурные режимы синтеза и спекания, а также значения гидростатической плотности керамических образцов представлены в таблице 1.

Традиционная керамическая технология предполагает, что исходные оксиды Y_2O_3, BaO и CuO просушивали в тщательно измельчали в агатовой ступке под слоем этилового спирта. Полученную смесь брикетировали и синтезировали на воздухе в температурном интервале 900 – 1140°С. В течение общего времени синтеза (табл. 1) проводили несколько промежуточных перетираний и перепрессовок брикетов. Полученные образцы состава $YBa_2Cu_3O_x$ представляли собой однородную керамику черного цвета, образцы состава $Y_2Cu_2O_5$ имели яркую зеленую окраску.

Далее изготовленные таблетированные образцы готовили для дальнейшего исследования следующим образом. Таблетки указанного состава после незначительной шлифовки поверхности плотно прижимали друг к другу, сверху придавливали грузиками из нержавеющей стали для того, чтобы контакт между таблетками был наиболее плотным. Эту диффузионную пару отжигали в печи при температурах 850-1000°С. На контактирующей поверхности после отжига образовывались продукты твердофазного взаимодействия, которые и подвергались визуальному изучению.

При суммарных временах отжига до 60 часов получали слои продуктов толщиной до 2 мм. За направлением переноса вещества при взаимодействии следили по изменению масс таблеток, составляющих диффузионную пару.

Физико-химическое моделирование процесса развития реакционной диффузионной зоны изображено на рис. 1.



а – реальная порошковая смесь; *б* – модельный эксперимент

Рисунок 1 − Физико-химическое моделирование твердофазной реакции

В порошкообразном образце реакция протекает в местах многочисленных контактов между зернами реагентов.

В диффузионной паре эти микроскопические зоны контактов заменяются контактирующими достаточно большими по площади и удобными для наблюдения поверхностями таблетированных образцов.

Направление переноса вещества при взаимодействии образцов двух указанных составов можно было определить по изменению масс таблеток, составляющих диффузионную пару. Для этого через определенные промежутки времени таблетки вынимали из печи, разъединяли и взвешивали на аналитических весах. Результаты промежуточных взвешиваний таблеток в процессе диффузионного отжига приведены в таблице 2.

Таблица 2 − Результаты промежуточных взвешиваний таблеток состава $Y_2Cu_2O_5$ – $YBa_2Cu_3O_x$ в процессе отжига при 940°С

Время отжига, ч	Изменение массы таблетки, г (+) – привес; (-) – убыль массы	
	$Y_2Cu_2O_5$	$YBa_2Cu_3O_x$
До отжига	0	0
12,4	+ 0,05126	- 0,0541
37,1	+ 0,05675	- 0,05607
56	+ 0,05655	- 0,0557

По данным таблицы можно сделать вывод о том, что потеря массы одной таблеткой компенсируется приростом массы второй таблетки. Следовательно, можно исключить потерю массы образцов за счет испарения или механических потерь при разъединении таблеток и взвешивании.

Кроме того, визуальные наблюдения за появлением слоя продуктов взаимодействия на внешней стороне таблетки определенного состава, также позволяют получить информацию о направлении диффузионного переноса (рис.2). На поверхности таблетки состава $Y_2Cu_2O_5$ образовался довольно плотный слой черного цвета. Положение слоя относительно свободной поверхности, принятой за отсчетное положение, показывает направление его преимущественного смещения. Это является признаком одностороннего переноса вещества от $YBa_2Cu_3O_x$ в сторону $Y_2Cu_2O_5$. Это же подтверждается результатами контроля массы таблеток во время отжига (табл. 2).

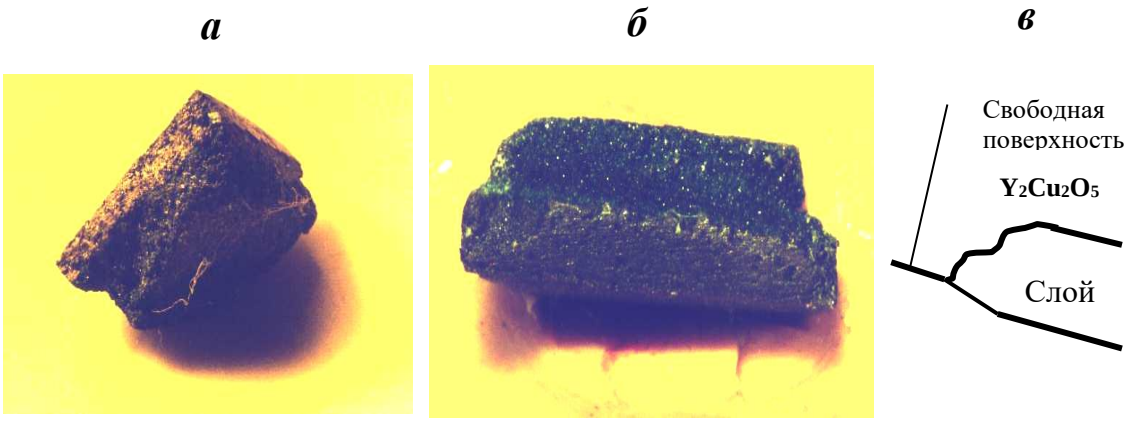


Рисунок 2 − Фотографии (увеличение ×7) фрагментов скола (*а* – слой вверху) и шлифа (*б* – слой внизу) пары $Y_2Cu_2O_5$ – $YBa_2Cu_3O_x$ вместе со слоем продуктов взаимодействия; *в* – схема расположения слоя относительно свободной поверхности $Y_2Cu_2O_5$

Направление диффузионного переноса в системе $Y_2Cu_2O_5$ – $YBa_2Cu_3O_x$ представляется неожиданным. По известным данным о величинах ионных радиусов: 1,38 Å для Ba^{2+}; 0,97 Å для Y^{3+} и 0,80 Å для Cu^{2+}, можно было предположить, что диффундировать должен более подвижный катион Y^{3+} в сторону $YBa_2Cu_3O_x$. Экспериментальные данные свидетельствуют о противоположном направлении переноса.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Приседский, В.В.* Расслоение диффузионной реакционной зоны при взаимодействии сложных купратов / В.В.Приседский, И.В.Мнускина // Доклады РАН. – 2002. – Т. 385, № 4. – С. 509-512.

2. *Лебедев, К.А.* Компьютерное моделирование диффузионно-контролируемой твердофазной химической реакции / К. А. Лебедев, В. В. Приседский // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Хімія і хімічна технологія. – Вип. 95. – 2005. – С.60-64.

3. *Терентьев, К.Ю.* Пиннинг в пористом высокотемпературном сверхпроводнике Bi2223 / Под ред. К.Ю. Терентьев, Д.М. Гохфельд, С.И. Попков, К.А. Шайхутдинов, М.И. Петров // Физика твердого тела. – 2011. – Т. 53, вып. 12. – С. 2289-2293.

КИНЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГОМОГЕННЫХ РЕАКЦИЙ

Е.А. Савула, Е.И. Волкова
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

В докладе проведен сравнительный анализ точности расчетных методов определения скорости гомогенных химических реакций. Графическим методом подтверждены общепринятые выводы относительно области применения двух математических зависимостей скорости химической реакции от температуры – уравнения Аррениуса и правила Вант-Гоффа.

Ключевые слова: КИНЕТИКА ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ, УРАВНЕНИЕ АРРЕНИУСА, ПРАВИЛО ВАНТ-ГОФФА, ПОРЯДОК РЕАКЦИИ, ЭНЕРГИЯ АКТИВАЦИИ.

The report contains a comparative analysis of the accuracy of computational methods for determining the rate of homogeneous chemical reactions. The graphical method confirmed the generally accepted conclusions regarding the field of application of two mathematical dependences of the rate of a chemical reaction on temperature - the Arrhenius equation and the van't Hoff rule.

Keywords: KINETICS OF CHEMICAL REACTIONS, ARRHENIUS EQUATION, VANT-HOFF RULE, REACTION ORDER, ACTIVATION ENERGY.

Исследование кинетических закономерностей протекания химических реакций заключаются в определении зависимости скорости от таких факторов, как давления в системе, концентраций реагентов, температуры, химической природы взаимодействующих веществ, наличия в системе катализаторов, фазового состава исследуемой системы.

Данные по изучению температурной зависимости скорости реакции, как правило, показывают, что для большинства сложных, многостадийных процессов их скорости с

ростом температуры увеличиваются. Математическим уравнением, выражающим эту зависимость, является уравнение Аррениуса (1889 г.)

$$k = A \cdot \exp(-E_A/RT)$$

в котором A – постоянная величина, называемая предэкспоненциальным множителем или стерическим фактором, $с^{-1}$; E_A – энергия активации, кДж/моль; R = 8,31 Дж/К·моль – молярная газовая постоянная; T – абсолютная температура, К. Символ exp употребляется для более удобной записи экспоненциальной функции:

$$\exp x = e^x, \ \exp(-E_A/RT) = e^{-EA/RT}.$$

Исходя из уравнения Аррениуса, можно сказать следующее: не при всяком столкновении реагирующих частиц протекает элементарный акт химического взаимодействия. К положительному результату приводит столкновение только тех частиц, которые при данной температуре T обладают некоторой избыточной энергией E_A по сравнению со средней энергией молекул. Эта энергия необходимой для перестройки химических связей между частицами. В этом случае реагирующие частицы называют активными, они образуют активированный комплекс, для образования которого и требуется наличие избыточной энергии E_A.

Фактор Больцмана $\exp(-E_A/RT)$ показывает, какая доля активных частиц при данной температуре T обладает необходимой избыточной энергией E_A. Предэкспоненциальный множитель A связан с частотой столкновения частиц и вероятностью такой их пространственной ориентации при столкновении, которая благоприятна для протекания взаимодействия (стерический фактор).

Логарифмирование уравнения Аррениуса дает возможность получить его линеаризованную форму:

$$\lg k = \lg A - 0{,}434(E_A/R)\cdot(1/T)$$

где 0,434 = lg e. Температурная зависимость скорости реакции в аррениусовых координатах lg k–$1/T$ изображается графически прямой линией. По этому графику можно определить предэкспоненциальный множитель A. Величина lg$A$ равна отрезку, который отсекает эта прямая на оси ординат при $1/T$ = 0. Энергию активации можно найти как тангенс угла α наклона прямой:

$$\operatorname{tg}\alpha = - 0{,}434\cdot E_A/R,$$

откуда

$$E_A = 2{,}303\cdot R\cdot|\operatorname{tg}\alpha|\cdot\xi$$

где ξ - отношение масштабов по оси ординат и по оси абсцисс (его нужно учитывать, если эти масштабы различны).

Существует еще одна математическая форма температурной зависимости скорости реакции − эмпирическое правило Вант-Гоффа, согласно которому *скорость химической реакции возрастает в 2-4 раза при повышении температуры на каждые 10°*. Математически правило Вант-Гоффа выражается так:

$$\upsilon_2/\upsilon_1 = k_2/k_1 = \gamma^{(t_2-t_1)/10} = \gamma^{\Delta t/10}$$

где k_2 и k_1 – константы скорости реакции при температурах t_2 и t_1 соответственно; γ – температурный коэффициент скорости, показывающий во сколько раз возрастает скорость реакции при увеличении температуры на каждые 10° (для большинства реакций γ = 2 – 4).

Правило Вант-Гоффа имеет ограниченную практическую ценность ввиду его принципиальной непригодности для описания температурной зависимости скорости реакций в сколько-нибудь широком интервале температур.

Для подтверждения данного высказывания мы построили в аррениусовских координатах графики температурной зависимости скорости реакции разложения оксида азота(V) $2N_2O_{5\,(г)} = 2N_2O_{4\,(г)} + O_{2\,(г)}$ по следующим экспериментальным данным:

T, К	273	293	313	338
k, $с^{-1}$	$7{,}7\cdot10^{-7}$	$1{,}8\cdot10^{-5}$	$2{,}5\cdot10^{-4}$	$4{,}8\cdot10^{-3}$

По уравнению Аррениуса были рассчитаны значения энергии активации E_A = 104,798 кДж/моль и предэкспонентциальный множитель A = $8{,}688\cdot10^{13}$ $с^{-1}$.

Далее расчетом были получены значения констант скоростей в широком диапазоне температур и определены аррениусовские кооординаты для построения графика зависимости lg k–$1/T$. Это должна быть прямая линия.

Для построения графика по уравнению Аррениуса расчетом были получены следующие данные:

T, К	273	283	293	303	313	338	400	500	600
$10^3/T$, $К^{-1}$	3,66	3,53	3,4	3,30	3,19	2,96	2,50	2,00	1,66
k	$7{,}7\cdot10^{-7}$	$3{,}98\cdot10^{-6}$	$1{,}8\cdot10^{-5}$	$7{,}41\cdot10^{-5}$	$2{,}5\cdot10^{-4}$	$4{,}8\cdot10^{-3}$	1,79	977,2	66069,3
lg k	-6,11	-5,40	-4,75	-4,13	-3,6	-2,32	0,25	2,99	4,82

По правилу Вант-Гоффа для двух значений констант скоростей при температурах 273 К и 293 К было рассчитано значение температурного коэффициента реакции: γ = 4,83. Далее расчетом определены величины констант скоростей для исследуемых значений температур и данные для построения аррениусовского графика в том же интервале температур:

T, К	273	283	293	303	313	338	400	500	600
$10^3/T$, $К^{-1}$	3,66	3,53	3,4	3,30	3,19	2,96	2,50	2,00	1,66
k	$7{,}7\cdot10^{-7}$	$3{,}71\cdot10^{-6}$	$1{,}8\cdot10^{-5}$	$8{,}7\cdot10^{-5}$	$4{,}17\cdot10^{-4}$	$2{,}19\cdot10^{-2}$	478,6	$2{,}5\cdot10^{9}$	$1{,}7\cdot10^{16}$
lg k	-6,11	-5,43	-4,75	-4,06	-3,38	-1,66	2,68	9,40	16,25

По полученным данным были построены температурные зависимости скорости реакции разложения пентаоксида азота в аррениусовских координатах.

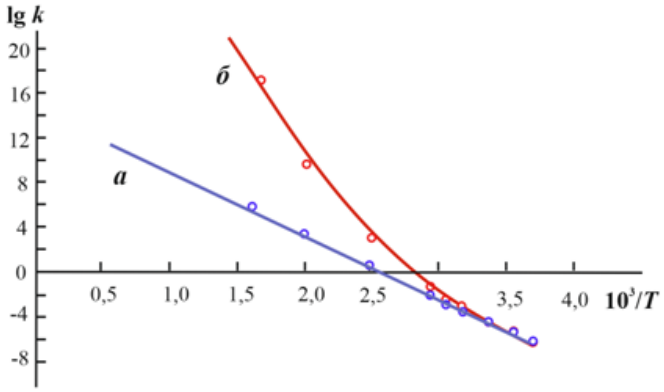


Рисунок 1 – Температурная зависимость скорости реакции разложения пентаоксида азота в аррениусовских координатах:
а) в соответствии с уравнением Аррениуса; *б*) в соответствии с правилом Вант-Гоффа

Как видно из рисунка 1, зависимость, *а*, построенная по уравнению Аррениуса, остается прямолинейной во всем исследованном интервале температур, а зависимость *б*, построенная по результатам расчетов на основе правила Вант-Гоффа, является прямолинейной только в узком интервале температур.

Отклонение графика температурной зависимости скорости реакции от прямой линии в области высоких температур свидетельствует о том, что правило Вант-Гоффа допустимо применять лишь для приближенной оценки влияния температуры на скорость реакций (главным образом в растворах) в области температур, близких к комнатным.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Методические указания к лабораторным работам по общей химии* / В.В.Приседский, Е.И.Волкова, И.В.Мнускина, Л.И.Рублева / под. ред. В.В.Приседского. – Донецк: ДОННТУ, 2015. – 62 с.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПОРЯДКА ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИЙ

К.А. Венжега, Е.И. Волкова
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

В экспериментальной работе проведен анализ точности определения времени протекания гомогенной реакции методом визуального контроля. Для сравнения использован стандартный метод фиксирования количества продукта реакции и метод «исчезающей полоски». Предложен метод усовершенствования лабораторной работы по кинетическим измерениям.

Ключевые слова: КИНЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, ПОРЯДОК РЕАКЦИИ, ЛОГАРИФМИЧЕСКИЕ КООРДИНАТЫ.

The experimental work analyzed the accuracy of determining the time of a homogeneous reaction by the method of visual control. For comparison, the standard method of fixing the amount of the reaction product and the method of "vanishing strip" were used. A method for improving laboratory work on kinetic measurements is proposed.

Keywords: KINETIC RESEARCH, RESPONSE ORDER, LOGARIFMIC COORDINATES.

Зависимость скорости процессов, протекающих в ходе превращения веществ, от концентрации реагирующих веществ устанавливает основной закон кинетики - закон действующих масс: скорость одностадийного процесса пропорциональна произведению концентраций реагирующих веществ. Математическое уравнение, определяющее зависимость скорости реакции от концентраций реагентов, называется кинетическим уравнением. Важной характеристикой процессов, протекающих с определенной скоростью в том или ином направлении, является порядок реакции, указывающий на степенную зависимость скорости от концентраций реагирующих веществ.

Экспериментальное определение порядка реакции проводят графическим методом. При заданных внешних условиях (температура, давление, среда, в которой протекает процесс) скорость является функцией концентрации реагирующих веществ. Изменяя концентрацию одного из реагентов при неизменных прочих условиях, в каждом опыте определяют время протекания реакции и строят график зависимости скорости реакции от концентрации в логарифмических координатах. Такой прием построения графиков называют линеаризацией зависимости. Численное значение порядка реакции находят как тангенс угла наклона прямой линии, построенной по экспериментальным данным.

Точное соответствие величины тангенса угла наклона, построенного графика величине порядка реакции зависит от точности определения времени протекания реакции. Если в реакции образуется малорастворимое вещество, отсчет времени в каждом опыте прекращают, когда образуется одно и то же количество продукта. Скорость приравнивают величине, обратно пропорциональной времени протекания реакции. Поэтому очень важно установить момент образования одинакового количества продукта.

В данной работе предложена простая конструкция прибора, позволяющая повысить точность кинетических измерений при исследовании зависимости скорости реакции от концентраций реагирующих веществ.

Была изучена зависимость скорости реакции между тиосульфатом натрия и серной кислотой в растворах от концентрации $Na_2S_2O_3$:

$$Na_2S_2O_3 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + H_2SO_3 + S\downarrow$$

Белый осадок образующейся мелкодисперсной серы становится заметным для глаза наблюдателя после накопления определенной её концентрации Δc. Для того, чтобы фиксировать время протекания реакции до накопления одинакового количества продукта, отсчет времени прекращают, когда визуально степень помутнения раствора кажется такой же, как в предыдущем опыте.

Были проведены две серии повторяющихся опытов при постоянной концентрации реагентов. В таблице 1 приведены данные опытов по стандартной методике фиксирования времени протекания реакции (серия 1): до одинаковой степени помутнения раствора, определяемой визуально, и с использованием метода «исчезающей полоски» (серия 2).

Таблица 1 − Время протекания реакции, зафиксированное по двум методикам

№ серии	Время протекания реакции, с									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Серия 1	40	42	40	40	41	43	41	42	44	43
Серия 2	40	40	40	40	41	40	41	41	41	40

Как видно из таблицы, разброс данных практически не заметен, если используется метод «исчезающей полоски».

Для определения порядка исследуемой реакции по тиосульфату натрия проводили три опыта при разных концентрациях этого реагента и постоянной концентрации серной кислоты (Таблица 2 и Таблица 3).

Таблица 2 – Результаты кинетических измерений, полученных по стандартной методике фиксирования времени протекания реакции

№	Объём растворов веществ, мл			Время Δτ, с	Скорость $v=\frac{100}{\Delta\tau}$, $с^{-1}$	lg *v*	*"c"*	lg*"c"*
	1 пробирка		2 пробирка					
	$Na_2S_2O_3$	H_2O	H_2SO_4					
1	7,5	–	2,5	56	1,78	0,26	7,5	0,88
2	5	2,5	2,5	77	1,30	0,11	5	0,70
3	2,5	5	2,5	134	0,75	-0,13	2,5	0,40

Таблица 3 – Результаты кинетических измерений, полученных по методу «исчезающей полоски»

№	Объём растворов веществ, мл			Время Δτ, с	Скорость $v=\frac{100}{\Delta\tau}$, $с^{-1}$	lg *v*	*"c"*	lg*"c"*
	1 пробирка		2 пробирка					
	$Na_2S_2O_3$	H_2O	H_2SO_4					
1	7,5	–	2,5	54	1,86	0,27	7,5	0,88
2	5	2,5	2,5	85	1,18	0,07	5	0,70
3	2,5	5	2,5	169	0,59	-0,23	2,5	0,40

По экспериментальным данным были построены графики температурной зависимости скорости реакции в аррениусовых координатах (рис.1).

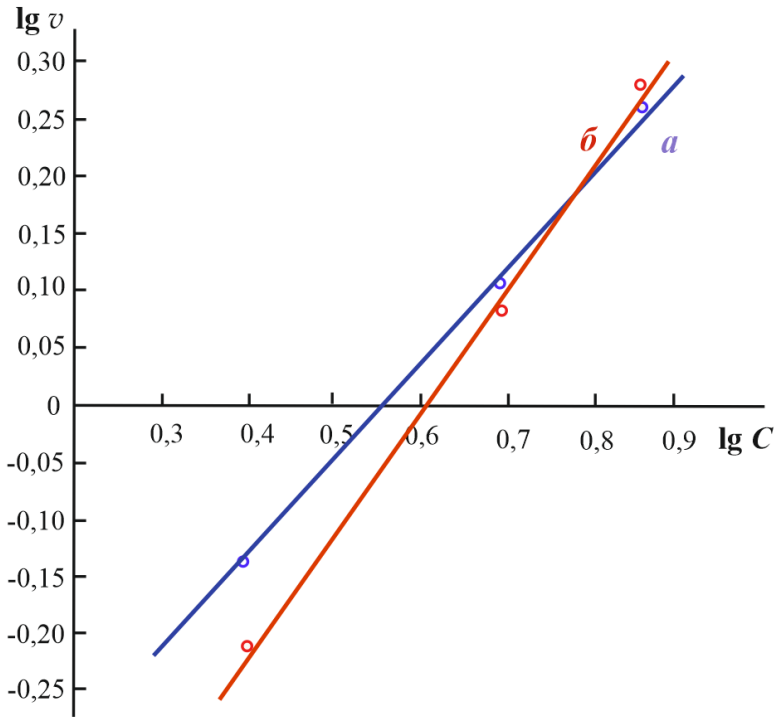


Рисунок 1 – Зависимость lg *v* от lg *c* для двух экспериментальных серий:
а) стандартный метод определения времени; б) определение времени по методу «исчезающей полоски»

Тангенс угла наклона прямой в координатах $\lg v - \lg c$ соответствует порядку реакции по исследуемому веществу.

Порядок реакции по тиосульфату натрия, определенный по стандартной методике, равен 0,82. Метод «исчезающей полоски» дает значение $n = 1$, что соответствует литературным данным для исследуемой реакции.

Таким образом, предложенный метод определения времени протекания гомогенной реакции дает значительно меньшую погрешность в определении порядка реакции графическим методом.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Методические указания к лабораторным работам по общей химии / В.В. Приседский, Е.И. Волкова, И.В. Мнускина, Л.И. Рублева / под. ред. В.В.Приседского. – Донецк : ДОННТУ, 2015. – 62 с.

СЖИМАЕМОСТЬ ЖИДКОЙ ФАЗЫ В СИСТЕМЕ ДИОКСИД УГЛЕРОДА - γ-БУТИРОЛАКТОН

С.Г.Краснокутский, В.Г.Матвиенко
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

Исследована сжимаемость жидкой фазы двухкомпонентной системы диоксид углерода - γ-бутиролактон во всем диапазоне составов при температурах 0 – 40^{0}С и давлениях до 9 МПа. Установлена аномально высокая сжимаемость жидкой фазы для растворов с высоким содержанием диоксида углерода при температурах, близких к его критической температуре.

Ключевые слова: ДИОКСИД УГЛЕРОДА, γ -БУТИРОЛАКТОН, ЖИДКАЯ ФАЗА, СЖИМАЕМОСТЬ.

Liquid phase compressibility in two-component carbon dioxide-γ-butirolactone system at temperatures 0-40^{0}C and pressures up to 9 МПа was studied. Abnormal high compressibility for solutions with high carbon dioxide content at temperatures close to its critical temperature is stated.

Key words: CARBON DIOXIDE, γ–BUTIROLACTONE, LIQUID PHASE, COMPRESSIBILITY.

Для очистки природного газа от кислых компонентов (сероводорода и диоксида углерода) при их высоком содержании рационально использовать абсорбенты, которые хорошо растворяют эти компоненты, не вступая с ними в химическое взаимодействие. В качестве одного из таких абсорбентов может быть рекомендован γ-бутиролактон. Он представляет собой жидкость с нормальной температурой кипения 204^{0}С и низкой температурой замерзания -44,0^{0}С. Малая летучесть этого поглотителя позволяет свести к минимуму потери его в виде пара с очищенным газом, а низкая температура кристаллизации позволяет применять его в районах крайнего севера. Исследованиями, проведенными на кафедре физической и органической химии ДонНТУ, было

установлено, что γ -бутиролактон хорошо растворяет сероводород и диоксид углерода. Было отмечено также, что в системе диоксид углерода - γ-бутиролактон, изученной в интервале температур 0 – 40°С при давлениях до 8 МПа, жидкая фаза в области составов, богатых диоксидом углерода, демонстрирует необычное объемное поведение. (см. рис.1)

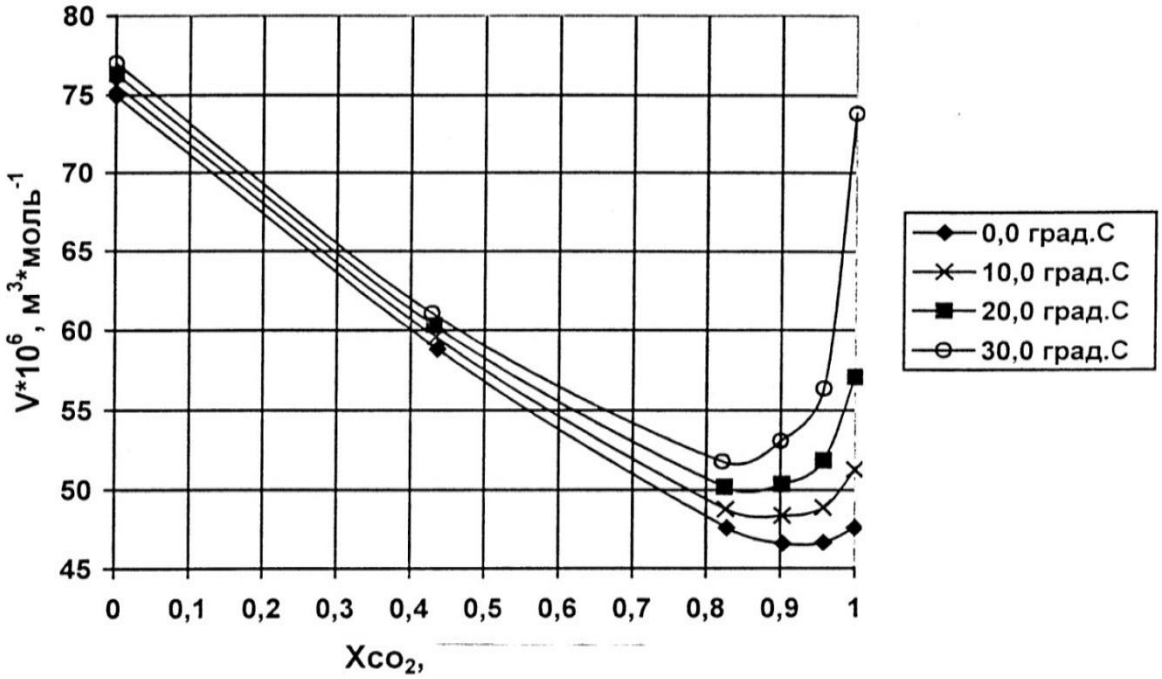


Рисунок 1 − Зависимость молярного объема раствора от состава в системе диоксид углерода - γ-бутиролактон

На изотермах зависимости молярного объема раствора от состава наблюдается настолько значительное отклонение от аддитивных значений, что появляется минимум. Объясняется это тем, что при температурах, близких к критической температуре, жидкий диоксид углерода является «рыхлой» жидкостью, добавление к которой другого компонента приводит к сильному уплотнению. С повышением температуры глубина минимума существенно увеличивается при приближении температуры к критической температуре диоксида углерода (+31,04°С). Например, при температуре 30°С отклонение молярного объема жидкой фазы от аддитивного значения составляет 31,5 %. Это означает, что при смешении жидкого диоксида углерода с γ-бутиролактоном наблюдается очень большое уменьшение объема жидкой фазы. Также в этой системе впервые было обнаружено явление расслоения в жидкой фазе при температурах, превышающих критическую температуру диоксида углерода. Область расслоения на диаграмме смещена в сторону летучего компонента.

Полученные данные свидетельствуют о том, что плотность жидкой фазы двухкомпонентной системы очень чувствительна к изменению параметров – температуры, состава, давления. В связи с этим нами было проведено исследование объемного поведения жидкой фазы системы диоксид углерода - γ-бутиролактон во всем диапазоне составов при температурах 0 – 40°С и давлениях до 9 МПа.

Экспериментальные исследования проводили с использованием оригинальной методики, разработанной авторами. Основной частью установки являлась ячейка равновесия, изготовленная из прозрачного кварцевого стекла, которая могла выдерживать внутреннее давление до 20 МПа. Ячейка была снабжена малогабаритным вентилем (общая масса ячейки с вентилем около 60 г), что позволяло путем

взвешивания на аналитических весах определять массы загружаемых компонентов. Загруженная ячейка термостатировалась и ее содержимое сжималось жидкой ртутью до полного исчезновения газовой фазы. Затем при установленной температуре (температура поддерживалась с погрешностью 0,03°С) и различных давлениях (давление измерялось образцовым манометром МО-100 с погрешностью 0,4 %) с помощью катетометра измерялась высота столба жидкой фазы. Погрешность измерения этой величины 0,015 мм при высоте столба около 100 мм. Предварительная калибровка ампулы позволяла по этим данным определять ее плотность и молярный объем.

Была экспериментально исследована сжимаемость чистых компонентов и шести двухкомпонентных растворов. На основании опытных данных определены молярные объемы растворов различного состава и их молярные коэффициенты сжимаемости. Изотермы зависимости последних от состава раствора показаны на рис. 2.

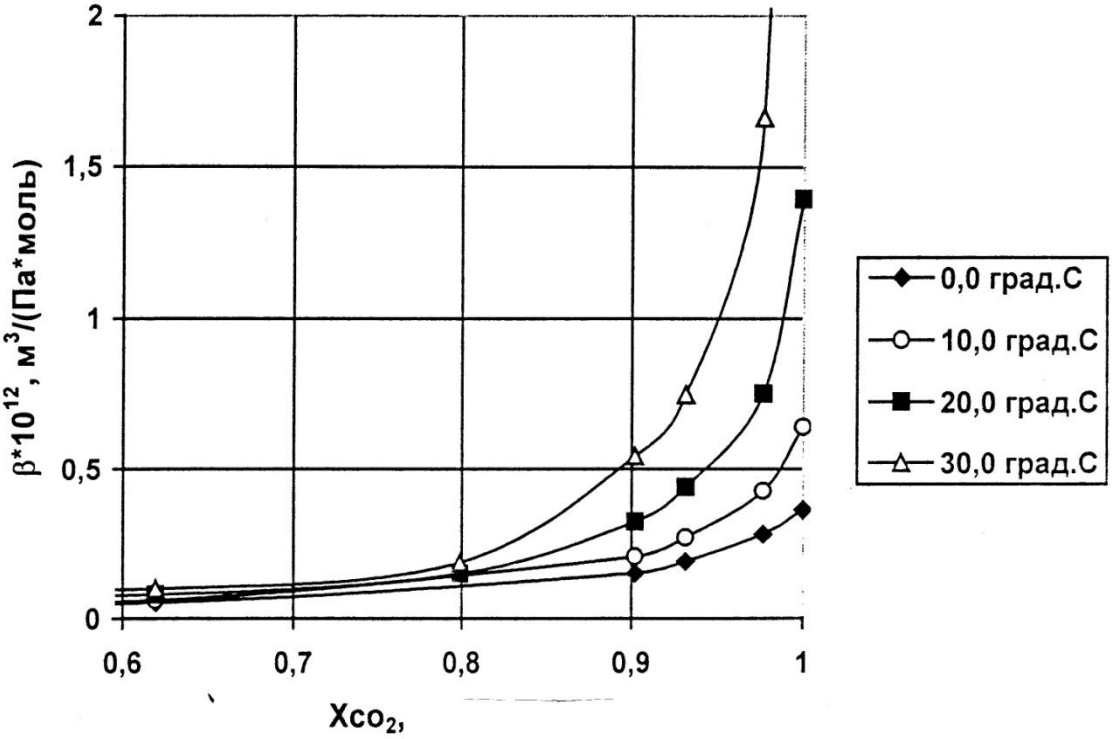


Рисунок 2 − Зависимость молярного коэффициента сжимаемости раствора от состава в системе диоксид углерода - γ-бутиролактон

Как следует из рисунка 2, сжимаемость жидкой фазы резко увеличивается при увеличении концентрации диоксида углерода в растворе и с приближением температуры системы к критической температуре диоксида углерода. Подобного объемного поведения жидкой фазы следует, очевидно, ожидать и в других двухкомпонентных системах, содержащих нелетучий и летучий компоненты в окрестностях критической температуры летучего компонента.

Полученные в настоящей работе данные могут быть использованы для развития теории растворов, для пополнения банка данных о свойствах двухкомпонентных систем, при разработке технологических схем очистки природного газа с помощью γ-бутиролактона, а также в учебном процессе в курсе «Физическая химия» (темы «Растворы» и «Парциальные молярные величины»)

КОМПЬЮТЕРНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ИНФРАКРАСНЫМ СПЕКТРОФОТОМЕТРОМ SPECORD 75 IR

Т.А.Буй, В.В.Шаповалов, Т.В.Шаповалова
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

Для исследования продуктов пиролиза органического сырья с целью получения активных углей разработана и практически реализована компьютерная система управления и сбора спектральной информации на базе спектрофотометра SPECORD 75 IR. В разработке использован модуль аналогового ввода МВА 8 и программа управления MasterScada.

Ключевые слова: ИНФРАКРАСНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ, КОМПЬЮТЕРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ, SCADA-СИСТЕМА, ПИРОЛИЗ.

To study the products of the pyrolysis of organic raw materials in order to obtain active carbons, a computerized system for controlling and collecting spectral information based on the spectrophotometer SPECORD 75 IR has been developed and practically implemented. In the development, an analog input module MVA 8 and the MasterScada control program are used.

Key words: INFRARED SPECTROSCOPY, COMPUTER CONTROL, SCADA-SYSTEM, PYROLYSIS.

Инфракрасная спектроскопия (ИК-спектроскопия) по своей информационной значимости занимает одно из первых мест при исследовании газообразных, жидких и твердых веществ наряду с масс-спектрометрией, ядерным магнитным резонансом и рентгеноструктурным анализом. При получении сопоставимой информации стоимость инфракрасных спектрофотометров, при относительно высокой стоимости, в несколько раз, а иногда и на порядки, меньше приборов вышеперечисленных методов. По этой причине ИК-спектрофотометры являются необходимыми и, относительно, доступными приборами химических, биологических и экологических лабораторий [1, 2]. ИК спектры обусловлены внутримолекулярным колебаниям атомов, связанных химическими связями в молекулярные структуры [2]. Метод ИК-спектроскопии основан на поглощении ИК-излучения атомами и функциональными группами составляющих молекулы вещества. Инфракрасное излучение представляет собой электромагнитную волну и характеризуется длиной волны λ, которая через постоянную Планка h и скорость света определяет его энергию:

$$E_{IR} = \frac{hC}{\lambda}$$

Величину $1/\lambda$ называют волновым числом, которое, как принято, имеет размерность $см^{-1}$, если длину волны выразить в сантиметрах.

Зависимость интенсивности поглощенного излучения от длины волны воздействующего на вещество света представляет собой спектр, в данном случае ИК-спектр. Практически ИК-спектр представляют в координатах *волновое число−интенсивность*. Поглощение излучения происходит, когда разность энергии между разными состояниями взаимодействующей системы атомов совпадает с энергией излучения, в результате чего молекула переходит в некоторое возбужденное состояние:

$$\frac{hC}{\lambda} = \Delta E_{\text{молекулы}}$$

В молекулярной структуре можно выделить различные уровни энергии, обусловленные колебаниями атомов вдоль химической связи: валентные – симметричные и антисимметричные, деформационные, связанные с изменением углов между атомами – ножничные, маятниковые, веерные, крутильные. Кроме того в спектрах проявляются слабоинтенсивные обертоны, объясняемые моделью ангармонического осциллятора. Особенностью взаимодействия ИК излучения с веществом является то, что одинаковые функциональные группы «проявляют» себя при примерно при одинаковых длинах волн независимо от того в состав каких молекул они входят, что привело к появлению представления о *групповых колебаниях* значительно облегчающих идентификацию веществ. Так, например, связь С−Н проявит себя полосой поглощения около 3000 $см^{-1}$. В основном молекулы разных сложных веществ имеют полосы поглощения в диапазоне волновых чисел 4000-400 $см^{-1}$. Чем сложнее вещество, тем больше полос поглощения будет в его ИК-спектре.

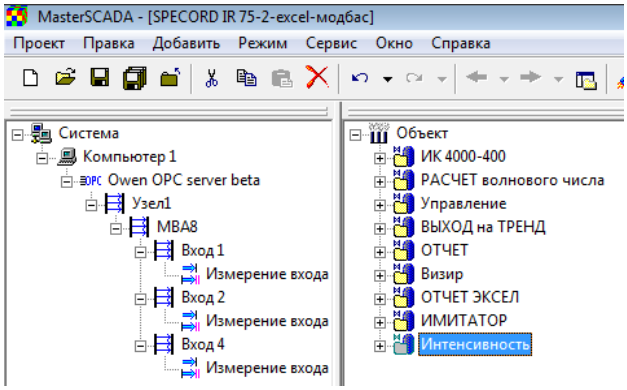


Рисунок 1 − Блок программы контроля и управления SPECORD 75 IR

ИК спектрофотометры, в которых информация о поочередно, вырезаемых щелью спектральных интервалах регистрируется последовательно во времени, называют сканирующими, и энергия излучения воспринимается одноканальным приемником. Безусловно, сканирующие приборы уступают по функциональным возможностям ИК-спектрфотометрам с преобразованием Фурье [3], но для большинства обычных исследований вполне применимы. Высокая разрешающая способность Фурье приборов по волновому числу становится бесполезной при работе с конденсированными системами, где тепловой шум, например, кристаллической решетки, может значительно превышать разрешающую способность прибора. К сканирующим приборам относится SPECORD 75 IR (Carl Zeiss), который отличается прекрасной оптической и механической частями, но обладает по-нынешнему временинеудовлетворительным представлением и хранением результатов. На рис.1 представлены компоненты разрабтанной нами программы управления ИК-спектрофотометром, которая включает сбор информации с модуля MBA8, расчет волнового числа и его калибровка, расчет интенсивности полос поглощения, организация вывода твердой копии спектра, сохранение графической и числовой информации в в виде двух типов файлов.

Измерительная информация об интенсивности полос поглощения снималась с аналогового выхода спектрофотометра, а исходная информация для расчета волнового числа – с прецизионного многооборотного потенциометра, подключенного с механизму развертки спектра. На рис.2 представлен интерфейс программы управления и сбора информации. В центре располагается графическое окно, на котором отражается записываемый ИК-спектр. Соответствующие управляющие компоненты интерфейса позволяют осуществить создание файлов с сохранением информации в виде таблиц и графиков Excel (рис.3), а также отчетов MasterScada, в которых реализуется выборка максимумов полос поглощения. Визир волнового числа позволяет получить численную информацию о положении полос поглощения и их интенсивности в процессе съемки

спектра. Предусмотрены режимы перехода системы управления в режим калибровки волновых чисел, настройки диапазона измерений.

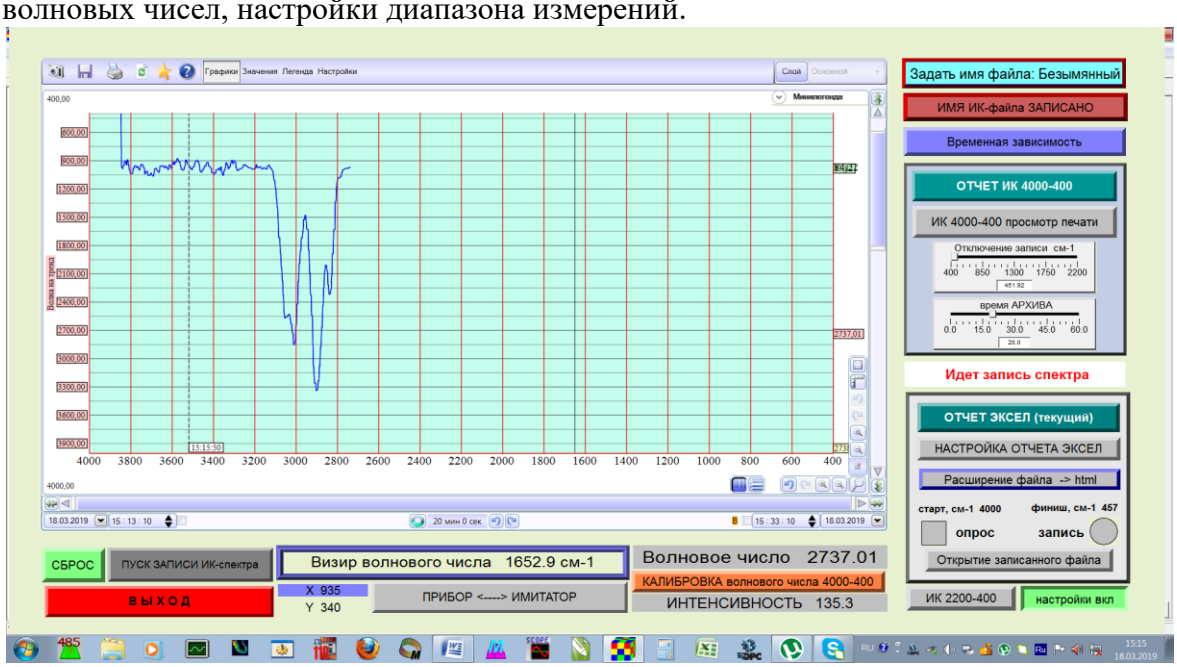


Рисунок 2 − Интерфейс программы управления ИК-спектрофотометром

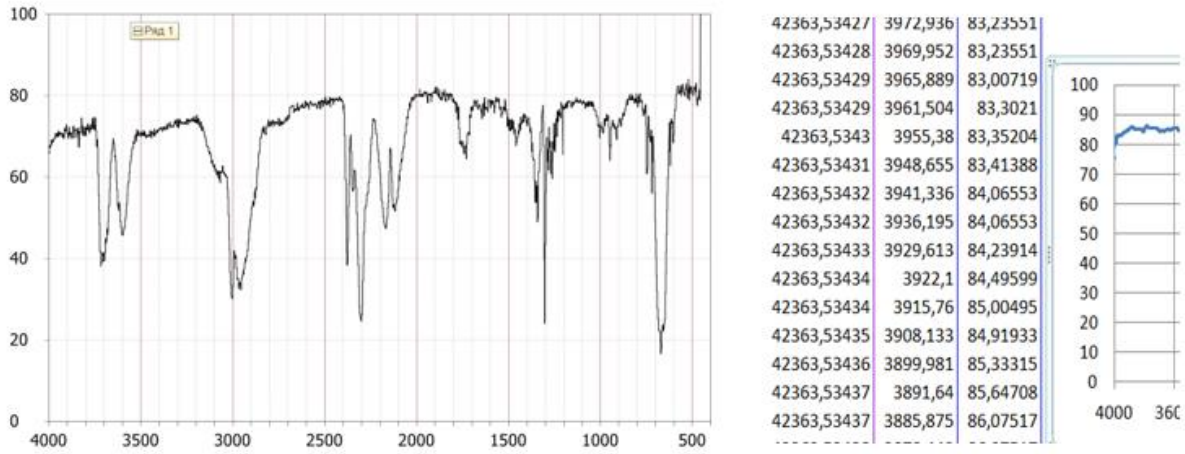


Рисунок 3 − Файл с данными ИК-спектра газообоазных продуктов пиролиза крахмала

В заключение следует отметить, что разработанная программа управления и соответствующий интерфейс вполне могут быть использованы и для использования в других исследовательских установках, где необходимо в получение информации в координатах X−Y., причем в интерфейсе достаточно изменить лишь название элементов, а количество информационных каналов практически не ограничению.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Накамото, К.* ИК спектры и спектры КР неорганических и координационных соединений / К.Накамото. − М.: Мир, 1991. − 536 с.

2. *Шмитд, В.* Оптическая спектроскопия для химиков и биологов / В. Шмидт. М.: Техносфера, 2007. − 368 с.

3. *Тарасевич, Б.Н.* Основы ИК спектроскопии с преобразованием Фурье. Подготовка проб в ИК спектроскопии / Б.Н.Тарасевич. М.: МГУ, 2012. − 22 с.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В УСЛОВИЯХ ДОНБАССА

Э.Ю. Бородько, Д.А. Макеева
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

В данной работе рассмотрена проблема откачки шахтных вод и её решение с помощью энергии ветра и гидроэлектростанции. С экономической и экологической стороны для шахты и населения.

Ключевые слова: ВОДА, ШАХТА, ЭНЕРГИЯ

This paper considers the problem of pumping mine water and its solution using wind energy and hydroelectric power. On the economic and environmental side for the mine and the public.

Keywords: WATER, MINE, ENERGY

Экологическая обстановка на Донбассе во многих случаях связана с закрытием и затоплением шахт. Она заключается в том, что в земле вместо добытого угля и породы образуются пустоты, зачастую подмываемые грунтовыми водами. Именно поэтому любая шахта 24 часа в сутки вынуждена заниматься откачиванием воды из недр земли, не допуская размыва почвы, что влечет за собой оползень, обрушение шахт и близлежащие постройки.

Также это ведет к попаданию подземных вод и источники питьевой воды: грунтовые воды проходят по выработкам, смывая и унося за собой тяжелые металлы, солями и другими элементами, которые делают их опасными для здоровья человека.

Масштабы негативного воздействия шахтных вод непредсказуем и ведет к экономическим и экологическим потерям.

В связи с образовавшейся проблемой предлагается решение в виде установки на закрытые и открытые шахты комбинации ветряных установок и ГЭС.

Шахты являются эффективным способом выработки «чистой» электроэнергии. Установленная в затопленных шахтах турбина, может вырабатывать электричество для обеспечения себя электроэнергией и продажи.

Ветер — величина непостоянная. Преобразование непостоянной ветряной энергии в условно-постоянную электрическую и подача ее в сеть — одна из важнейших проблем ветроэнергетики. Ветродвигатели пригодны в местах где 150-180 дней в году дует ветер. Данный недостаток компенсируется за счет гидроэнергии. Смысл прост: вода из шахт выкачивается на поверхность с помощью ветрогенераторов заполняя резервуар в ветреные дни, в случае, когда ветер отсутствует воду спускают вниз приводя турбину в действие и вырабатывая электричество. Когда ветер возобновляется воду снова выкачивают наверх.

Такой способ использования шахтных вод самый простой и дешевый[3].

Рассмотрим количество потребляемой электроэнергии на водоотлив шахт и выгоду от ветрогенераторов.

В среднем на водоотлив шахта затрачивает 500 кВт мощности; очистной участок 700 кВт. Рассмотрим ветряк вырабатывающий не менее 5000 кВт/ч в месяц

Электропитание должно быть бесперебойным. Ветер – явление непостоянное, и ветряк напрямую не сможет полноценно обеспечивать электричеством. Поэтому к затратам на ветрогенератор нужно добавить расходы на громоздкие и дорогие электрические аккумуляторы, накапливающие энергию ветра. Аккумулятор

вырабатывает постоянный ток, который должен быть преобразован в переменный. Для этого необходим инвертор, стоимость которого дополнительно увеличивает затраты на получение «бесплатной энергии». Необходимость установки ветрогенератора на высокой мачте также увеличивает затраты.

С другой стороны, все эти дополнительные устройства приводят к сохранению энергии при ее хранении и преобразовании.

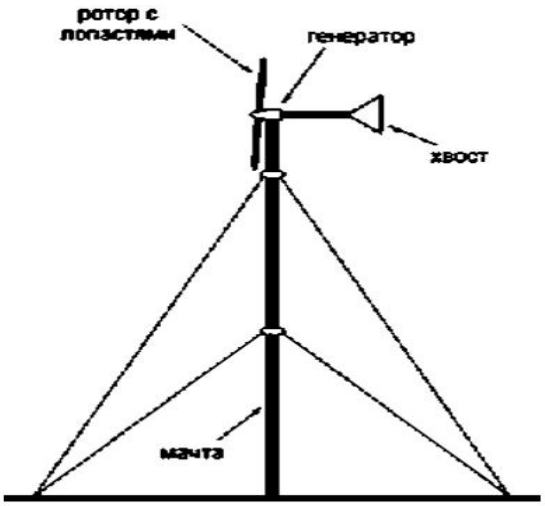


Рисунок 1 – Строение ветряка

В качестве примера возьмем ветроутановку ВЭС-20. Это классический трёхлопастной ветроагрегат с неизменяемым углом установки лопастей, максимальной электрической мощностью 20 кВт, скоростью вращения 100 об/мин, максимальная рабочая скорость 50 м/с, скорость трогания 3 м/с. Лопасть особой конструкции выполнена из стеклоуглепластика по специальной технологии, имеет высокий ресурс при малом весе и обеспечивает низкий уровень шума. Мачтовый комплект (труба на растяжках) максимально упрощен и удешевлен как показано на рисунке 1.

Ветрогенератор генерирует трехфазное переменное напряжение. Аккумуляторная батарея заряжается через выпрямитель постоянным током. Этим процессом управляет контроллер заряда. Аккумуляторная батарея нужна для сглаживания случайных колебаний нагрузки и мощности ветра. Регулирование и ограничение скорости вращения ветродвигателя при высоких скоростях ветра (до 40 м/с) достигается за счет электромагнитного торможения генератором. Если при этом аккумулятор уже заряжен, то генерируемая избыточная энергия рассеивается в резистивных трубчатых электронагревателях (ТЭН-ах).

Плотность распределения описывает частоты повторяемости различных скоростей. Для ветра характерна сильная несимметрия распределения скорости. Подходящей теоретической моделью считается распределение Вейбулла. На рисунке ниже приведено требуемое теоретическое распределение Вейбулла. Параметр a, определяющий несимметрию, принят равным 1,5. Параметр b, определяющий среднее значение, принят равным 7 м/с.

Для целей, заявленных в начале возьмем ГЭС деривационного типа т.е. такие ГЭС, где падающая вода подводящаяся к энергоустановке по водоводу образует ветвь потока с перепадом высот. Вверху по течению устраивается канал с уклоном меньшим, чем уклон основного потока. При перепаде высот достаточном для выработки необходимой мощности (или по другим ограничениям) поток передаётся в напорный

водовод, соединенный с турбинной камерой, в которой энергия воды переходит в энергию механического вращения вала генератора электрической энергии[2].

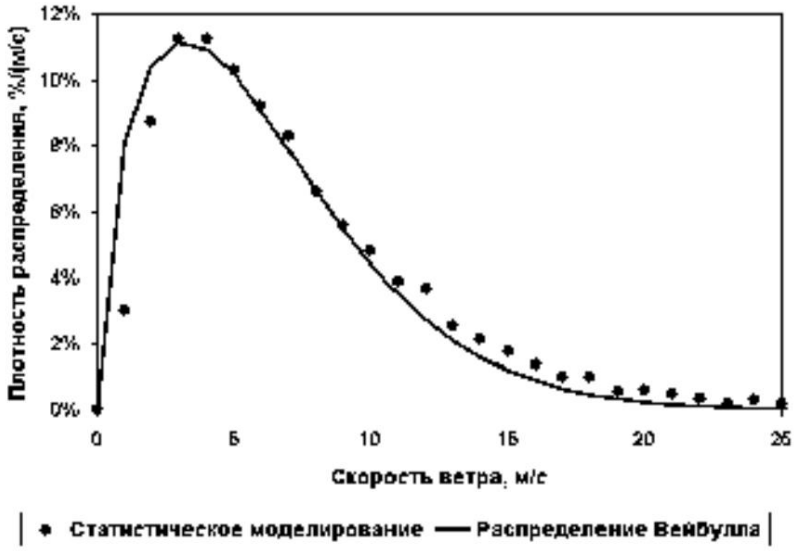


Рисунок 2 – Плотность распределения скорости ветра

Для повышения КПД установки и более полного использования энергии потока предлагается устройство с вращающейся вставкой и вынесенным за пределы потока генераторной установкой. Такое расположение энергоустановки позволяет использовать водную энергию в напорных водоводах каскадно, без изменения направления потока, то есть более просто. Уплотнения вращающейся вставки составляют наше ноу хау. Мощность установки такого рода до 50 кВт в зависимости от мощности потока [1].

При средней скорости ветра 4 м/с и глубины шахт, достигающих 1000м данная комбинация сможет обеспечить шахту электроэнергией.

При расчете сроком окупаемости 10 лет с учетом смены аккумуляторной батареи. Работа ветрогенератора предполагает безаварийность и не требующей техобслуживания. ГЭС также не требует особого ухода и проста в эксплуатации. Комбинация этих двух технологий не требует огромных затрат на содержание и может решить проблему шахтных вод для Донбасса.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Гашинский, Ю.П.* Методика расчёта, обзор конструкции и компоновка микро ГЭС / Ю.П.Гашинский. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.creeed.net/wp-content/uploads/2013/06/Gashinsky%20HPP.pdf

2. Электроэнергетическая эффективность вертогенератора для дома [Электронный ресурс] Режим доступа: https://alternativenergy.ru/vetroenergetika/673-issledovanie-energeticheskoy-effektivnosti-avtonomnogo-avtomatizirovannogo-vetroelektricheskogo-generatora-dlya-individualnogo-zhilya.html

3. *Ветер* / Мезенцев В.А. – М.:ВИМВС СССР, 1948. – 86 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://collectedpapers.com.ua/ru/wind/blakitne-vugillya

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗДЕЛЬНОГО СБОРА ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ НА ТЕРРИТОРИИ ДОНБАССА

В.К. Герасимюк, Е.С. Матлак
ГОУ ВПО «Донецкий Национальный Технический Университет»

В работе проанализирована реальная ситуация с твердыми бытовыми отходами на территории Донбасса. Рассмотрены варианты развития сферы обращения с твердыми бытовыми отходами опираясь на опыт ведущих стран Европейского союза и Российской Федерации.

Ключевые слова: РАЗДЕЛЬНЫЙ СБОР, УТИЛИЗАЦИЯ, ТАРИФЫ, РАСХОДЫ.

The paper analyzes the real situation with solid waste in the territory of Donbass. The variants of development of the sphere of solid waste management based on the experience of the leading countries of the European Union and the Russian Federation.

Keywords: SEPARATE COLLECTION, RECYCLING, TARIFFS, COSTS.

В странах ЕС [1] раздельный сбор твёрдых бытовых отходов (ТБО) интегрирован в общую иерархию концепции «Комплексного управления отходами» (КУО), является одной из приоритетных предпосылок её организации. При этом в этих странах осуществляется покомпонентный сбор ТБО (макулатура, металл, стеклобой, пластик и др.), который сформирован на кухне квартир, направляется далее в индивидуальные контейнеры, расположенные на площадках жилого сектора. Такая организация раздельного сбора требует активного и сознательного отношения населения.

В условиях Донбасса сложно организовать раздельный покомпонентный сбор из-за стеснённых условий жилых помещений, общей неподготовленности населения к данному процессу, отсутствий соответствующих условий его технического обеспечения (контейнеров и др.), необходимости изменения логистики (индивидуального автотранспорта для транспортировки каждого компонента ТБО). Поэтому в настоящее время предпочтительным является (по опыту России) не покомпонентный, а пофракционный сбор ТБО с направлением обогащенных фракций на специальные комплексы по сортировке и переработке таких отходов, создание которых не требует очень больших капиталовложений.

Рекомендуется осуществлять такой сбор в три контейнера:

–«сухих» фракций вторичных отходов, пригодных для промышленной переработки в новую продукцию;

–«влажных» биоразлагаемых отходов для компостирования (типа пищевых отходов и др.);

–прочих неперерабатываемых отходов («хвостов»).

Реализация рекомендуемого подхода к раздельному сбору ТБО потребует:

–создания при жилищных комитетах городских Администрации координационных штабов (подразделений или комиссий) по переходу на селективный сбор ТБО с участием заинтересованных организаций;

–инициирования разработки законодательного акта о раздельном сборе;

–принятия программы по планированию внедрения раздельного сбора на региональном уровне;

–принятие специальной целевой программы по проведению разъяснительной работы с населением и пропаганде раздельного сбора ТБО (далее такие работы должны проводиться постоянно) и созданию системы стимулирования населения.

Планирование такой работы реально следует начинать «от конца технологической цепи к её началу» под которым понимается:

1. выявление доступных рынков сбыта каждого из конкретных видов вторичных ресурсов (сырья), которые будут выделяться из общего потока (макулатуры, стеклобоя, пластика);

2. подготовка базы данных вторичной сортировки и физико-химической обработки сырья, то есть «сухих» и «влажных» отходов, предварительно выделенных населением:
а) для «сухих» ресурсов таким местом является технологический комплекс, включающий:

– мусороперегрузочную станцию (МПС), которая реализует идею двухступенчатой системы транспортировки отходов с помощью малых мусоровозов (на короткие расстояния) и большегрузных мусоровозов (на большие расстояния);

– конвейерную мусоросортировочную станцию (МСС), предназначенную для окончательной профессиональной сортировки отходов, с прессами для пакетирования (брикетирования) «хвостов» сырья, брикеты которого загружаются в большегрузные мусоровозы и транспортируются на полигоны;

б) для «влажных» биоразлагаемых отходов таким местом являются предприятия по аэробному сбраживанию (компостированию) или анаэробному сбраживанию (метанированию).

На этом же этапе необходимо рассмотреть важный вопрос о создании сети специальных базовых предприятий для переработки разных видов отходов: дерева, стекла, полиэтилена, макулатуры, алюминиевых банок, отслуживших кино-фотоматериалов и даже изъятых из оборота отслуживших информационных компьютерных носителей, которых становиться всё больше и др. ВМР и ВЭР. Следует иметь ввиду, что на начальном этапе затраты на раздельный сбор отходов, из-за низких тарифов, не покрываются доходами от реализации вторсырья переработчиками. Дополнительные расходы, которые перекладываются на органы местного самоуправления, необходимы на покупку:

–покупку большого количества контейнеров, ибо собирать ТБО в один поток («общую кучу») уже нельзя;

–увеличенные транспортные расходы перевозчика (как правило это коммунальные предприятия), т.к транспорт надо подавать для различных фракций собранных отходов;

–обустройство помещений, площадок для накопления минимального объёма отходов перед передачей их переработчикам.

Как показывает опыт стран ЕС (Германия, Швеция, Дания и др.), обязанность по РСО целесообразно закрепить за жителями на законодательном уровне. Это необходимо делать не в первую очередь, а постепенно.

Самым целесообразным подходом является общественная работа и пропаганда полезности для молодого поколения именно такой формы сбора отходов с целью воспитания осознанного отношения к данному вопросу. Данная работа является длительной и кропотливой.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Матлак, Е.С.* Инновационный вариант развития сферы обращения с твердыми бытовыми отходами в Донецком регионе / Е.С. Матлак, М.Н.Шафоростова Материалы 2-ой международной научно – практической конференции, 25-26 мая 2016г, г. Донецк, Т.4: Перспективные направления развития экологии.

ОБОСНОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА СОЗДАНИЯ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА

А.И. Падалко, М.Н. Шафоростова
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

Подведены текущие итоги по разработке бизнес-плана создания рыбного комплекса в Донецком регионе с целью получения и реализации населению экологически чистой рыбной продукции. Выполнены экономические расчеты для обоснования эффективности реализация проекта.

Ключевые слова: БИЗНЕС-ПЛАН, РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ КОМПЛЕКС, ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТАЯ ПРОДУКЦИЯ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Current results on working out of the business plan of creation of a fish complex in Donetsk region for the purpose of reception and realization to the population of non-polluting fish production are brought. Economic calculations for a substantiation of efficiency project realization are executed.

Keywords: BUSINESS PLAN, ECONOMIC FISH COMPLEX, NON-POLLUTING PRODUCTION, ECONOMIC EFFICIENCY

Обеспечение продовольственной безопасности любого государства является важной задачей для органов управления. Современные мировые тенденции решения данной проблемы направлены также на экологические аспекты при достижении цели обеспечения продовольственной безопасности. Для нашей страны эти проблемы также являются важными, особенно в последние годы.

Экономические и политические условия оказывают влияние на обеспечение населения страны продуктами питания, а экологическая чистота как процесса производства продукции, так и уже готовой продукции становятся все более важными аспектами при принятии решений человеком о выборе продуктов питания.

Рыба как продукт питания для значительной части населения предпочтительнее мяса с многих точек зрения и, поэтому, пользуется спросом у покупателей. Все большая часть потребителей кроме качественных и стоимостных показателей продукции учитывает и экологические показатели, т.е. спрос на эти виды продукции возрастает, что говорит об экономической привлекательности такого вида бизнеса для производителя.

Принимая во внимание потенциальную привлекательность рыбного бизнеса в условиях Донбасса авторами была выбрана тема исследования и разрабатывается бизнес-план по разведению рыб определенных видов. Обоснование экономической эффективности на основе бизнес-планирования.

Авторы предполагают, что данный проект поможет заинтересовать инвесторов своей экономической эффективностью и незначительными первоначальными вложениями на создание рыбохозяйственного комплекса. Для жителей определяющим при приобретении рыбы будет стоимость данной рыбной продукции, т.е. ее цена должна быть ниже цены подобной продукции, привезенной из Российской Федерации.

В настоящее время потребность в рыбной продукции на территории ДНР удовлетворяется как за счет вылова морских видов рыбы с Азовского моря, так и ввозом морских и речных видов рыб из-за границы. Таким образом потребность населения в морских видах рыб удовлетворяется полностью по разным ценовым категориям.

С учетом результатов мониторинга ситуации авторами принято решение о целесообразности направления усилий бизнеса на продуцирование речных видов рыб путем их разведения на территории страны с ориентацией на минимизацию цены реализации готовой продукции.

Для обоснования реализации данного проекта авторами разрабатывается бизнес-план создания рыбохозяйственного комплекса. На первом этапе авторами было выполнено законодательно-нормативное обоснование реализации проекта, т.е. рассмотрены вопросы регистрации юридического лица с выбором организационной формы. Авторы обосновали выбор формы «общество с ограниченной ответственностью», принимаю превалирование положительных аспектов этой формы над отрицательными для данного бизнеса. Уточнены условия получения лицензии на данный вид хозяйственной деятельности.

Ключевым фактором создания рыбного комплекса является выбор подходящего водоема. Проведен сравнительный анализ альтернативных вариантов размещения комплекса и сделан выбор водоема на основе гряды водоемов неподалеку от поселка Мичурино (Тельмановский район), который находится южнее Донецка, и, следовательно, имеет более теплый климат. Так же данные водоемы не имеют больших глубин, что позволяет легче производить вылов рыбы и другие виды работ. Далее авторы изучили нормативные требования для получения данного водного объекта в аренду и сформировали требуемый пакет документов:

- заявление (ходатайство);
- обоснование целей рационального использования водного объекта;
- ситуационная схема земельного участка с нанесенным водным объектом и ориентировочными его размерами, письменное согласие землепользователя (землевладельца) на аренду водного объекта;
- согласие владельца или балансодержателя гидротехнических сооружений на совместное пользование и техническое обслуживание;
- копии учредительных документов.

Далее был определен механизм оформления водного объекта:

- заключается договор на совместное использование и техническое обслуживание и пропуск паводка с владельцем гидротехнических сооружений;
- оформляется разрешение на специальное водопользование;
- оформляется паспорт водного объекта.

В случае изменения параметров водного объекта (площади зеркала, объёма воды) вносятся в договор аренды соответствующие изменения путём заключения дополнительного соглашения.

Далее в бизнес-плане рассмотрены вопросы обустройства территории и приобретения основных средств, необходимых для реализации проекта. Авторами проведены технико-экономические расчеты, определен перечень капитальных затрат на обустройство территории и строительство капитальных и временных сооружений, на приобретение машин и оборудования: сторожки; ограждения; склады для хранения корма и инвентаря; склад для готовой продукции; холодильники; фильтры; плоты-кормушки; грузовой автомобиль; лодка; промышленный бредень; подхваты и т.д.

Самым главным вопросом, который необходимо было рассмотреть в процессе бизнес-планирования, является выбор и обоснование видов рыбы, разведение которых будет основой будущего предприятия. На основе выполненного сравнительного анализа потенциальных альтернатив обоснован выбор видов рыб, наиболее подходящих для зарыбления и дальнейшего разведения. Был сделан выбор таких видов как карп и карась, поскольку данные виды наиболее неприхотливы к условиям

содержания и имеют хорошие показатели прироста биомассы, что способствует повышению экономической эффективности бизнеса.

Далее был изучен аспекты выращивания рыб в выбранном водоеме. Существует два метода выращивания рыбы: экстенсивный и интенсивный. При экстенсивном методе рыбу дополнительно не подкармливают, т.е. она растет только за счет употребления естественной пищи. Это позволяет при минимальных вложениях получать рыбную продукцию. Перспективно это направление в южных районах и в крупных водоемах, где возможно эффективное выращивание карпа совместно с растительноядными рыбами. Интенсивный метод выращивания включает дополнительное подкармливание рыбы и создание с помощью удобрения и мелиорации водоемов богатой кормовой базы. Данная рыба может выращиваться до товарного вида за один год при интенсивном методе, однако при необходимости есть возможность оставить рыб на зимовку и увеличить среднюю массу особи еще, но повышается и риск гибели рыбы.

Для данного водного объекта наиболее подходящим с нашей точки зрения является интенсивный метод выращивания малька карпа и карася за один сезон до товарной продукции и ее реализация в конце сезона. Так достигается наименьшая вероятность гибели рыбы, т.е. снижается риск недополучения продукции.

Были выполнены расчеты по определению производственной мощности будущего предприятия, объемов зарыбления и объемов готовой продукции.

Кроме капитальных затрат было выполнено обоснование необходимых объемов кормов для первоначального прикорма рыбы с последующим расчетом текущих затрат на закупку сырья и материалов.

Для хозяйственной деятельности кроме природных, материальных и финансовых ресурсов необходимы трудовые ресурсы, т.е. составлена организационная схема управления организацией, определен перечень необходимых должностей и квалификационные требования к потенциальным сотрудникам.

После расчета всех затрат и доходов от реализации продукции выполнен расчет показателя экономической эффективности и сделан вывод о целесообразности этого вида деятельности. Определена сумма финансовых средств для внедрения проекта, рассчитан срок окупаемости проекта, определены источники финансирования проекта.

Реализации данного бизнес-плана подразумевает получение эколого-экономического и социального результата. Экономический результат выражается суммой дохода от реализации выращенной рыбы. Социальный результат будет получен в виде создания новых рабочих мест, отчислений в социальные фонды от заработной платы сотрудников будущего предприятия, создания рекреационной зоны для жителей близлежащих населенных пунктов.

Экологический результат заключается в следующем:

- реализация населению продукции, произведенной без использования экологически опасных веществ, что теоретически можно считать это производство экологически чистым;
- снижения вылова рыбы в природных водных объектах, т.е. соблюдение принципа рационального природопользования;
- возможность благоустройства территории комплекса в рекреационных целях.

Экологическое обоснование целесообразности внедрения проекта создания рыбохозяйственного комплекса базируется на сравнении сумм доходов и расходов, т.е. соотношении этих показателей. Чтобы считать проект экономически приемлемым, результат должен быть больше 1 и данный показатель должен стремиться к максимальному значению.

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА ПО ВТОРИЧНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ РЕЗИНО-СОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

К.А. Политько, М.Н. Шафоростова
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

Выполнен сравнительный анализ альтернативных вариантов проекта по утилизации резино-содержащих отходов (шин) и использования их в качестве вторичного сырья при производстве продукции. Сделан вывод об экологической И экономической целесообразности и эффективности предлагаемого проекта.

Ключевые слова: РЕЗИНО-СОДЕРЖАЩИЕ ОТХОДЫ, ШИНЫ, УТИЛИЗАЦИЯ, ВТОРИЧНОЕ СЫРЬЕ

A comparative analysis of alternative project options for the disposal of rubber waste (tires) and their use as secondary raw materials in the manufacture of products was carried out. The conclusion is made about the environmental and economic feasibility and effectiveness of the proposed project.

Keywords: RUBBER-CONTAINING WASTE, TIRES, DISPOSAL OF WASTE, SECONDARY RAW

Проблема утилизации твердых отходов продолжает оставаться одной из остро актуальных мировых проблем на протяжении многих лет ввиду экспоненциального увеличения объемов образования промышленных и бытовых отходов и незначительной доли их вторичного использования.

В России актуальность решения вопроса управления обращением с твердыми отходами подтверждается так называемой «мусорной реформой», которая стартовала в январе текущего года. Планируется к 2024 г. увеличить процент перерабатываемых твердых коммунальных отходов до 60% (с 3% в 2019 г.), увеличить долю отходов, направляемых на использование повторно до 36%, а также ввести в действие 7 производственных комплексов по обезвреживанию и утилизации отходов и ликвидировать 190 несанкционированных свалок, которые являются объектами повышенной экологической опасности.

Для ДНР в последние года становятся все более острыми вопросы обеспечения экологической безопасности, в которых значительную часть занимают проблемы обращения с твердыми промышленными и бытовыми отходами. В нашей стране процент использования отходов в качестве вторичного сырья колеблется в пределах от 3 до 8% в зависимости от отрасли народного хозяйства, технико-технологических особенностей переработки и экономической целесообразности внедрения ресурсосберегающих проектов.

С точки зрения обеспечения экологической безопасности и экономической целесообразности резино-содержащие отходы считаем рациональным рассматривать как вторичное сырье. Для объекта исследования нами выбраны шины автомобилей как один из видов твердых резино-содержащих отходов. Динамичный рост парка автомобилей во всех развитых странах приводит к постоянному накоплению изношенных автомобильных шин. Ежегодно в мире выходят из употребления свыше 10 млн. тонн покрышек. Объем накопленных в мире шинных отходов к настоящему времени составляет 60-80 млн. тонн. Около 90% всех резиносодержащих отходов стран СНГ составляют изношенные шины, являющиеся основным видом вторичного резинового сырья. Средний мировой уровень переработки шин не превышает 20-25% [1]. Развитые страны постепенно уходят от захоронения старых шин, выдвигая на

передний план их переработку и вторичное использование. Благодаря принятию соответствующих законов, среднеевропейский показатель переработки удалось увеличить до 83% [2].

Эффективность реализации программ переработки изношенных шин в стране зависит от возможностей использования продуктов их переработки, государственных приоритетов и экономической эффективности таких проектов.

Российская промышленность также начала двигаться по пути создания предприятий по утилизации покрышек. Однако процесс идет медленно, что связано с отсутствием административной поддержки, большим энергетическим и сырьевым потенциалом (первичное сырье относительно недорогое), как следствие – неразвитым рынком сбыта продуктов переработки, а также неэффективностью имеющихся в настоящее время технологий.

Измельченные резиновые отходы могут стать сырьем для различных видов продукции, необходимой как в промышленности таки в быту. Нами были выбраны такие виды продукции как резиновые коврики, плитка и бордюры.

Резиновая плитка производится по специальной технологии, сырьем для которой является измельченная резиновая масса и цветной наполнитель, связанный специальными полиуретановыми компонентами. Плитка, произведенная из отходов, может использоваться в строительной индустрии в качестве основного материала или при выполнении отделочных работ. Данный материал имеет перспективу для использования, как с технико-экологической, так и с экономической точке зрения. Плитка отличается привлекательным внешним видом и доступной ценой. В зависимости от фракции резиновой крошки, может иметь выраженный или незначительный рельеф поверхности. Она не портится от жары и холода, хорошо пропускает влагу, не подвержена промерзанию или образованию ледяной корки на поверхности. При падении плитка смягчает удары, исключая возможность получения серьезных травм, благодаря чему пользуется большой популярностью при отделке спортивных объектов. Бордюр из резиновой крошки, клея и пигмента является аналогом бордюра из бетона, но его основным преимуществом является травмобезопасность. Поэтому этот вид продукции незаменим как элемент для детских, игровых, спортивных площадок и дорожек.

Среди потенциальных клиентов продукции, произведенной из резино-содержащих отходов, могут быть спортивные и образовательные государственные учреждения, частные заказчики, желающие использовать плитку для мощения садовых дорожек или детских площадок во дворах. Таким образом, заинтересованный потребитель найдется всегда, а бизнес на производстве резиновой плитки окупится в сжатые сроки.

Для обоснования целесообразности и эффективности внедрения проекта по утилизации резино-содержащих отходов и использования их в качестве вторичного сырья при производстве двух видов продукции нами были проведено технико-экономические расчеты и выполнено сравнение альтернатив проекта с целью выбора оптимального варианта.

Как показали расчеты, оба альтернативных варианта эколого-экономически эффективны, а основные экономические показатели по обоснованию проекта, которые были выполнены авторами, приведены в табл. 1.

Как видно и табл. 1, объем производства составляет около 32 тыс. м^2/год, цена реализации резиновой плитки составляет 1476 руб./м^2, а бордюра – 2940 руб./м^2, при том, что на рынке цена таких изделий значительно больше (в среднем соответственно 1600 руб./м^2 и 3500 руб./м^2). Это подтверждает предположение о высоком спросе на

данные виды продукции. Чистая прибыль от реализации проекта по производству резинового бордюра выше, чем от проекта по производству резиновой плитки на 67%. При этом срок окупаемости проекта по производству плитки меньше, а экономическая эффективность больше. Это связано с тем, что затраты на сырье и пресс-формы для производства 1м^2 бордюра больше. Таким образом, производство резиновой плитки более рентабельно. Надо отметить, что одновременное производство двух видов продукции будет также экологически целесообразно и экономически эффективно.

Таблица 1 – Основные экономические показатели реализации проектов

Показатель	Ед. изм.	Производство	
		резиновой плитки	резинового бордюра
Общая сумма затрат	млн.руб./год	31,16	66,99
Объем производства	м^2/год	31680	31 680
Себестоимость продукции	руб./м^2	984	2028
Цена реализации продукции	руб./м^2	1476	2 940
Валовый доход	млн.руб./год	46,76	93,14
Валовая прибыль	млн.руб./год	15,60	26,15
Чистая прибыль	млн.руб./год	12,48	20,92
Срок окупаемости проекта	год	2,5	3,3
Относительная экономическая эффективность затрат по проекту		1,5	1,4

Вследствие реализации проекта по утилизации резино-содержащих отходов (шин) и использования их в качестве вторичного сырья будут получены три вида эффекта: экологический, социальный и экономический. Экологический заключается в снижении объемов накопления резино-содержащих отходов на свалках, и, соответственно, уменьшения негативного воздействия на атмосферу и водные источники, что способствует повышению уровня экологической безопасности. Социальный эффект подразумевает новые рабочие места, экономический – получении прибыли от реализации проекта.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Переработка шин в России и мире [Электронный ресурс] / Обзоры и аналитика // Режим доступа: https://techart.ru/files/publications/tverdye-bytovye-othody-06-2018.pdf

2. Рынок переработки изношенных шин [Электронный ресурс] / Отраслевой портал Waste.Ru // Режим доступа: https://www.waste.ru/modules/section/item.php?itemid=156

ФИНАНСИРОВАНИЕ ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РАЗНЫХ СТРАНАХ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

Е.В. Скрыпник, К.Е. Бондарев, М.Н. Шафоростова
ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»

Проведен сравнительный анализ финансирования природоохранной деятельности в Японии, Египте и Республике Беларусь по выбранным критериям и сделано заключение об эффективности этой деятельности.

Ключевые слова: ФИНАНСИРОВАНИЕ ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ, БЮДЖЕТНЫЕ И ВНЕБЮДЖЕТНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФОНДЫ

The comparative analysis of financing of nature protection activity in Japan, Egypt and Byelorussia by the chosen criteria is carried out and the conclusion about efficiency of this activity is made.

Keywords: FINANCING OF NATURE PROTECTION ACTIVITY, FINANCING SOURCES, BUDGETARY AND OFF-BUDGET ECOLOGICAL FUNDS

Экологические проблемы во всем мире становятся все актуальнее, принимая во внимание экспоненциальное увеличение объемов выбросов, сбросов и образования твердых отходов на большинстве предприятий различных отраслей промышленности. Природоохранные мероприятия, ресурсосберегающие проекты и проекты по повышению эффективности очистных сооружений, а также рационализация системы управления в экологической сфере требуют значительных объемов финансирования. Тенденция решения экологических проблем в производственной сфере по остаточному принципу сохраняется и при принятии решений по финансированию экологоориентированных проектов. Бюджетное финансирование экологических проектов, как правило, осуществляется крайне редко – только при реализации общественно значимых программ или при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций и аварий. Другие проекты необходимо финансировать или за счет собственных средств предприятий (прибыли) или заемных (кредитов и инвестиций).

Цель работы – проведение сравнительного анализа финансирования природоохранной деятельности в нескольких странах.

Основные задачи: изучить финансирование природоохранной деятельности (ПД) в Японии, Беларуси и Египта; провести их сравнительный анализ; сделать выводы.

Выбор стран для сравнения обусловлен их значительным развитием с экономической точки зрения, что, по нашему мнению, важно при оценке эффективности функционирования финансирования природоохранной деятельности с целью выявления зависимости между эколого-экономическими аспектами.

В Японии заметная роль в финансовом обеспечении природоохранной деятельности принадлежит государственным корпорациям и банкам. Япония является экономически стабильно развивающемся государством и при этом важным источником финансирования природоохранной деятельности является именно государственный бюджет. Особое внимание уделяется малому и среднему бизнесу, и, соответственно финансированию таких проектов.

Ситуация с финансированием природоохранной деятельности в Египте крайне сложна. Для развивающихся стран, особенно в Африке, помощь со стороны развитых государств – это главный источник внешнего финансирования, необходимый для эффективного осуществления защиты окружающей среды. Что касается

финансирования природоохранной деятельности самими африканскими странами из собственных источников, то в этой сфере произошло увеличение числа национальных организаций в большинстве государств региона специально для решения экологических проблем. Это обстоятельство демонстрирует политическое и финансовое внимание экологическим проблемам в Египте. В связи с этим, масштабы внутреннего финансирования природоохранной деятельности в африканских странах за счет государственного сектора, включая денежную (in-cash) и натуральную (in-kind) составляющие, следует считать значительно возросшими после Конференции ООН по окружающей среде и развитию. В числе других источников финансовых средств – общественный и частный секторы экономики (включая снижение долга) и инновационные финансовые механизмы, различные экономические инструменты, программы совместного осуществления, национальные и международные природоохранные фонды.

Формирование устойчивой системы финансирования природоохранной сферы в Республике Беларусь находится в процессе становления и включает следующие звенья: финансирование экологических программ из средств бюджетов различных уровней; развитую систему природоохранных фондов, инновационных экологических фондов, природоохранных фондов предприятий; систему экологических банков; привлечение средств из фондов экологического страхования; привлечение средств Мирового и Европейского банков реконструкции и развития, а также иностранных фондов, организаций и фирм к финансированию экологической сферы; использование собственных средств предприятий на природоохранные нужды; систему льготных экологических инвестиционных кредитов. Бюджетные целевые фонды охраны природы являются одним из основных источников финансирования природоохранной деятельность в Беларуси.

В данных странах действуют системы экономического стимулирования природоохранной деятельности в виде платежей за загрязнение окружающей среды, экологических налогов и их сочетания. При этом платежи за загрязнения окружающей среды аккумулируются в экологических фондах, а экологические налоги - как в экологических фондах, так и в соответствующих бюджетах. Объекты и формы экологического налогообложения достаточно разнообразны. Более подробное сравнение стран указано в табл. 1 [1].

Экономические показатели Японии дают возможность тратить значительные финансовые средства на экологические проекты, что при незначительном обеспечении страны природными ресурсами и высокой населенностью позволяют стране иметь высокий уровень экологической эффективности.

ВВП Беларуси на 25% ниже ВВП Египта, однако разница в денежном выражении составляет незначительную сумму – 16 тыс. $. Надо отметить, что территория Египта в 5 раз больше территории Беларуси, количество населения в 10 раз больше, а экологическая нагрузка при этом всего в 2 раза выше (97 чел./кв. м в Египте и 46 чел./кв.м. в Беларуси).

В современных условиях снижения централизованных бюджетных инвестиций, средства платежей за загрязнение окружающей природной среды продолжают оставаться одним из важных источников финансирования природоохранных мероприятий, обеспечивающих решение неотложных задач по сохранению природной среды, оздоровлению и улучшению ее качества, предупреждению вредного влияния хозяйственной деятельности на природу и здоровье человека.

По мере развития и оздоровления экономики основная часть расходов по нормализации экологической обстановки должны взять на себя предприятия, и надобность в целевых фондах сама собой отпадет.

Таблица 1 – Сравнительный анализ финансирования природоохранной деятельности

Показатели	Япония	Египет	Республика Беларусь
Территория, $м^2$	377835	1 001 450	207600
Численность населения, чел.	127млн.	97,6 млн.	9,47 млн.
ВВП, $	4,872 трл.	235,4 млн.	179,1 млн.
Доля от ВВП, которая тра-тится на охрану окружающей среды,%	3	0,3	0,2
Индекс экологи-ческой эффективности	74,69	61,21	64,98
Источники формирования средств в экологической сфере	• государственное финансирование; • частные фонды.	• природоохранные фонды; • гранты.	• государственный бюджет; • внебюджетные фонды; средства юридических лиц, • добровольные взносы; • кредиты банков.
Использования средств экологической направленности	• климатические проекты; • проекты по снижению объемов твердых отходов и увеличению доли их вторичной переработки, • проекты по снижению воздействия шума, вибрации	• поддержка экологического образования; • устойчивое развитие; • экологический менеджмент; • инвентаризация видов, находящихся под угрозой исчезновения	• внедрение экологически чистых технологий, модернизация природоохранных объектов; • ведение кадастров природных ресурсов, • экологический мониторинг; • разработка экологических нормативов и стандартов; • проведение экологической экспертизы; • пропаганда экологических знаний

В настоящее же время, исходя из анализа существующей тенденции в соотношении источников финансирования природоохранной деятельности политику инвестирования экологические сферы следует строить на основе собственных средств субъектов хозяйствования, средств природоохранных фондов, а также привлекать для этого инвесторов.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Вычисление ответов с использованием прорывных алгоритмов Wolfram, [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.wolframalpha.com/input

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕМ НА ПРЕДПРИЯТИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЧЕТА

Д.А. Степанов, В.Ю. Романова
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

В работе рассмотрены проблемы совершенствования процесса управления природопользованием путем использования инструментов экологического учета в целях снижения экологических издержек предприятия

Ключевые слова: УПРАВЛЕНИЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕМ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ УЧЕТ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ УЩЕРБ

The paper deals with the problems of improving the process of environmental management, as well as the possibility of using environmental accounting tools to reduce the environmental costs of the enterprise

Key words: ENVIRONMENTAL MANAGEMENT, ENVIRONMENTAL ACCOUNTING, ENVIRONMENTAL DAMAGE

Вопросы результативного управления природопользованием сегодня наиболее актуальны. Основной критерий эффективной природоохранной деятельности предприятия – снижение себестоимости продукции и, как следствие, прирост прибыли. Основной критерий внутреннего экономического ущерба предприятия от снижения качества окружающей природной среды - потеря прибыли. Экологический учет — это инструмент эффективного управления природопользованием, система, которая может использоваться для выявления, организации, регулирования и представления данных и информации о состоянии окружающей среды в натуральных и стоимостных показателях, Экологический учет строится на тех же принципах, что и все системы учета и дает объективную картину использования природных ресурсов, взаимодействия между предприятием и ОПС, природоохранные мероприятия и возмещение экологического ущерба. К сожалению, экономические, организационно-методические аспекты экологического учета в системе экологического управления недостаточно разработаны. Это характерно для всех уровней финансово-хозяйственной и управленческой деятельности с учетом отраслевых особенностей. Прежде всего, экологический учет должен обнаруживать и отображать в денежной форме внешние и внутренние эффекты, расходы и доходы при проведении природоохранных мероприятий путем дифференцированного отображения экологических аспектов предприятия. При этом необходимо учесть все расходы на проведение природоохранных мероприятий, а также изменения, которые вызываются ими. В целом система экологического учёта в организации должна включать в себя три основные составляющие [1]:

- учёт экологических затрат и обязательств;
- экологическую отчетность;
- экологический анализ.

Предметом управления качеством ОПС с эколого-экономических позиций является область производственных и социальных отношений, которые складываются в процессе взаимодействия между обществом и природой. Совершенствование системы экологического учета на предприятии позволит снизить экологические издержки предприятия. В их состав входят издержки потребления природных ресурсов и издержки загрязнения природной среды.

К издержкам потребления природных ресурсов относятся:

- плата за потребление природных ресурсов;
- расходы на их воспроизводство,
- рентные платежи, концессионные платежи.

К издержкам загрязнения природной среды относятся:

- издержки предотвращения загрязнения,
- издержки устранения или компенсации последствий загрязнения
- издержки компенсации материальных потерь в составе отходов производства.

Данные издержки определяются как экономический ущерб для предприятия. При этом издержки устранения (или компенсации) последствий загрязнения на уровне предприятия рассматриваются как внутренний экономический ущерб предприятия, а издержки, возникающие в смежных отраслях народного хозяйства в связи с загрязнением окружающей среды отходами данного предприятия, как внешний экономический ущерб предприятия.

Составляющими экономического ущерба являются:

- плата за загрязнение, как форма компенсации внешнего экономического ущерба, наносимого данным предприятием смежным отраслям народного хозяйства в связи с загрязнением ОПС его отходами;
- потери прибыли, обусловленные недоиспользованием по времени и производительности экономических ресурсов предприятия;
- потери прибыли от осуществления дополнительных затрат на предотвращение, устранение и компенсацию негативных последствий загрязнения, возникающих при воздействии на экономические ресурсы предприятия;
- потери прибыли в связи с уносом с отходами производства исходного сырья, материалов, полуфабрикатов и готовой продукции.

Проблему экономических потерь, связанных с нерациональным природопользованием, позволяет решить внедрение комплексного экологического учета, создающего целостную систему экологических оценок. Экологический учет – важная составляющая эффективного экологического управления на хозяйственном уровне. Поскольку общепринятой модели механизма экологического управления не существует, то различные природопользователи (к примеру, горнодобывающие предприятия) могут разрабатывать механизм управления в соответствии со своей спецификой, но с учетом объективных тенденций, условий факторов формирования систем управления природопользованием. Всем системам управления присуще наличие трех подсистем управления: субъекта управления (управляющая подсистема), объекта управления, обратной связи. Субъектами экологического управления (управляющей подсистемой) выступают органы управления предприятием и отдельные лица, которые имеют право принимать решения по вопросам охраны ОПС и рационального использования природных ресурсов. Объектами управления выступают: сама природная среда, производственные объекты (предприятия, их структурные звенья, источники техногенного загрязнения вместе с продукцией и услугами), структурные объекты управления, возникающие как звенья управления; функциональные объекты управления [2]. Обратной связью в этой цепи управления служит, так называемая, экологическая информация [3] или аналитический учет текущих расходов, который целесообразно осуществлять в разрезе следующих статей:

- содержание, эксплуатация и ремонт объектов основных средств, связанных с экологической деятельностью;
- амортизация объектов, связанных с экологической деятельностью;
- сырье и материалы, используемые при эксплуатации объектов, связанных с экологической деятельностью;

- топливо и электроэнергия, используемые при эксплуатации объектов, связанных с экологической деятельностью;
- заработная плата работников, обслуживающих объекты, связанные с экологической деятельностью;
- страховые взносы в государственные внебюджетные фонды;
- рентные (лизинговые) платежи;
- платежи по страхованию сооружений и оборудования, связанных с экологической деятельностью;
- расходы на сбор, хранение (захоронение) и переработку (обезвреживание), уничтожение, размещение отходов производства и потребления собственными силами;
- расходы на организацию самостоятельного контроля за вредным воздействием на окружающую среду, мониторинговые мероприятия, научно-технические исследования;
- расходы на управление экологической деятельностью в организации;
- расходы на текущие мероприятия по сохранению и восстановлению качества окружающей среды, нарушенной в результате ранее проводившейся хозяйственной деятельности;
- расходы на обязательное страхование гражданской ответственности организации, эксплуатирующей опасный производственный объект;
- плата за негативное воздействие на окружающую среду;
- расходы на прочие текущие мероприятия по снижению вредного воздействия на окружающую среду и предотвращению изменения климата.

Как мы видим, это текущие расходы, связанные с экологической деятельностью. Они имеют разноплановый характер, но все связяны с процессом управления природопользованием на предприятии.

Данная экологическая информация должна направляться на вход системы экологического управления, использоваться для постоянного совершенствования и модернизации системы. Если экологическая информация отсутствует или недостоверна, то она оказывается невозможным управление процессами регулирования качеством ОПС. Таким образом, экологический учет является сегодня необходимым инструментом реализации концепции устойчивого развития, т. е. такого развития, которое сохранит ресурсы, необходимые для жизни и развития будущих поколений на Земле [4], [5].

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Ильичева, Е.В.* Экологический учет в условиях реализации политики экологической сбалансированности: Автореферат дис. на соиск. степ. д-ра экон. наук. Орел: ГОУ ВПО «Орловский государственный технический университет», 2010.
2. *Саенко, К.С.* Учет экологических затрат / К.С. Саенко. М.: Финансы и статистика, 2005. − 376 с.
3. *Суслова, Ю.А.* Экологические платежи / Ю.А.Суслова // Бухгалтерский учет. 2014. № 1. С. 107-112. № 2. С. 95-99.
4. Рио-де-Жанейрская декларация ООН по окружающей среде и развитию 1992 г. [Электронный ресурс] Режим доступа: URL: http://www.un.org/ru.
5. Руководство GRI - стандарт отчетности в области устойчивого развития. [Электронный ресурс] Режим доступа: URL: http://www. slideshare.net/vadimv/gri#13713206366251&hide Spinner.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЩЕНИЕМ С ОТХОДАМИ: ЭВОЛЮЦИЯ ВЗГЛЯДОВ И СТРАТЕГИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ

М.Н. Шафоростова, И.А.Павлюченко
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

Показана актуальность решения проблемы управления обращением с твердыми отходами. Проанализирован мировой опыт функционирования системы управления обращением с отходами. Предложены направления повышения эффективности функционирования системы.

Ключевые слова: ТВЕРДЫЕ ОТХОДЫ, СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЩЕНИЕМ С ОТХОДАМИ, ЭТАПЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЩЕНИЕМ С ОТХОДАМИ, ИНИЦИАТИВА «4R», ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ

The urgency of solving the problem of solid waste management is shown. The world experience of the waste management system is analyzed. Proposed directions for improving the efficiency of the system.

Keywords: SOLID WASTE, WASTE MANAGEMENT SYSTEM, WASTE MANAGEMENT SYSTEM OPERATING STEPS, "4R" INITIATIVE, SYSTEM FUNCTIONING EFFICIENCY

На протяжении многих десятилетий Донбасс является одним из наиболее техногенно-напряженных индустриальных регионов Европы. основной особенностью которого является значительная активность природопользования и высокая потенциальная экологическая опасность. Масштабность и энергетически-сырьевая специализация экономики региона способствует значительному образованию и накоплению отходов.

Стремление бизнеса к максимальному удовлетворению все возрастающих потребностей общества в различных видах благ привело к экспоненциальному росту объемов образования твердых бытовых отходов (ТБО) во всех регионах мира, включая Донбасс. В то же время способность общества к эффективному решению проблемы с отходами сильно отстает от темпов их роста и является экологически опасной («кризисы» полигонов, мусоросжигательных и мусороперерабатывающих заводов).

Отходы являются весомой составляющей деструктивного влияния на биосферу, при этом большая их часть является вторичным сырьем и важным источником обеспечения потребностей экономики в материальных ресурсах. Например, лишь 2-3% от общего количества образующихся твердых отходов горнодобывающей промышленности применяются в народном хозяйстве [1].

Понятия «отходы», «твердые бытовые отходы», «промышленные отходы» имеют как теоретически закрепленные значения в словарях, так и нормативно-правовую трактовку в законодательных актах разных стран. Множество вариантов этих терминов обусловлено как значительным количеством исследователей в этом научном направлении, так и спецификой стран, регионов, отраслей промышленности, а также особенностями процессов обращения с отходами.

Система управления обращением с отходами – комплекс взаимосвязанных нормативно-правовых, нормативно-методических, технико-технологических, социально-экологических, финансовых и организационных мер, направленных на обеспечение экологических объектов, процессов и технологий, на принципах устойчивого развития.

Применительно к условиям Донбасса можно констатировать, что существующая на региональном и муниципальном уровнях система управления отходами ориентирована, главным образом, на обеспечение санитарно-эпидемиологической и экологической безопасности при обращении с отходами, но не стимулирует их раздельный сбор и вовлечение в хозяйственный оборот.

Научно-практический интерес ученых связан с актуальностью проблемы обращением с отходами, которая все острее стоит на повестке дня большинства стран мира. Вопросы образования, накопления, транспортировки, уничтожения, переработки, захоронения, сжигания, утилизации отходов выходят приоритетные для принятия эффективных мер как в отдельных государствах, так и на международном уровне.

Объемы образования отходов экспоненциально увеличиваются, процент перерабатываемых и используемых в качестве вторичного сырья в разных государствах разнится значительно, методы и технологии переработки и утилизации совершенствуются, но продолжают оставаться предметом научных исследований с целью совершенствования и повышения эффективности.

Мировой опыт функционирования системы управления обращения с отходами можно разбить на несколько этапов:

1. начало 70-х г.г. XX века – размещение отходов на небольших свалках по всей территории страны;
2. конец 70-х – начало 80-х г.г. XX века – строительство полигонов по захоронению отходов;
3. конец 80-х г.г. – начало 90-х г.г. – внедрение раздельного сбора ТБО и внедрение технологий по вторичному использованию сырья;
4. конец 90-х – начало 2000-х г.г. – переработка ТБО с выделением органических веществ и внедрения технологий по компостированию;
5. конец 2000-х – наше время – сортировка отходов, использование вторичного сырья, выделение различных фракций, компостирования органических элементов, захоронения и сжигания [2].

Вышеназванные этапы можно представить в виде иерархии управления обращением с отходами, которая является реализацией системного подхода, т.е. концепцией комплексного управления отходами. Цель КУО – получение экономической выгоды с одновременным экологическим эффектом.

Современный мировой подход к управлению обращением с отходами базируется на принципах «Zero Waste», и «Инициативы 4R» (reduse – сокращение количества объема); recycle – возврат в технологические процессы; reuse – повторное использование после дополнительной обработки; recover – извлечение пользы от отходов). Эта инициатива соответствует 5 этапу развития системы управления обращением с отходами.

Система управления обращения разными видами отходов в нашей стране находится на разных этапах. Так, мы повторно используем бумагу и перерабатываем породу угольных шахт в строительную продукцию (3 этап), бытовые отходы в большинстве городов складируются на свалках (1 этап), современные полигоны отсутствуют (2 этап), как и не наблюдается комплексного подхода к решению проблемы. Отдельные виды отходов предлагается сжигать с получением дополнительной энергии (тепловой или электрической), что соответствует целям КУО.

Группы ученых имеют иногда противоречащие друг другу взгляды на решения проблемы отходов и многие противники сжигания отходов объясняют свое мнение повышенным увеличением отходящих газов и усугублении проблемы загрязнения атмосферы.

Захоронение же отходов на свалке также не безобидно – примерно 1300 т/год диоксинов можно получить от горящих свалок при неправильной их эксплуатации вместо 3,4 т/год при работе мусоросжигательных заводов (публикация журнала «Waste management», 2015). Например, в г. Осло на полигонах запрещено размещать биоразлагаемые отходы, и они отправляются на биогазовый завод, где преобразуются в топливо. Данным топливом заправляют городские автобусы. Метан, который образуется на полигонах, направляется по трубопроводу на мусоросжигательный завод в качестве топлива.

Для повышения эффективности функционирования существующей системы управления обращением с отходами необходимо использовать комплексный подход с точки зрения используемых методов воздействия субъектов управления на объекты управления. Объектами выступают источники обращения отходов и потребители. Субъекты – государство в лице органов управления общего и специального назначения.

Повышение эффективности функционирования системы необходимо рассматривать как совершенствование используемых методов:

- нормативно-правовых, т.е. совершенствование законодательного поля государства в соответствии с международным экологическим правом и приведения государственных стандартов к требованиям стандартам серии ISO 14000;
- административных, т.е. создания для внедрения ресурсосберегающих и малоотходных технологий и безопасных условий захоронения и складирования отдельных видов отходов;
- экономических, т.е. внедрение стимулирующих налоговых льгот на технологии, процессы, продукцию; государственное финансирование проектов по утилизации отходов, строительству современных мусоросортировочных станций и мусоросжигательных заводов по специальным кредитным линиям; реализация комплексных проектов по снижению количества отходов с одновременным извлечением энергии.

Эти методы с разной степенью эффективности работают в различных странах. Задача государства в краткосрочной перспективе учесть особенности развития предприятий отраслей промышленности нашего региона и выбрать для реализации наиболее оптимальные и перспективные методы. В долгосрочной перспективе целесообразно ориентироваться на подход «4R».

На основе исследований, проводимых в Донецком национальном техническом университете на кафедре «Природоохранная деятельность», выявлены три основных варианта развития сферы обращения с твердыми бытовыми отходами в Донецком регионе. Как самый перспективный к реализации предложен инновационный вариант, а также разработана принципиальная схема его реализации. Кроме того, определена наиболее предпочтительная система сбора отходов, а именно селективная. Рассмотрены три возможных сценария внедрение раздельного сбора для Донецкого региона.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Гребенкин, С.С.* Технологические и организационные аспекты комплексного использования ресурсов угольных местоположений: монография / С.С. Гребенкин, В.К. Костенко, Е.С. Матлак, М.Н. Шафоростова и др. – Донецк: «ВИК», 2010. – 519 с.

2. *Трифонова, Т.А.* Экологический менеджмент. Учеб пособие / Т.А. Трифонова, Н.В. Селиванова, М.Е. Ильина // Владимир.гос. ун-т: Вдадимир, 2003. – 291 с.

ВЛИЯНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ ОБСТАНОВКУ ПРИФРОНТОВЫХ ТЕРРИТОРИЙ

А.Р. Пономарева, И.В. Дударева
МОУ «Школа №44 г.Донецка»

В докладе раскрывается влияние ведения боевых действий на экологическую обстановку в прифронтовой зоне. Установлен состав боевых снарядов и определены инициирующие взрывчатые вещества, способные нанести вред экологической обстановке.

Ключевые слова: БРИЗАНТНЫЕ ВЗРЫВЧАТЫЕ ВЕЩЕСТВА, ИНИЦИИРУЮЩИЕ ВЗРЫВЧЕТЫЕ ВЕЩЕСТВА.

The report reveals the impact of warfare on the environmental situation in the frontline zone. The composition of military ordnance and identified the initiating explosive substances that can harm the environment.

Keywords: EXPLOSIVE INITIATING VZRYVCHATYE SUBSTANCES.

В связи с кажущимся улучшением экологической обстановки на Донбассе и появлением в черте города многих диких животных, нам стало интересно изучить, из чего состоит то оружие, которое используется в ходе боевых действий на Донбассе и проанализировать влияние этих веществ на природу в целом и на человека в частности.

Анализ открытых источников международной сети Интернет позволил установить, что чрезвычайно вредные с экологической точки зрения вещества, такие как ртуть и свинец используются в качестве Инициирующих взрывчатых веществ, для подрыва бризантных взрывчатых веществ, находящихся в боеприпасах. В процессе разложения инициирующего взрывчатого вещества (происходящего в момент подрыва боеприпаса) образуются вещества в чистом виде. Было решено изучить содержание ртути и свинца, способных накапливаться в почве, растениях и тканях животных, в узкой фронтовой полосе, и определить, какие последствия от этого можно ожидать и что можно предпринять для исключения, либо уменьшения их вредного воздействия на население Донбасса.

Мы считаем данную тему актуальной с позиции изучения возможных последствий ведения боевых действий на экологическое состояние территорий, подверженных боевым действиям. В том числе более глубокое изучение данной темы может быть полезно для прогнозирования многих проблем со здоровьем у человека и поможет заранее препятствовать развитию данных болезней.

Целью нашей работы было изучение состава инициирующих взрывчатых веществ, применяемых в современной военной технике; способность их оседать и накапливаться та территориях ведения боевых действий; возможность этих опасных веществ к распространению и их влияние на живую природу и на человека как ее часть.

Для достижения данной цели мы поставили перед собой следующие **задачи**:

✓ Изучить состав инициирующих взрывчатых веществ, применяемых в современной и советской, как наиболее часто применяемой здесь военной технике, а также реакции их взрывания; при помощи данных сети Интернет.

✓ Просчитать возможное количество вредоносных взрывчатых веществ, которое могло скопиться на прифронтовых территориях;

✓ Предположить дальнейшее развитие экологической ситуации на Донбассе;

✓ Изучить возможное влияние продуктов распада инициирующих взрывчатых веществ на здоровье человека;

✓ Предложить возможные меры борьбы с экологическими последствиями ведения боевых действий на Донбассе.

Изучив открытые данные сети Интернет, мы получили следующие результаты:

1. Исходя из открытых данных сети Интернет, мы узнали, что существует 4 основных типа инициирующих взрывчатых веществ: Фульминат ртути ($Hg(CNO)_2$), Азид свинца ($Pb(N3)_2$), Тринитрорезорцинат свинца (ТНРС) ($\underline{C_6H(NO_2)_3O_2Pb}$), и Тетразен ($C_2H_6N_{10}\cdot H_2O$). При взрывной реакции 3 из этих веществ образуют опасные тяжелые металлы: ртуть и свинец.

2. Исходя из наших расчетов на 1 км^2 прифронтовой территории будет приходиться 0,56/4=0,14 кг каждого типа инициирующих взрывчатых веществ, ртути 0,098 кг, свинца 0,099+0,064=0,163 кг. Общее же количество этих веществ на всей зоне ведения боевых действий шириной 3 км будет составлять: из 239 кг фульмината ртути – 168,256 кг чистой ртути, из 239 кг азида свинца – 170,02 кг чистого свинца, из 239 кг тринитрорезорцината свинца – 109,96 кг чистого свинца.

Исследовали плодородный слой глубиной 1 м, таким образом в 1 км^2 при 1300 кг/м^3 $1{,}3\cdot10^{12}$ кг. т.е ртути будет: $7{,}5\cdot10^{-8}$ мг/кг, а свинца $1{,}25\cdot10^{-7}$ мг/кг.

3. Исходя из свойств ртути и свинца, можно сказать, что эти вещества способны распространяться в почве и воде, а ртуть еще и в воздушной среде. Эти металлы способны поражать растения, животных и даже здоровье человека. Нужно отметить, что большое влияние они оказывают на репродуктивную систему и эти воздействия часто являются необратимыми.

4. Здоровье человека довольно сильно подвержено продуктам распада инициирующих взрывчатых веществ. Нам кажется, что следует произвести замеры этих веществ в приграничных районах, и, скорее всего, запретить там ведение хозяйственной деятельности, поскольку данные металлы способны переходить в растительные и животные организмы, а, вместе с ними и в организм человека. Кроме того, мы считаем, следует пресекать поступление продуктов из приграничных территорий на прилавки магазинов.

5. Лучшей мерой борьбы будет прекращение поступления этих веществ вместе со снарядами, а, следовательно, и прекращение ведения боевых действий. Кроме того, как мы уже отметили, следует контролировать распространение данных веществ на окружающие территории. Необходимо регулярно проводить замеры данных тяжелых металлов и сравнивать их с эталонными предельно допустимыми значениями, а для этих замеров нужно тоже сначала прекратить ведение боевых действий.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Вольфсон, Ф. И.* Главнейшие типы рудных месторождений / Ф. И.Вольфсон, А. В. Дружинин. – Москва : «Недра», 1975. – 392 с.

2. *Мишин, В.П.* Ртуть / В.П. Мишин, А.Ф. Рубцов и др. // Большая медицинская энциклопедия : в 30 т. / гл. ред. Б.В. Петровский. — 3 изд. — Москва: Советская энциклопедия, 1984. — Т. 22. Растворители сахаров. — 544 с.

3. *Информационный бюллетень* ВОЗ N°361

4. *Классификация и характеристика взрывчатых веществ* // Учеб. сержанта ж-д войск. Минно-подрывное дело при восстановлении и заграждении железных дорог. Книга 4. — Москва: Военное издательство Минобороны СССР, 1963. — С. 11-12.

5. *Инициирующие взрывчатые вещества* // Рук-во по материальной части средств инженерного вооружения. Средства минирования и разминирования. Инженерные боеприпасы. — Москва: Военное издательство Минобороны СССР, 1963. — С. 7.

6. *Дик, В. Н.* Взрывчатые вещества, пороха и боеприпасы отечественного производства / В.Н. Дик. — Минск: Охотконтракт, 2009. — Т. 1. — С. 10. — 280 с. — 1000 экз.

7. Багал, Л. И. Химия и технология инициирующих взрывчатых веществ / Л.И. Багал. – Москва : «Недра», 1975. – 265 с.

8. *Черников, В.А*. Агроэкология / В.А.Черников, А.И.Колос. – Москва: Колос, 2000. – 280 с.

9. *Мельников, Н. Н.* Пестициды и окружающая среда / Н. Н. Мельников, А. И. Волков, О.А. Короткова. – Москва : Химия, 1977. – 128 с.

АНАЛИЗ ЖИДКИХ МОЮЩИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОСУДЫ

Д.В Рыбалко, Л.В.Жмака
Муниципальное общеобразовательное учреждение «Школа № 120 г. Донецка»

В докладе проведен сравнительный анализ жидких моющих средств для посуды с целью выявления наиболее эффективного и менее вредного для здоровья средства. Был проведен социальный опрос среди населения, с вопросом «Какими средствами вы пользуетесь и почему?». В работе показаны результаты исследования всех названных средств на кислотность средства, образование пены и результаты биотестирования.

Ключевые слова: AMWAY, FAIRY, GALA, SARMA, MORNINGFRESH, УМКА, ПАВ, КРАСИТЕЛИ, АРОМАТИЗАТОРЫ, БИОТЕСТИРОВАНИЕ.

The aim of this report is to provide a comparative analysis of various liquid dish detergents in order to identify the most effective and less harmful product. The study data were collected using a questionnaire-based survey in which the participants were asked "What type of detergent do you use and why?". Based on the survey the selected six samples of dishwashing agents were further tested. The research paper included the results of the testing for acidity and foam formation; and results of biotesting.

Keywords: AMWAY, FAIRY, GALA, SARMA, MORNINGFRESH, UMKA, SURFACE-ACTIVE SUBSTANCE, DYES, FRAGRANCES, BIOTESTING

В настоящее время на рынке товаров представлено много средств для мытья посуды как отечественных, так и зарубежных производителей. Представители различных фирм рекламируют нам свою продукцию, убеждая в том, что именно она самая лучшая и самая надежная, гарантируя ее безопасность и качество.

Моющие средства — вещества или смеси веществ, применяемые в водных растворах для очистки поверхности твёрдых тел от загрязнений. К ним относятся многокомпонентные смеси СМС и с точки зрения экологии их рассматривают как один из классов загрязняющих веществ.

Проблема загрязнения окружающей среды синтетическими моющими средствами актуальна, так как люди стали использовать их каждый день, а вода с токсическими веществами, попадая во внутренние воды, влияет на все компоненты живой природы, в том числе и на здоровье человека. Как ориентироваться среди предложенного ассортимента? Какое выбрать более эффективное и менее опасное средство.

Объектом исследования стали СМС: AMWAY, FAIRY, GALA, SARMA, MORNINGFRESH, УМКА

Основные задачи моего исследования: 1.Провести диагностику моющих средств на основе социального опроса и химического состава, указанного на упаковке,

выявить наиболее часто используемые средства, исследовать их физико-химические свойства.

2. Провести биотестирование на прорастание фасоли и на появление плесени на кусочках хлеба.

3. Оценить эффективность средств и влияние их на окружающую среду.

Предполагаемая научная гипотеза: Если человек владеет полной информацией о свойствах и составе СМС, то можно выбрать менее опасное и можно избежать проблем со здоровьем.

Диагностика моющих средств: Опрос среди населения. «Какими моющими средствами посуды вы пользуетесь и почему»? Мною были опрошены 44 человека.

Обычный покупатель мало интересуется составом - где заключается вред и польза. Покажем подробный анализ химического состава.

Состав	Химическое действие
ПАВ Развитие сухости кожи, шелушение, дерматиты, токсичен, вызывает нарушение гормонального баланса и репродуктивных органов.	ПАВ: вызывают снижение поверхностного натяжения и увеличение количества пены. Анионные ПАВ более агрессивны по отношению к человеку. У них низкая биоразлагаемость и они всасываются через кожу. Для безопасности человека и окружающей среды их должно быть как можно < 5% Катионные ПАВ обладают бактерицидным свойством. Неионогенные ПАВ –благоприятное действие на ткань и -100 % биоразлагаемость. и не повреждают кожу. Амфотерное ПАВ обладает моющей, бактерицидной и стабильной пеной.
Консерванты Ядовиты, вызывают раздражение дыхательных системы и кожи, повреждение мозга	Останавливают рост микроорганизмов, предупреждают отплесени, обладают отбеливающим эффектом. Для предотвращения от порчи обладают антибактериальным и противогрибковым свойством. Практически все компании содержат в своем составе опасные химические консерванты.
Ароматизаторы Быстро окисляются, создаются новые химические соединения, способные вызвать	Устраняют неприятный запах или придают приятный запах моющему средству и для того чтобы вымытая посуда пахла приятно. Быстро окисляются, создавая новые химические соединения, которые могут вызывать аллергические реакции. А нужен ли запах для того, чтобы посуда пахла приятно?
Глицерин и силикон Безопасны	Применяются для увлажнения и смягчения кожи рук. Усиливают моющую способность. Защищают кожу на руках от раздражения, сухости и жесткости воды
Красители Аллергия	Для придания разнообразной окраски.
NaCI высуш. кожу.	Делают средство для мытья более густым.
Слабые неорганические кислоты. Дерматиты	Способствуют омылению масел, а также жиров, некоторые даже предотвращают коррозию

Как регламентируются моющие средства? В Евросоюзе в соответствие с Регламентом ЕС № 259/2012, на этикетке должна быть приведена информация о содержании продукта. Точной детализации разработки не требуется, или ингредиенты должны быть указаны в %-ном диапазоне.

В России в соответствии с Регламентом ТС «О безопасности синтетических моющих средств и товаров бытовой химии» от 2010 г, не обязывают перечислять полный перечень входящих в состав веществ, за исключением очень скромного списка. В результате оказалось, что ни одно моющее средство не отвечает безопасности окружающей среды- все средства американских корпораций (AMWAY, FAIRY, GALA) как будто «списаны друг с друга». Но анализ средстваAMWAY, показал, что состав более мягкий в сравнении сFAIRY. И, если сравнить с опросом, у FAIRY большая популярность у населения, что возможно связано с рекламой средства, но и также с дорогим средством AMWAY. А (SARMA и УМКА) с не достаточно описанным составом.

Физико-химические свойства: Анализируя физико-химические свойства средств, я пришла к выводу, что все они имеют слабый ненавязчивый фруктовый запах, кроме умки. Цвет в основном синий или зеленый, не вызывающий раздражения. Кислотность или pH среды соответствует норме, значения от 5-7, густые или очень густые, что требует разбавления перед мытьем. Средства растворяли в горячей воде при t =35 ^{0}C и пена сохранялась в течение почти 20 минут (УМКА-14 мин, -SARMA15 мин). При t -5^{0}C пена сохраняла устойчивость (от 4 мин –УМКА и до 12 мин – AMWAY)

Биотестирование: опыт 1 прорастание семян фасоли

Суть тестирования заключалась в следующем: В небольших контейнерах, на смоченных слабым раствором СМС кусочках ваты с марлей положили по 6 фасолин. Наблюдали 8 дней. Биотестирование показало, что моющие средства губительно влияют на всхожесть семян и вызывают угнетение роста. В них наличие консервантов убивает рост и развитие растений. Наилучшими средствами для них оказались УМКА иMORNINGFRESH. Отсюда можно сделать заключение о влияние консервантов на живую ткань и действие как оказалось, отрицательное

Опыт 2 появление плесени на кусочках хлеба

Пластиковые стаканчики помыли моющими, и недостаточно сполоснули водой, поместили туда по кусочку пшеничного хлеба. На второй и четвертый день смочили кусочки хлеба тем же средством. Как показал результат теста, ни в одном стаканчике с хлебом не появилось плесени гриба Mucor. В каждом моющем средстве есть сильные консерванты, которые предотвращают от порчи и обладают антибактериальным и противогрибковым свойством. В этом виден неплохой эффект.

Эффективность моющих средств: Средства эффективны при разныхt^0. При высокихt^0, усиливается пенообразование. Количество пены при менее высоких t^0 меньше, но мытье посуды также эффективно. Все средства содержат антибакт. консерванты, и нет риска развития болезнетворных микроорганизмов в вымытой посуде, что доказано биотестированием. Проверка на кислотность среды показала, что среда моющих средств кислая или ближе к нейтральной, поэтому уменьшается риск дерматитов. Выполняя простые правила, можно снизить риски использования моющих (разбавлять водой, тщательно смывать средство, смазывать руки кремом и т.п)

Воздействие ПАВ на окружающую среду 1.Проблема очистки сточных вод и проникновение активных веществ в питьевую воду, а значит в организм человека и животных. 2.Обильная пена в очистных сооружениях, угнетая действие активного ила в очистке воды. 3.Зарастание водоемов, ускорение коррозии металлических конструкций и канализационных труб. 4. Будем надеяться, что химики изобретут безопасные

моющие средства, которые будут полностью разлагаться в воде и не причинять вреда окружающей среде.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Ковалевская, Н.И.* Живые организмы и антропогенное загрязнение биосферы / Н.И. Ковалевская // Биология в школе. – Москва: «Школа-Пресс», 1993. – № 3. – С. 5-12.
2. https://www.the-village.ru/village/service-shopping/style-guide/219543-guide-bytovaya-himiya

ОЦЕНКА И МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Е.С. Тюзова, Л.С.Нагорная
МОУ «Специализированная школа №135 города Донецка»

В докладе проанализированы проблемы окружающей среды, виды загрязнения, критерии оценивания воздействия окружающей среды, система мониторинга и данные по Донецкой Народной Республике за 2017-2018 г. А также сравнительная характеристика окружающей среды за 2013 и 2017 года. Проведен экологический мониторинг «Шахты имени Засядько».

Ключевые слова: ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (ОВОС), МОНИТОРИНГ, СИСТЕМА МОНИТОРИНГА.

The report analyzed the environmental problems, types of pollution, environmental impact assessment criteria for environment monitoring system and data on the Donetsk People's Republic for 2017-2018. As well as the comparative characteristics of the environment for 2013 and 2017.

Keywords: ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT (EIA), MONITORING, MONITORING SYSTEM.

Проблема охраны окружающей среды наряду с предотвращением войн в глобальном масштабе является одной из наиболее актуальных, поскольку от ее решения зависят жизнь, здоровье и благосостояние всего живого на нашей планете. Экологические проблемы обострились в XX веке, когда одновременно с ускорением технического прогресса происходит развитие транспорта и промышленности. Неправильное использования технологических процессов привело к загрязнению окружающей среды: атмосферы, литосферы, гидросферы, а также деградации биосферы. Под загрязнением окружающей среды следует понимать такие виды загрязнения:

- Химическое загрязнение (вещество) - поступление в компоненты окружающей среды любых химических веществ, не содержащихся в них прежде. В свою очередь химическое загрязнение делится на:
  - загрязнение атмосферы;
  - загрязнение гидросферы;
  - загрязнение почв.
- Физическое загрязнение (энергия) – выброс и сброс загрязняющих веществ, сопровождающихся излучением энергии в окружающую среду. К ним можно отнести:
  - тепловое;
  - электромагнитное;

- шумовое;
- световое;

- Биологическое загрязнение – привнесение в окружающую среду чуждых видов организмов, а также веществ биологического происхождения (токсинов).

Сохранение и восстановление природных систем быть одним из значимых и приоритетных направлений деятельности государства. И как только планируется строительство промышленного объекта, рассчитывается оценка воздействия этого объекта на окружающую среду.

Целью проведения оценки воздействия на окружающую среду является предотвращение или смягчение воздействия этой деятельности на окружающую среду и связанных с ней социальных, экономических и иных последствий. Главная цель-создания условий для:

- недопущение упадка окружающей среды;
- обеспечение сбалансированности хозяйственного развития;
- воздействий на окружающую среду до незначимого уровня;
- рассмотрение преимуществ и потерь, связанных с хозяйственным развитием.

Для проведения оценки воздействия объекта строительства на окружающую среду выявляют:

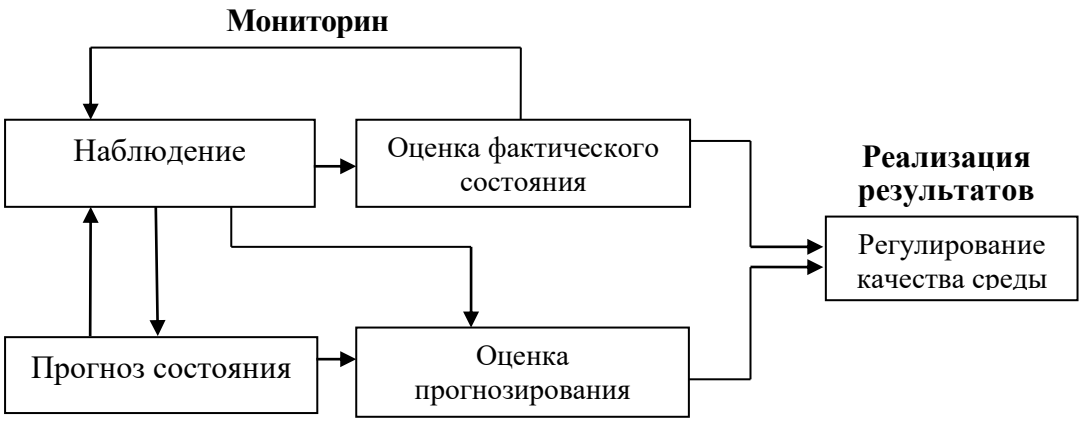
1. характеристики состояния окружающей среды;
2. виды и основные источники техногенного воздействия;
3. характер, интенсивность и объем воздействия объекта на окружающую среду в процессе строительства;
4. возможность аварийных ситуаций;
5. изменение характеристик окружающей среды под воздействием объекта.

При проведении оценки воздействия на окружающую среду должны быть рассмотрены альтернативные идеи размещения проектируемого объекта и приниматься решения, снижающие негативные последствия от конкретного места размещения данного объекта.

Результаты проведения оценки должны быть подкреплены экономическими расчетами в соответствии с требованиями нормативных актов и документов, при этом необходимо учитывать расходы на реализацию разных вариантов.

По результатам оценки воздействия разрабатывается экологический мониторинг - система мероприятий по наблюдению за окружающей средой в районе действия проектируемого объекта, основная цель которого – предупреждение негативных последствий воздействия на окружающую среду.

В современном природопользовании экологический мониторинг обеспечивает принимаемые решения необходимой информационной основой. Система мониторинга представлена на схеме:



Основные задачи мониторинга:

- наблюдение за состоянием биосферы;
- оценка и прогноз ее состояния;
- определение степени антропогенного воздействия на окружающую среду;
- выявление факторов и источников воздействия;
- моделирование и прогноз негативных воздействий и ЧС.

Выделяются три стадий мониторинговой деятельности:

1. организация мониторинга (правовое обеспечение);
2. проведение мониторинг (получение результатов наблюдения и методическое обеспечение);
3. реализация результатов мониторинга (принятие решения).

Главная цель мониторинга – получение информации о загрязнении и его источнике, а также оценка изменения состояния природной среды от их воздействия.

Проведем сравнительную характеристику выбросов загрязняющих веществ и объемов образования опасных отходов по ДНР за 2013 и 2017 год.

Типы загрязнений	2013	2017
Выброс загрязняющих веществ	127,8 тыс. тонн	73,7 тыс. тонн
Объем образования опасных отходов	3100 тонн	467,8 тонны

А теперь проведем экологический мониторинг на предмет загрязнения воздуха по предприятию г. Донецка «Шахта им. Засядько». за 3 года работы (2016, 2017 и 2018 г.).

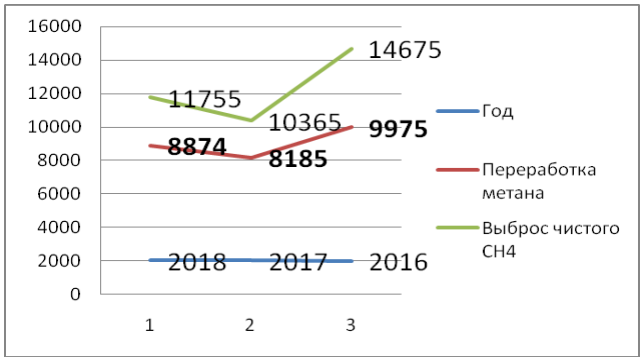
Три шахтных вентилятора за сутки перегоняют из шахты на поверхность приблизительно $45 \cdot 10^6$ м³ воздуха с примесью метана (0,1%). Метан – газ органической природы, лишенный запаха и цвета. В больших количествах вызывает парниковый эффект, что является одной из причин глобального потепления.

Проведем расчеты из уже имеющегося материала. Так как Шахта им. Засядько – это сверхкатегорийнная шахта, разделим весь метан на две категории:

- CH_4, безвозвратно выбрасываемый в атмосферу;
- CH_4, перерабатываемый на станции.

Распределение по категориям	Год		
	2018, т	2017, т	2016, т
Выброс чистого метана (в атмосферу)	11 755	10 365	14 675
Переработка метана	8 874	8 185	9 975

Из этого делаем вывод, что на 2016 год шахта выбрасывала гораздо больше метана, а соответственно производство угля шло интенсивнее. На 2017 показатели выброса метана уменьшились, а значит, шахта работала менее интенсивно. В 2018 году состояние метана стабилизировалось. «Шахта им. Засядько» перерабатывает более 75% всего метана. Это говорит о прекрасной работе экологов, ведь благодаря такому экологическому мониторингу можно снизить выбросы загрязняющих веществ.



Экологический мониторинг проводится с целью наблюдения за предприятиями, чтобы предупредить возможность выброса веществ и заблаговременно принять меры.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. http://gkecopoldnr.ru/news_251218-2/ - Госкомэкополитики при главе ДНР подвел итоги работы за 2018 год.
2. *Хаустов, А.П.* Экологический мониторинг / А.П. Хаустов, М.М. Редина // Учебник для академического бакалавриата. Москва: Изд-во «Юрайт», 2019. – 543 с.
3. *Колесников, Е.Ю.* Оценка воздействия на окружающую среду. Экспертиза безопасности / Е.Ю. Колесников, Т.М. Колесникова // Учебник для бакалавриата и магистратуры. Москва: Изд-во «Юрайт», 2019. – 469 с.

ХИМИЯ И ЖИЗНЬ

М. Родзин, Е.С. Черемных
МОУ «СШ №32» г. Макеевка

В докладе проанализировано экологическое поведение школьников и их родителей в быту, на отдыхе и в школе. Установлены причинно-следственные связи экологических проблем, разработаны памятки для учащихся и родителей, ориентирующие на экологически целесообразное поведение.

Ключевые слова: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ЗНАНИЯ, ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ, ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ МЫШЛЕНИЕ.

The report analyzed the environmental behavior of schoolchildren and their parents at home, on vacation, and at school. Cause-and-effect relations of environmental problems have been established, and leaflets for students and parents have been developed that orient themselves to environmentally sound behavior.

Keywords: ECOLOGICAL KNOWLEDGE, ECOLOGICAL BEHAVIOR, ECOLOGICAL THINKING.

Цель исследовательской работы - формирование экологической ориентации учащихся и родителей путём внедрение разработанных алгоритмов экологического поведения в процессе решения экологических проблем в повседневной жизни.

Основные методики исследовательской работы: наблюдение, анализ экологического поведения личности в быту, на отдыхе, в образовательном учреждении и прогнозирование экологических последствий такого поведения.

Умение анализировать и устанавливать причинно-следственные связи экологических проблем дает толчок к формированию экологически культурной личности, стремящийся в процессе своей жизнедеятельности к экологически целесообразному поведению.

Пища, которую мы едим

Изучаем неорганическую химию в девятом классе. Читаем в учебнике: «фосфаты и смеси фосфатов включают в рецептуры колбасных изделий, так как они снижают в них скорость окислительных процессов, обладают слабым антимикробным действием и придают продуктам приятный цвет».

Невольно возникает вопрос, так что же все-таки лучше: бутерброд с колбасой, в котором присутствуют неорганические химические вещества, по определению являющиеся чужеродными для организма человека, или порция горячего обеда, состоящего из каши, овощного салата, котлеты и других натуральных продуктов?

Большинство людей, после такой информации склоняются ко второму варианту питания.

В процессе изучения органической химии в десятом классе выясняется, что все так называемые «масла» и другие различные «пасты» со вкусом креветок, бекона и так далее, ненатуральное мороженное, обладающее странными вкусовыми комбинациями - это продукты гидрогенизации растительных жиров, а транс-жиры, в свою очередь, несут ответственность за возникновение у человека множества опасных и порой неизлечимых заболеваний, таких как: сердечно-сосудистые заболевания, нарушения иммунной системы человека, онкологические заболевания. При этом, кроме водорода производители некачественных продуктов питания используют металлические катализаторы. В результате организм человека насыщается транс-жирными кислотами, которые разрушающим образом воздействуют на организм, меняя здоровую цис-конфигурацию на смертельно опасную транс-конфигурацию.

Есть ли еще на нашей планете люди, которые не знают об опасности потребления газированных сладких напитков? И дети, и родители чуть ли не ежедневно получают информацию о вреде их потребления и с экранов телевизоров и через глобальную сеть Интернет, и, в конце концов, от врачей. Однако это не останавливает нас от покупки таких вредных напитков, так мы вроде бы чувствуем себя нормально даже при ежедневном их потреблении. Хотя если разобраться, в их составе находится пугающий любого здравомыслящего человека набор химических веществ: диоксид углерода, фосфорная кислота, фенилаланин, консерванты, ароматизаторы и другие вещества. Да что говорить, ведь один только входящий в состав любого газированного напитка консервант бензоат натрия (Е211) не выводится из организма никогда, а накапливаясь в клетках, становиться ядом, оказывающим ежедневное разрушительное воздействие на организм каждого человека.

Прививки

Родители школьников младших классов беспокоятся по множеству поводов. Это правильное питание, водный режим, учебная нагрузка и, как правило, они следуют рекомендациям Министерства здравоохранения в вопросе прививания своих детей от страшных болезней. Однако некоторые из них уклоняются от прививок, прочитав ряд совершенно неубедительных статей из неподтверждённых источников. Конечно, у небольшого количества прививаемых детей возникают осложнения после вакцинации, также как иногда возникают аллергические реакции или с рождения проявляется непереносимость организмом некоторых продуктов питания, лекарств и так далее. При детальном изучении становиться ясно, что подавляющее большинство аргументов противников прививок надумано или давно потеряли свою актуальность. В качестве примера можно привести один из аргументов так называемых специалистов, утверждающих, что вакцина БЦЖ против туберкулеза в своём составе содержит вредный для организма ребенка алюминий. Научно же доказано, что с грудным молоком матери в организм ребёнка алюминия поступает гораздо больше и это совершенно ему не вредит.

В своем время в странах Европейского союза и США отказались от использования мертиолята (тиомерсала) составе АКДС: комплексной противококлюшно-дифтерийно-столбнячной вакцины по причине необъяснимого роста рождаемости детей-аутистов. По прошествии значительного количества лет процент рождения детей с этой патологией в вышеуказанных странах остаётся прежним. Возможно, причина в том, что мертиолят помимо использования в качестве компонента вакцины АКДС используется в составе противомикозных и антисептических препаратов, также его добавляют в мыло, назальные спреи, офтальмологические

средства и так далее. Нет, сомнения, что данное ртутьсодержащее вещество может представлять опасность для здоровья ребенка, однако уже очень давно на рынке есть ряд вакцин АКДС, в составе которых это вещество отсутствует.

Можно бесконечно долго обсуждать аргументы сторонников и противников прививок, однако родителям непривитых детей прежде всего стоит изучить историю, чтобы понять какие страшные эпидемии смертельных заболеваний обрушивались на мир до изобретения вакцин и уносили жизни миллионов людей по всему миру. Если же посмотреть на эпидемиологическую ситуацию, которая сложилась на данный момент в соседнем государстве Украина с корью, то можно с уверенностью сделать вывод, что прививки – это единственная возможность не допустить эпидемий, представляющих значительную угрозу жизни и здоровью человека.

Помещения, в которых мы живем

Одним из опасных химических веществ, которые мы изучаем в школе, является формальдегид. На уроках мы узнали, что этот фенол является сильнейшим канцерогеном. Однако в силу непонятных мне причин в производстве многих видов напольных покрытий и мебели используются фенолформальдегидные смолы. Что удивительно, фенолформальдегидный клей применяется даже при производстве детских игрушек. Оказывается, лишь через полгода после покупки новой мебели, изготовленной с применением лаков и других веществ на основе формальдегида и фенола, формалин перестает выделятся. Стремясь удешевить свою продукцию, производители сознательно подвергают смертельной опасности организм человек. А представьте, если такую мебель вы купили и поставили в комнату своему ребенку? Именно поэтому для ограждения себя от контактов с фенолом и его соединениями, я тщательно читаю состав и маркировку товаров, используемых в повседневной жизни.

Природа щедро наградила человечество безопасным материалами, такими как, например, натуральное дерево и натуральные ткани, камень, каучук и если внимательно следить за тем, чтобы окружающие нас вещи были сделаны из таких материалов, можно сделать наше жилище безопасным и экологически чистым.

Школьные принадлежности

Собирая ребенка в школу перед первым сентября большинство родителей пытается сэкономить и приобретают школьные принадлежности на различных школьных ярмарках. А многие ли из них задумываются из чего, например, сделан колпачок шариковой ручки, который некоторые дети так любят грызть? Или из чего сделана, произведенная на китайской фабрике тетрадь, которая так ярко горит явно химическим зеленым пламенем? И ведь это предметы, с которыми школьники контактирую каждый день. А в результате, непонятная вялость и апатия, не имеющая, казалось бы, никаких видимых причин. А все потому, что, например, в корпусе китайских шариковых ручек содержится избыточное количество бензола, вызывающего сильнейшие головные боли, а в бумаге китайских тетрадок содержаться токсичные химические отбеливатели, которые как вы понимаете, тоже не приносят особой пользы организму.

Вот так в погоне за экономией можно нанести сильнейший вред еще неокрепшему детскому организму. Поэтому выбирая между яркими и дешевыми китайскими школьными принадлежностями и, может быть, немного хуже выглядящими отечественными, нужно понимать, что выбор то на самом деле стоит между здоровым и больным в будущем ребенком.

Необходимо признать, что человечество бездумно используя блага цивилизации, ежедневно проводит над своим организмом химический эксперимент. Мы едим консервированные и упакованные продукты, принимаем без назначения врача

витамины и лекарства, покупаем товары на рынках без маркировок, инструкций по применению и сертификатов, тем самым нанося непоправимый вред своему организму

Только глубокие химические и экологические знания смогут оградить человека от всего многообразия вражеских агентов, замаскированных под личиной псевдо незаменимых химических веществ.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1.Рудзитис, Г.Е. Химия. 9 класс / Г.Е. Рудзитис, Ф.Г. Фельдман // Учебник для общеобразовательных организаций. – Москва : «Просвещение», 2016. – 208 с.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПРОСТРАНСТВЕННО ЗАТРУДНЕННЫХ ХЛОРАНГИДРИДОВ АРОМАТИЧЕСКИХ СУЛЬФОКИСЛОТ

М.Д. Козловская, Л.И. Рублева
МОУ «Школа №14 г. Донецка»
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

Проведены испытания антибактериальной активности ряда сероорганических соединений на основе производных ароматических сульфокислот. Проанализированы экспериментальные и литературные данные относительно биологической активности ряда пространственно затрудненных сульфосоединений.

Ключевые слова: БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ, АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ, ТЕСТ-КУЛЬТУРЫ БАКТЕРИЙ, МИНИМАЛЬНАЯ БАКТЕРИЦИДНАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ, ПРОТИВОМИКРОБНАЯ АКТИВНОСТЬ

The antibacterial activity of derivatives of aromatic sulfonic acids was tested. The experimental and literature data on the biological activity of a steric hindered organic sulfur compounds areanalyzed.

Keywords: BIOLOGICAL ACTIVITY, ANTIBACTERIAL TESTS, TEST- CULTURES OF BACTERIA, MINIMAL BACTERICIDAL CONCENTRATION, ANTI-MICROBIAL ACTIVITY

Известен довольно обширный спектр биологически активных серосодержащих органических соединений [1,2]. Среди них есть антисептики, антибиотики, фунгициды, акарициды и другие физиологически активные препараты, широко применяемые в медицине и сельском хозяйстве. Кроме того, пространственно затрудненные субстраты имеют значительное противоопухолевое действие. В связи с этим было интересно исследовать физиологическую активность ряда синтезированных стерически напряженных ароматических сульфонилхлоридов в экспериментах invitros отношении культур некоторых бактерий.

Пространственно затрудненные субстраты синтезировались путем обработки соответствующих производных бензена хлорсульфоновой кислотой. Очистку производили с помощью последовательных перекристаллизаций из смесей гексан-бензен до постоянных температур плавления. Структура подтверждена элементным и спектральным анализами.

Противомикробная активность исследована в опытах invitro методом серийных разведений в жидкой питательной среде. В качестве тест-культур использовали следующие виды микроорганизмов: Staph. aureus, как наиболее стойкий вид из

кокковой группы бактерий (моделирует возбудителей капельных инфекций и гнойно-воспалительных процессов различной локализации); Escherichiacoli, как наиболее распространенный в нашем регионе и наиболее стойкий вид из кишечной группы бактерий; Pseudomonasaeruginosa как наиболее стойкий представитель грамотрицательных бактерий, моделирующий возбудителей гнойно-септических и внутрибольничных инфекций; Sulmonellatyphikак наиболее распространенный возбудитель кишечных инфекций.

Испытания проводились на кафедре микробиологии Донецкого медицинского университета.

Бактерии культивировали на мясо-пептоновом агаре (МПА) и мясо-пептоновом бульоне (МПБ), pH 7,2 - 7,4. В опытах использовали вторые генерации18-24 часовых культур бактерий.

Для определения противомикробной активности спиртовых растворов препаратов готовили серийные последовательные разведения в жидкой питательной среде (МПБ) в объеме 2 мл. Диапазон серии разведений определен в соответствии с предварительно установленными критериями чувствительности микроорганизмов к указанным препаратам.

В приготовленные серии разведения препаратов стерильной пипеткой в асептических условиях вносили суспензию культур бактерий в логарифмической или ранней стационарной фазе роста (плотность суспензии 20000000 колониеобразующих единиц/мл, объем 0,2 мл). Все ряды серийных разведений испытуемых препаратов включали по 2 контрольные пробирки, одна из которых содержит 2 мл соответствующей жидкой питательной среды и 0,2 мл суспензии тест-культуры, вторая - 2 мл питательной среды, 2 мл растворителя (спирт этиловый) и 0,2 мл суспензии тест-культуры, а также параллельно ряды соответствующих серийных разведений растворителей (без испытуемых препаратов) в объеме 2 мл МПБ и 0,2 мл суспензии тест-культуры.

После внесения суспензии тест-культуры пробирки с посевами помещали в термостат (температура 37°С, экспозиция 18-24 часа). По истечении указанного срока инкубации учитывали результаты, отмечая пробирку с минимальной концентрацией субстрата и четко видимой задержкой роста тест-культуры. Концентрация препарата в указанной пробирке соответствует минимальной бактериостатической концентрации для бактерий. Результаты опытов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Значения минимальных ингибирующих рост бактерий концентраций $XArSO_2Cl$, мкг/мл

X	Staph. aureus	Escherichiacoli	Pseudomonasa eruginosa	Sulmonellatyphi
2,4,6-iPr_3	64	64	4	4
2,6-Me_2-4-tBu	500	256	32	32
2,4,6-Me_3	256	256	4	8
2,5-tBu_2	500	500	4	16
2,6-Me_2-4-iPr	500	500	16	16
4-tBu	500	500	16	32
2,4,6-Me_3-3-NO_2	128	128	8	16

Установлено, что изучаемые препараты имеют достаточно широкий спектр антибактериальной активности – эффективны в отношении культур, моделирующих возбудителей кишечных инфекций, капельных и гнойно-воспалительных заболеваний различной локализации.

Для сравнения в таблице 2 приведены аналогичные данные для известных серосодержащих препаратов, применяемых в медицинской практике.

Таблица 2 − Депо-сульфаниламидные препараты, применяемые в медицине

Препарат	Противомикробная активность, мкг/мл	
	Pseudomonasaeruginosa	Escherichiacoli
Сульфазин (сульфадиазин)	5	26
Сульфаметоксазол (гантанол)	>1000	25
Сульфадиметоксин (мадрибон)	195	>2000

Все синтезированные вещества являются ингибиторами роста исследованных грамположительных и грамотрицательных бактерий, а в отношении культур Pseudomonasaeruginosa и Escherichiacoli не уступают известным противомикробным средствам (таблица 2). Интересно отметить, что в отношении культуры Escherichiacoli соединения этого ряда ранее физиологической активности не проявляли [3].

Тем не менее, можно выделить наиболее эффективные соединения в отношении различных типов моделируемых тест-культур:

•практически все исследуемые субстраты активны в отношении Pseudomonasaeruginosa и Sulmonellatyphi; показывают минимальные бактерицидные концентрации на грани чувствительности применяемого метода;

• в отношении Staph. Aureus и Escherichiacoli самую высокую активность показал 2,4,6-триизопропилбензенсульфонилхлорид, являющийся наиболее стерически напряженным субстратом в исследуемом ряду.

Таким образом, стерические затруднения в структуре молекулы приводят к выраженной биологической активности вещества.

Последний факт может быть обусловлен определяющей ролью пространственной структуры над электронными факторами в молекуле, открывает перспективные возможности для целенаправленного синтеза новых серосодержащих соединений, обладающих высокой антибактериальной активностью.

Заключение.

1. Проведен синтез и исследована антимикробная активность некоторых пространственно затрудненных аренсульфонилхлоридов.

2. Проанализированы экспериментальные и литературные данные по биологической активности серосодержащих органических соединений. Показано, что синтезированным алкил-замещенным аренсульфохлоридам присуще более эффективное биологическое действие в сравнении с применяемыми антибактериальными средствами в отношении наиболее распространенных болезнетворных микроорганизмов.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Козлов, С.Н.* Современная антимикробная химиотерапия: Руководство для врачей / С.Н. Козлов, Р.С. Козлов. - Москва: ООО «Медицинское информационное агенство», 2017. – 400 с.

2. *Synthesis* and Structure-Activity Relationship Studies of CD4 Down-Modulating Cyclotriazadisulfonamide (CADA) Analogues/ Thomas W. Bell [and others] //J. Med. Chem.-2006.-Vol. 49.- P.1291-1312.

3. *Синтез* некоторых новых производных о-хлор, п-хлор- и п-броманизолсульфониламинокислот / A.M. Naggar [и др.]// Гласн. хем. друш. - 1984.– Вып.49, №5 - С.239–246.

СОДЕРЖАНИЕ

И.А. Удодов, Л.И. Рублёва Разработка технологий и создание производства микроудобрений для повышения урожайности сельскохозяйственных культур в условиях Донецкой Народной Республики…. 3

ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ И ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД

Т.В. Овсиенко, Т.С. Башевая Исследование проблем загрязнения атмосферного воздуха при технологических операциях с формалином в химической промышленности…….. 6

Д.В. Науменко, В.В.Шаповалов Получение активных углей из скорлупы грецкого ореха для очистки воздуха и воды…… 9

Д.В. Титова, О.Е. Фалова Проблемы интенсификации очистки сточных вод…….. 12

Т.В. Мозгунова, А.И. Сердюк Уменьшение выбросов бурого дыма путем пылеподавления углекислым газом при производстве чугуна……. 15

Я.А. Казакова, Е.А. Трошина Применение ANAMMOX-процесса для удаления аммонийного азота из сточных вод……. 17

О.С. Чукардина, Ю.Н. Ганнова Анализ возможности обезвреживания газовых выбросов ТЭС методом озонирования …….. 20

М.Г. Крупка, Ю.Н. Ганнова, А.А. Берестовая Применение алюминиевых коагулянтов для очистки сточных вод от сульфатов при их умягчении…….. 23

Е.Р. Закоян Ю.Н. Ганнова Мероприятия по уменьшению выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух на предприятии общественного питания ООО «АЛЕКСАНДРИЯ»……. 26

Ю.П. Зражевская, Е.А. Трошина Очистка сточных вод методом обратного осмоса…….. 29

Е.В. Контурская, Ю.Н. Ганнова Исследование возможности применения КЭУ-1600 с целью дохлорирования воды на центральной насосной станции…….. 32

СЕКЦИЯ РЕКУПЕРАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

С.В. Журавлев, Н.И. Беломеря О возможном использовании техногенных продуктов при производстве строительных материалов…….. 35

Е.А. Бондарчук, Ю.Н Ганнова Способы утилизции осадков сточных вод для Донецкого региона…….. 38

Е.Н. Курченко, О.Н. Калинихин Обоснование технологии подготовки твердых бытовых отходов на полигоны ДНР……. 41

Д.Ю. Бондарев, М.Э. Кочерова, М.И. Базыма, В.В. Шейн Экологически чистая переработка отходов….. 44

Д.А. Кусмарова, С.В. Горбатко Применение измельченного плавленого материала в технологии производства бетонов……. 47

О.Д. Пашкевич, Н.Л. Санкевич, А.В. Лихачева Отходы гальванического производства как сырьевой ресурс для получения оксида цинка…….. 49

О.Н. Остапук, А.В. Лихачева Биокомпостирование скопа предприятия по производству бумаги…… 52

Е.В. Пыжова, О.Н.Калинихин Изучение влияния добавок отходов металургической промышленности на свойства защитных покрытий…… 55

СЕКЦИЯ
ОБОРУДОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЗАЩИТЫ БИОСФЕРЫ

А.С. Кривенко, О.Н. Калинихин Использование отвалов угольных шахт в ветроэнергетике…… 57

А.А. Коновалова, Н.М. Аванесян Экологические аспекты технологии применения и оптимизации СОЖ 60

В.В. Лапин, Е.А. Сажченко, А.В. Курявая, В.В. Шейн Экологические проблемы двигателей внутреннего сгорания. водородные технологии будущего……... 63

СЕКЦИЯ
ОЦЕНКА И МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Е.С. Бондаренко, В.Г. Ефимов Состояние атмосферы города Енакиево и возможные способы ее улучшения…… 66

Н.А. Бурдаковский, О.Н. Калинихин Энергосбережение при использовании тепловой энергии грунтов… 69

В.В. Кривошей, В.В. Хазипова, Л.Т. Писарев Сравнительная оценка масштабов воздействия на среду обитания загрязнений в результате штатной хозяйственной деятельности и опасных факторов пожара… 72

Т.А. Лобкова, Д.А. Козырь Совершенствование способа проветривания горных выработок с использованием геотермальной энергии…….. 74

К.С. Немыткина, О.Н. Калинихин Анализ влияния угледобывающего предприятия «Шахта им. Засядько» государственного предприятия «Донецкуголь» на состояние гидросферы…….. 78

А.С. Семененко, Д.А. Козырь Совершенствование работы шахтных котельных с применением геотермальной энергии выработанного пространства…… 81

К. А. Соколова, Е.В. Ветрова, И.В. Бондаренко-Борисова Инфекционные заболевания суккулентов фондовой оранжереи Донецкого ботанического сада……. 84

А.О. Стрюцкая, А.Р. Иошпа, Л.А.Беспалова Влияние метеорологических параметров на перенос загрязняющих веществ в атмосферев прибрежной части Таганрогского залива 87
В.А. Волкова, Д.А. Козырь Мониторинг уровня экологической безопасности породного отвала, как часть системы управления отходами…… 90

СЕКЦИЯ
ФИТООПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОГЕННОЙ СРЕДЫ И ОХРАНА РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА

Н.В. Бойко, А.И. Сафонов Палинологический материал Taraxacum officinale (L.) Webb ex Wigg. в условиях г. Донецка…… 93
О.И. Дейнеко, С.И. Демченко Влияние кислотности среды на лакказную активность гриба Pleurotus ostreatus …… 96
Е.В. Зайцева, А.З. Глухов, И.И. Стрельников Создание цифровых карт для обеспечения экологических исследований в Донбассе……... 99
А.Л. Золотой, В.М. Остапко Количественная оценка пространственной структуры экологического каркаса Шахтерского района Донецкой области…… 102
А.В. Калинина Опыт фитотестирования эдафотопов некоторых отвалов угольных шахт г. Макеевки с использованием семян высших растений……. 105
А.А. Касько, Э.И. Мирненко Определение качества воды по фотосинтетическим пигментам фитопланктона……. 107
Т.И. Кравсун Строение листовой пластинки растений-индикаторов Донбасса как показатель вегетативной стратегии видов …….. 111
А.К. Микула, А.В. Николаева Успешность интродукции лекарственных тропических и субтропических растений в коллекции оранжерейного комплекса ГУ «Донецкий ботанический сад» ……... 114
Н.С. Мирненко Палиноструктурный анализ *Ambrosia artemisiifolia* L. в условиях техногенных экотопов……... 117
Е.И. Морозова, А.И. Сафонов Реализация репродуктивного потенциала мохообразных Донбасса по степени спорофитизации…… 120
К.В. Мудрецова, И.И. Стрельников Изменчивость анатомического строения листовых пластинок *Spinacia olereacea* L. в зависимости от условий освещения…….. 123
Т.С. Ночвина Формирование доминирующих жизненных стратегий бриобионтов на территории г. Зугрэс…… 126
Д.Р.Пахолок, Э.И.Мирненко Оптические методы в изучении прудов карьерного типа……. 129
Е.А. Полиняко, Н.А. Виноградова Фармакогностическое изучение плодов унаби, культивируемого на Донбассе……... 132
В.А. Савина, К.В. Мудрецова Модульность сети жилкования листьев в зависимости от условий освещения…… 135
Л.И. Сафина, В.С. Гусарова, У.П. Зырянова Полезащитное лесоразведение в Ульяновской области…….. 138
С.В. Солодько, Д.А. Пашков, В.В. Махров Влияние фунгицидов на рост мицелия фитопатогенных грибов……... 141
М.П. Тимошенко, Н.А. Виноградова, В.П. Попович Изучение содержания биологически активных веществ в листьях вишни магалебской…… 144
Е.А. Цеплая Индикаторные виды мохообразных г. Енакиево…… 147

СЕКЦИЯ
ФАУНА, ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ЖИВОТНОГО МИРА

А.В. Аносов, Е.Ю. Савченко Наземные беспозвоночные г. Горловки…….. 150
А.Э. Бакланова, М.В. Рева Видовой состав мошек водоёмов г. Донецка……. 153
А.А. Белоножко, Е.Н. Маслодудова Зараженность природных популяций личинок мошек микроспоридиями и энтомопатогенным грибом COELOMICIDIUM SIMULII в водотоках окр. г. Красный Луч…… 155
Ю.А. Винник, А.Д. Штирц Экологическая структура населения панцирных клещей террикона шахты Калинина № 7-8 г. Донецка…… 158
А.А. Маслова, Е.В. Прокопенко Герпетобионтные пауки ЦПКИО им. Щербакова (г. Донецк)…… 161
И.Н. Оголь, Н.Н. Ярошенко Методика пыльцевого анализа мёда ос-полистов (HYMENOPTERA: VESPIDAE: POLISTES)…….. 164
К.Н. Соколова, А.Д. Штирц Экологическая структура сообществ панцирных клещей под лиственными древесными породами Донецкого ботанического сада……... 167
Е.Р. Степанченко, Н.Н. Ярошенко Панцирные клещи семейства COSMOCHTHONIIDAE GRANDJEAN, 1947 (ACARIFORMES: ORIBATEI) в условиях Донбасса……. 170
К.В. Туник, А.Д. Штирц Экологическая структура сообществ панцирных клещей под хвойными древесными породами Донецкого ботанического сада……... 173

Е.В. Щелкова, М.В. Рева Мошки (DIPTERA, SIMULIIDAE) как биоиндикаторы в водоемах г. Донецка 176

СЕКЦИЯ
ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В.С. Кравченко, Ю.Н. Ганнова Методы снижения потерь тепла от предприятий теплоэнергетики……. 179
Е.А. Голубева, А.В. Писаренко Предупреждение аварийных ситуаций на трубопроводном транспорте… 182
В.И. Окин, С.А. Онищенко Проблемы экологической безопасности производства огнеупорных материалов……... 185
А.С. Новиков, З.К. Афанасьева, Г.Н. Сидоренко Проблемы охрана окружающей среды на металлургических предприятиях……... 188
А.А. Базылевич, С.А. Онищенко Проблемы экологической безопасности добычи угля…… 192

СЕКЦИЯ
РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

Р.М. Куликов, Н.Э. Савченко, В.В. Ошовский Разработка функциональной схемы ультразвуковой установки для производства биодизеля…… 195
В.В. Кузнецов Проблемы рационального использования природных ресурсов в Приднестровье…… 197
С.А. Павлов, Е.А. Самойлов, И.Г. Дедовец Исследование прочности материала кокса при различных режимах охлаждения…….. 200
С.В. Алексеев, И.Г. Дедовец Исследование термоподготовки каменноугольного пека в опытной установке……. 203
А.В. Акимов, И.П. Сарайкина Исследование теплоизоляционных свойств материалов на основе Камчатских перлитов…….. 207
А.И. Архангельская, Л.Ф. Бутузова, Г.Н. Бутузов Полукоксование молодых углей с добавками …… 210
В.А Федоренко, Е.Н. Старостина, Р.М. Куликов Расчет нагревательных элементов экструдера при разработке технологии получения композиционного филамента…….. 213
А.С. Хомякова, В.А. Колбаса, Л.Ф. Бутузова Химическая обработка углей с целью увеличения степени их конверсии в паро-газовые продукты…… 216
А.И. Маковский, В.В. Ошовский Рациональное использование вторичных пластиков путем их рециклинга в филамент для 3D печати……. 218
Н.М. Оксак, В.А. Печень, Л.Ф. Бутузова Влияние добавки антрацена на спекаемость газовых углей……. 221
И.В. Подройко, Л.Ф. Бутузова, С. Маринов Исследование структуры углей Донецкого бассейна и их полукоксов методом DRIFT-спектроскопии…… 224
Н.Э. Савченко, В.В. Ошовский Разработка прибора для измерения вязкости жидких смесевых топлив…. 227
А.А. Шейх, Т.С. Башевая Повышение уровня ресурсосбережения в процессе строительства ……. 230
Е.И. Синицкая, А.И. Маковский, В.В. Ошовский Моделирование стадии метанолиза в процессе получения биодизеля из органического сырья……. 233
Е.Н. Старостина, В.А. Федоренко, В.В. Ошовский Разработка системы освещения фотобиореактора…… 236
И.Д. Кохановская, М.А. Кузнецова, С.А. Семченко Расширение направлений использования углей Донбасса……... 239

СЕКЦИЯ
ХИМИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Л.А. Гасило, Е.И. Волкова Исследование механизма распада сложных оксидов…… 242
Е.А. Савула, Е.И. Волкова Кинетические исследования гомогенных реакций…… 245
К.А. Венжега, Е.И. Волкова Модернизация лабораторной работы по определению порядка химической реакций……. 248
С.Г.Краснокутский, В.Г.Матвиенко Сжимаемость жидкой фазы в системе диоксид углерода - γ-бутиролактон……... 251
Т.А.Буй, В.В.Шаповалов, Т.В.Шаповалова Компьютерная система управления инфракрасным спектрофотометром SPECORD 75 IR……... 254

СЕКЦИЯ
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СБАНСИРОВАННОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Э.Ю. Бородько, Д.А. Макеева Экономическая целесообразность комплексного использования альтернативных источников энергии в условиях Донбасса……... 257
В.К. Герасимюк, Е.С. Матлак Перспективы применения раздельного сбора твердых бытовых отходов на территории Донбасса…….. 260
А.И. Падалко, М.Н. Шафоростова Обоснование экономической целесообразности реализации проекта создания рыбохозяйственного комплекса…… 262
К.А. Политько, М.Н. Шафоростова Экономическое обоснование проекта по вторичному использованию резино-содержащих отходов ……. 265
Е.В. Скрыпник, К.Е. Бондарев, М.Н. Шафоростова Финансирование природоохранной деятельности в

разных странах: сравнительный анализ…… 268
Д.А. Степанов, В.Ю. Романова Оптимизация процесса управления природопользованием на предприятии с использованием экологического учета……... 271
М.Н. Шафоростова, И.А.Павлюченко Система управления обращением с отходами: эволюция взглядов и стратегическое развитие…….. 274

СЕКЦИЯ
ХИМИЯ И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА (ШКОЛЬНАЯ СЕКЦИЯ)

А.Р. Пономарева, И.В. Дударева Влияние последствий боевых действий на экологическую обстановку прифронтовых территорий……. 277
Д.В Рыбалко, Л.В.Жмака Анализ жидких моющих средств для посуды…….. 279
Е.С. Тюзова, Л.С.Нагорная Оценка и мониторинг состояния окружающей среды…… 282
М. Родзин, Е.С. Черемных Химия и жизнь…….. 285
М.Д. Козловская, Л.И. Рублева Биологическая активность пространственно затрудненных хлорангидридов ароматических сульфокислот…… 288