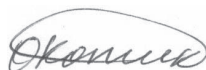


На правах рукописи



Котик Ольга Сергеевна

**ТИПЫ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА
И ГЕНЕРАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ
ПЕРМСКИХ УГЛЕНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ
КОСЬЮ-РОГОВСКОЙ ВПАДИНЫ**

Специальность: 25.00.12 – Геология, поиски и разведка
нефтяных и газовых месторождений

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Сыктывкар – 2017

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт геологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук (ИГ Коми НЦ УрО РАН).

Научный руководитель: **Клименко Сергей Сергеевич**
кандидат геолого-минералогических наук,
ПАО «АНК «Башнефть», г. Уфа
менеджер по геологоразведке

Официальные оппоненты: **Баженова Татьяна Константиновна**
доктор геолого-минералогических наук
АО «ВНИГРИ», г. Санкт-Петербург
главный научный сотрудник

Пронина Наталья Владимировна
кандидат геолого-минералогических наук
ФГБОУ ВО «МГУ имени М.В.Ломоносова»,
г. Москва
доцент

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем нефти и газа Российской академии наук (ФГБУН ИПНГ РАН), г. Москва

Защита диссертации состоится 7 апреля 2017 г. в 14:30 на заседании диссертационного совета Д 501.001.40 при Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова по адресу: 119991, г. Москва, Ленинские горы, Главное здание МГУ, геологический факультет, ауд.608.

С диссертацией можно ознакомиться в читальном зале Отдела диссертаций Научной библиотеки МГУ (Ломоносовский проспект, д.27, Фундаментальная библиотека, сектор «А», 8 этаж, к.812), на сайте в системе «Наука-МГУ» по адресу: http://istina.msu.ru/media/dissertations/dissertation/b5b/4b3/43647612/Tekst_Dissertatsii_Kotik_O.S..pdf и на официальном сайте Высшей аттестационной комиссии при Министерстве образования и науки Российской Федерации — www.vak.ed.gov.ru.

Автореферат разослан « ____ » _____ 2017 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета, к. г.-м. н.



Е. Н. Полудеткина

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. В настоящее время поиски залежей углеводородов (УВ) по всему миру связаны с нетрадиционными нефтегазоматеринскими комплексами. Угленосные отложения относятся к аналогичным комплексам, и их изучение по различным регионам проводится именно с позиции оценки генерационных возможностей (Wilkins, George, 2002; Semkiwa et. al., 2003; Обласов, 2010; Farhaduzzaman, Abdullah, Islam, 2012 и др.). Пермские отложения Косью-Роговской впадины относятся к таким объектам и содержат значительное количество многокомпонентного органического вещества (ОВ), обладающего различными генерационными возможностями (Органическая геохимия..., 2004).

Угленосные отложения пермского возраста в пределах Тимано-Печорского нефтегазоносного бассейна могут рассматриваться как источник генерации не только газовых, но и нефтяных УВ и как нетрадиционный коллектор. Данные отложения являются недостаточно изученными комплексными углепетрографическими, пиролитическими и битуминологическими методами, и необходимость такого подхода для оценки нефтегазоматеринских свойств комплекса является весьма актуальной.

Цель и задачи исследований. Цель работы заключалась в установлении типов и особенностей распространения ОВ, его углеводородного потенциала для анализа генерационной продуктивности нефтегазоматеринских пород пермских угленосных отложений на территории Косью-Роговской впадины.

Для достижения поставленной цели решались *следующие задачи*:

- углепетрографическое изучение состава ОВ углей и вмещающих пород;
- выделение типов ОВ и закономерностей его распределения в разрезе и по площади исследований;
- установление закономерностей изменения нефтегазоматеринского потенциала ОВ разновозрастных пермских отложений;
- определение индивидуального состава УВ и установление его связи с типом исходного ОВ и катагенетической преобразованностью;
- выделение зон различной генерационной продуктивности и оценка возможного фазового состава УВ.

Научная новизна работы. Детально изучен состав и выявлены закономерности распространения ОВ в углях и породах кунгурского и казанско-татарского возраста Косью-Роговской впадины. Оконтурированы области распространения субаквального и континентального липтинита, существенно повышающего УВ-потенциал комплекса. Впервые в кунгурских и казанско-татарских отложениях Косью-Роговской впадины и прилегающих территорий выделены зоны распространения различных типов битумоидов. Установлено повсеместное распространение смешанных битумоидов и возрастание в них доли миграционной составляющей для прилегающих с запада платформенных областей.

Практическая ценность работы. Построена схема катагенеза ОВ по подопше казанско-татарских отложений, которая может использоваться при анализе степени зрелости и условий прогрева нефтегазоматеринских толщ. Проведена оценка УВ-потенциала ОВ пермских угленосных отложений и выявлены зоны его повышения. Выполненная оценка газогенерационного потенциала угленосных отложений может применяться при уточнении газовой зональности комплекса, и является важной при прогнозе газообильности угольных выработок. Выявлен очаг генерации не только газовых, но и нефтяных УВ в кунгурских отложениях Воркутского района Косью-Роговской впадины и проведена оценка плотностей генерации и эмиграции УВ.

Защищаемые положения:

1. В породах озерных фаций кунгурского возраста на северо-востоке Косью-Роговской впадины и в породах лагунного генезиса на прилегающих с запада платформенных областях повышены содержания субаквального липтинита, вносящего основной вклад в генерационный потенциал комплекса. Максимальные содержания компонентов континентального липтинита выявлены в кунгурских отложениях на северо-востоке Косью-Роговской впадины и в казанско-татарских отложениях в районах сочленения впадины с грядой Чернышева.

2. Зоны повышенного углеводородного потенциала нефтегазоматеринских пород, обусловленные наличием водородолевого вещества озерного и морского генезиса, в кунгурских отложениях имеют локальное распространение на северо-востоке Косью-Роговской впадины, а липтинитового вещества континентального генезиса — в казанско-татарских отложениях в районах сочленения впадины с грядой Чернышева.

3. Зоны развития автохтонных битумоидов в породах комплекса приурочены к Косью-Роговской впадине, а смешанных — к прилегающим платформенным областям; в казанско-татарских отложениях в битумоидах доминируют продуценты высшей растительности; в кунгурских наряду с высшей присутствует и низшая растительность (альгопланктон).

4. Генерация нефтяных и газовых углеводородов, способных к эмиграции, установлена только в кунгурских отложениях; очаг генерации расположен в Воркутском районе на севере Косью-Роговской впадины.

Фактический материал. В основу работы положены материалы, собранные автором по 12 разрезам обнажений на рр. Воркута, Сырьяга, угольных шахт «Воркутинская», «Комсомольская», «Северная», «Заполярная» и скважин «Неченская-408», «Суборская-239», «Бергантымылькская-1», «Пыжьельская-1», «Падимейская-1», «Хоседаю-Неруюская-6» во время полевых сезонов 2007, 2008, 2013 гг. Также были изучены образцы 14 разрезов на рр. Кожым, Адзьва, Воркута, Большая Сырьяга и Силоваяха, в шахтах «Комсомольская», «Юньягинская», «Воркутинская», «Воргашорская» и по скважинам СДК-644 и -542, «Интинская-2», ВК-2401, УК-2515, предоставлен-

ные сотрудниками Института геологии Коми НЦ УрО РАН С. С. Клименко, Н. Н. Рябинкиной, И. С. Котиком, Л. А. Анищенко, С. Н. Шаниной, И. Н. Бурцевым. Дополнительно изучалась коллекция шлифов Е. О. Малышевой по разрезам: обн. 5 на р. Кожым, скважин УК-2515, ВК-2401, «Пальникшорская-1», «Усинокушшорская-104», «Осовейская-265», «Хосолтинская-259», «Хоседаюская-257 и -258». Кроме того, был проанализирован фондовый и опубликованный материал по составу углей и их качеству и по результатам геохимических исследований пермских отложений (С_{орг}, ХБА, СББ).

Апробация работы. Основные результаты диссертационной работы докладывались на совещаниях различного уровня: конференциях «Структура, вещество и история литосферы Тимано-Североуральского сегмента» (г. Сыктывкар, 2005, 2008, 2009, 2010, 2012, 2014, 2015, 2016); «Типы седиментогенеза и литогенеза и их эволюция в истории Земли» (г. Екатеринбург, 2008); I Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, посвященной памяти академика А. П. Карпинского (г. Санкт-Петербург, 2009); XVI Геологическом съезде (г. Сыктывкар, 2014); III Российском совещании по органической минералогии (г. Сыктывкар, 2009); XIII Всероссийском угольном совещании «Инновационные направления изучения, оценки и эффективного использования минерально-сырьевой базы твердых горючих ископаемых» (г. Ростов-на-Дону, 2014); 4-х Яншинских чтениях «Современные вопросы геологии» (г. Москва, 2011); II Всероссийской молодежной научно-практической школе-конференции (Республика Хакасия, 2014); международной научно-практической конференции «Новые идеи в геологии нефти и газа — 2015» (г. Москва, 2015), IV Всероссийской молодежной геологической конференции (г. Уфа, 2016).

По теме диссертации опубликовано 34 работы, в том числе 12 статей, из которых 11 — в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК.

Структура и объем работы. Диссертация объемом 173 страницы состоит из введения, 8 глав, заключения, содержит 73 рисунка, 9 таблиц, 2 табличных и 13 графических приложений. Список литературных источников включает 165 наименований.

Благодарности. Автор выражает искреннюю благодарность своему научному руководителю к. г.-м. н. Сергею Сергеевичу Клименко за всестороннюю поддержку, помощь и терпение на всех этапах работы. Особую признательность автор выражает к. г.-м. н. Лидии Александровне Анищенко за многолетнюю поддержку, консультации и помощь в проведении исследований.

Автор очень признателен за помощь в проведении исследований и консультации сотрудникам лаборатории геологии нефтегазоносных бассейнов к. г.-м. н. Н. Н. Тимониной, к. г.-м. н. Н. Н. Рябинкиной, к. г.-м. н. С. В. Рябинкину, к. г.-м. н. И. С. Котику, к. г.-м. н. Т. В. Майдль, В. А. Рябовой, И. Л. Мочаловой, Д. А. Полецкому. При проведении исследований

и в процессе обучения методике углепетрографии особую помощь и поддержку оказали к. г.-м. н. Н. П. Фадеева и Н. Л. Никульшина (г. Москва), Н. В. Тимонина и Г. В. Трапезникова (г. Воркута). Автор благодарит сотрудников геохимической лаборатории ФГУП «ВНИГНИ» и лично д. г.-м. н. М. В. Дахнову за возможность проведения пиролитических исследований.

При проведении полевых и лабораторных исследований неоценимая помощь была оказана д. г.-м. н. Д. А. Бушневым, к. г.-м. н. И. Н. Бурцевым, к. г.-м. н. О. В. Валяевой, к. г.-м. н. Н. С. Бурдельной, к. г.-м. н. С. Н. Шаниной, с. н. с. П. П. Юхтановым, м. н. с. А. Ш. Магомедовой, м. н. с. Д. А. Груздевым, м. н. с. Д. Н. Шеболкиным, геологом Н. С. Инкиной и Е. М. Тропниковым, ст. инж.-химиком С. А. Забоевой, лаборантами Н. А. Приезжевой, А. Ю. Утовой, Т. А. Кирюхиной и Р. И. Нефедовой, сотрудниками шлифовальной мастерской, и особенно А. Е. Шмыровым. При подготовке работы ценные советы и замечания были высказаны д. г.-м. н. В. И. Силаевым, д. г.-м. н. Т. Г. Шумиловой, д. г.-м. н. А. И. Антошкиной, к. г.-м. н. В. А. Салдиным и к. г.-м. н. Н. В. Ильиной. Всем им автор выражает искреннюю признательность.

Глава 1. История изученности пермских угленосных отложений

В главе приводится обзор исследований пермских отложений по ряду направлений. Одним из основных направлений в истории исследований данной территории является угольное, начатое еще с 1920-х годов. Исследование углей, их состава и степени метаморфизма проводилось многими специалистами: В. И. Алексеевым, И. Э. Вальц, Л. И. Сарбеевой, Ю. В. Степановым, Б. М. Зимаковым, В. П. Корельским, Г. В. Трапезниковой, С. В. Рябинкиным и другими. Вторым направлением по изучению литологии и условий образования пермских отложений занимались: А. А. Чернов, К. Г. Войновский-Кригер, А. П. Ротай, Л. Л. Хайцер, А. В. Македонов, Е. О. Малышева, В. А. Салдин и другие. С третьим направлением по проведению региональных работ по оценке перспектив нефтегазосности связаны исследования сотрудников Института геологии Коми НЦ УрО РАН, ТП НИЦ и других: В. А. Дедеева, В. И. Богацкого, В. В. Юдина, Б. И. Тарбаева, А. И. Елисеева, Я. Э. Юдовича, Л. З. Аминова, Н. И. Никонова, Н. А. Малышева, Н. И. Тимонина и многих других. Исследованию геохимии ОВ Тимано-Печорской провинции посвящены работы сотрудников научных и производственных организаций: Л. А. Анищенко, С. С. Клименко, Н. Н. Рябинкиной, С. А. Данилевского, З. П. Складовой, М. В. Дахновой, Т. К. Баженовой, Н. П. Фадеевой, Т. А. Кирюхиной, Д. А. Бушнева, Н. С. Бурдельной, О. В. Валяевой и других.

Несмотря на полноту проведенных исследований, остаются нерешенные вопросы, в том числе возможность генерации жидких УВ исходным ОВ пермских толщ. Углепетрографические данные совместно с геохими-

ческими позволяют выявить закономерности распространения типов ОБ, его углеводородный потенциал и оценить вклад исходного ОБ пермского комплекса в возможные скопления УВ.

Глава 2. Геологическое строение территории Косью-Роговской впадины, угленосность и нефтегазосность

В рассматриваемой главе представлены основные сведения о строении и составе пермских толщ, тектонике, угле- и нефтегазосности исследуемого района. В геологическом строении района исследований принимают участие отложения протерозойского фундамента. Осадочный чехол впадины и прилегающих территорий слагают следующие формационные комплексы: рифтогенный терригенный (E_3-O_1), перикратонный палеошельфовый карбонатный (O_2-P_1), надвинутый на него с востока сланцевый комплекс батинальных и абиссальных формаций лемвинского типа (О-С) и перекрывающий их комплекс пермско-триасового возраста (Угленосная формация..., 1990; Юдин, 1994). Основным объектом наших исследований являлась пермская угленосная часть орогенной формации, а именно кунгурский и казанско-татарский интервалы разреза. Исследуемые объекты располагаются в пределах Косью-Роговской впадины и прилегающих районов гряды Чернышева, Коротайхинской, Большесынинской и Хорейверской впадин и Варандей-Адзвинской структурной зоны.

В пределах Косью-Роговской впадины расположены основные угольные месторождения: Воркутское, Воргашорское, Сейдинское, Верхнероговское, Тальбейское, Неченское и другие. Распределение угленосности по площади носит сложный характер, миграция зон угленосности происходит снизу вверх по разрезу на запад в сторону платформы. На исследуемой территории открыто пять газовых и одно нефтяное месторождения, приуроченные к отложениям визейско-нижнепермского и ордовикско-нижнедевонского комплексов. В пермском комплексе на территории Косью-Роговской впадины встречены всевозможные признаки нефтегазосности в виде битумо-, нефте- и газопроявлений.

Глава 3. Строение и условия образования пермских угленосных отложений

Пермский терригенный комплекс, имеющий значительную мощность на территории Косью-Роговской впадины, включает породы, образованные в прибрежно-морских и континентальных обстановках. Частая фациальная изменчивость является типичной для угленосной формации. Основные закономерности изменения условий осадконакопления приведены по разрезам рек Кожым и Воркута и скв. «Неченская-408». В основу литолого-фациальных построений кунгурских (P_1k) и казанско-татарских ($P_{2-3}kz-t$) отложений на исследуемой территории положена работа А. В. Македонова (История..., 1965). Для P_1k -времени выделяется ряд зон, характе-

ризирующих смену прибрежно-морских (лагунных, баровых) и континентальных (озерно-болотных) отложений и их переходом на запад в зону мелководного моря с преобладанием лагунных обстановок. В кунгурский век на севере впадины лагунные условия неоднократно сменялись на озерно-болотные, в центральной части происходило чередование лагунно-баровых и болотных условий, а на юге — мористо-лагунных и дельтовых. Для $P_{2-3}kz-t$ времени также закономерна смена литолого-фациальных зон, характеризующих переход от пресноводно-лагунных и дельтово-баровых к озерно-болотным и аллювиальным обстановкам. Происходит изменение условий осадконакопления от лагунно-дельтовых (на севере) и лагунно-баровых (на юге) к озерно-болотным. В центральной части Косью-Роговской впадины опресненно-лагунные условия вверх по разрезу сменяются озерно-болотными и озерно-аллювиальными. На западе повсеместно распространена зона опресненных лагун и прибрежно-морского мелководья с увеличением баровых комплексов (История..., 1965). Смена условий осадконакопления приводит к изменению состава ОВ углей и пород.

Глава 4. Методы исследования органического вещества

Для решения поставленных задач применялся устоявшийся в настоящее время комплекс углепетрографических и геохимических методов качественной и количественной характеристики ОВ. Для определения типа ОВ и его генерационного потенциала использовался углепетрографический метод (в проходящем, отраженном и УФ-свете) и результаты пиролитических исследований по методу Rock-Eval. Степень катагенетической преобразованности ОВ определялась на основании измерения отражательной способности витринита (R_o , %) и пиролитического анализа (T_{max} , °C), а также дополнялась данными газовой хроматографии (ГХ). Последние также служили геохимической характеристикой выделенных типов ОВ. Для выявления латеральной закономерности изменения типов распределения битумоидов проводился анализ данных по ряду геохимических параметров: содержанию органического углерода ($C_{орг}$), выходу спирто-бензольного (СББ) и хлороформного битумоидов (ХБА), их типу по люминесцентной характеристике (масла, смолы и пр.), коэффициентам битуминозности ($\beta_{x\delta}$) и данным ГХ. Аналитические работы выполнены в основном в Институте геологии Коми НЦ УрО РАН (г. Сыктывкар), а также во ВНИГНИ и на кафедре геологии и геохимии горючих ископаемых геологического факультета МГУ (г. Москва).

Глава 5. Классификация микрокомпонентов и углепетрографический состав органического вещества

5.1. Классификация микрокомпонентов органического вещества

На основе классификации международного комитета по углепетрографии (ИССР) выделяются три группы: витринит, инертинит и липтинит

(International..., 2009). В изученных породах были определены следующие микрокомпоненты: в группе витринита (Vt) — телинит, коллотелинит, витродетринит, колодетринит, корпогелинит и гелинит; в группе инертинита (It) — семифюзинит, фюзинит, инертодетринит, микринит, макринит, секретинит и фунгинит; в группе липтинита (Lt) — кутинит, споринит, резинит, суберинит, альгинит и битуминит.

5.2. Углететрографический состав органического вещества изученных объектов

В рамках работы было проведено углететрографическое исследование компонентов ОВ в углях и породах по 20 разрезам пермских угленосных отложений в пределах Косью-Роговской, Кортаихинской, Большесынинской и Хорейверской впадин, гряды Чернышева и Варандей-Адзвинской структурной зоны. Проанализировано 630 образцов в проходящем, отраженном и УФ-свете. В углях P₁k-возраста преобладают компоненты группы Vt (рис. 1 а), а в ОВ пород — компоненты группы It (рис. 1б). В углях и

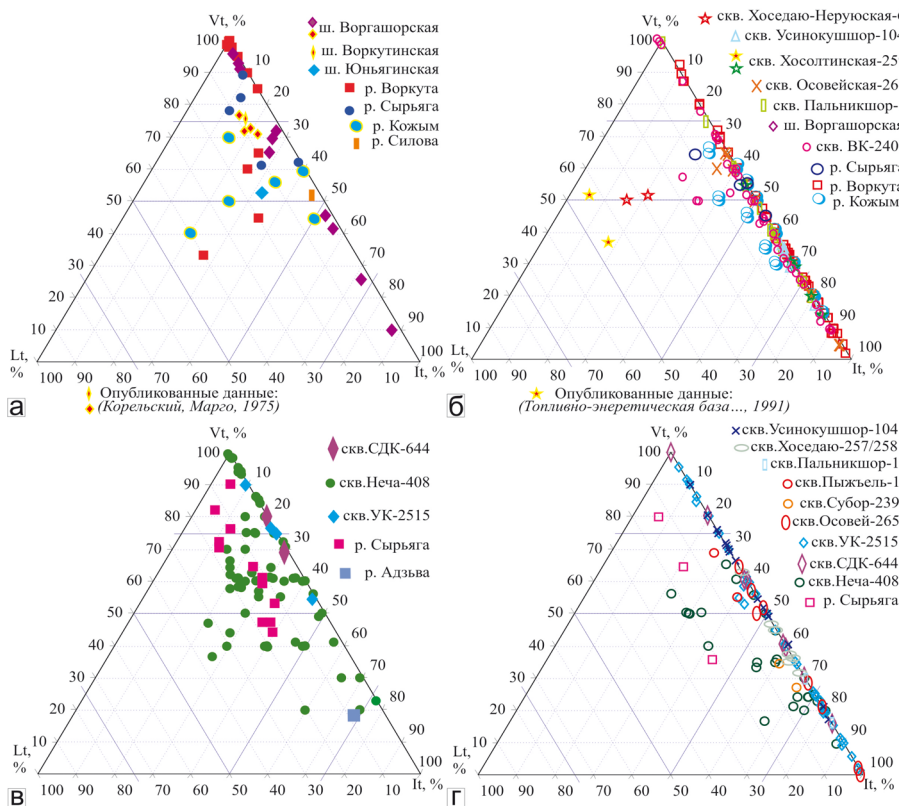


Рис. 1. Компонентный состав органического вещества: а — углей P₁k, б — в породах P₁k, в — углей P₂₋₃kz-t, г — в породах P₂₋₃kz-t

породах P_1k -возраста встречаются повышенные (до 40 %) содержания компонентов группы Lt , в том числе и альгинит (рис. 1 а, б). В углях $P_{2-3}kz-t$ -возраста (рис. 1 в) преобладают компоненты группы Vt , а в породах — компоненты групп Vt и It (рис. 1 г). Содержание компонентов группы Lt в углях (рис. 1 в) и ОВ пород (рис. 1 г) $P_{2-3}kz-t$ -возраста достигает 37 % и 20 % соответственно.

Глава 6. Типы органического вещества и генерационный потенциал кунгурских отложений

При рассмотрении вопроса перспектив нефтегазоносности отложений важное значение имеет характеристика ОВ материнских пород, его содержания, компонентного состава и степени преобразованности. Для анализа состава ОВ P_1k -отложений было изучено 16 разрезов, а также опубликованные материалы. Витринитовые компоненты характерны для всех рассмотренных разрезов и фациальных зон. Широко распространены породы, сформированные в условиях баровых, дельтовых и прибрежно-морских обстановок, в которых накапливалось значительное количество инертинита в составе ОВ. Локально распространены озерно-болотные, прибрежно-равнинные и лагунные отложения, в которых накапливалось повышенное содержание липтинита в составе ОВ (рис. 2).

Распределение геохимических показателей по 11 разрезам неравномерное и закономерно изменяется. Максимальное содержание ОВ ($C_{орг}$, ХБА) в нефтегазоматеринских породах (НГМП) связано с углисто-глинистыми разностями. Повышенная битуминозность встречается также в песчаниках (аллохтонные битумоиды) на Среднекочмесской, Коротаихинской, Осоевской, Хоседаюской и других площадях.

В основу схемы катагенетической зональности P_1k была положена опубликованная схема (Органическая геохимия..., 2004), которая свидетельствует, что на большей части территории Косью-Роговской впадины катагенез ОВ кунгурских отложений находится на уровне градаций $МК_1$ — $МК_2$, увеличение степени зрелости происходит в северо-восточном направлении до уровня градаций $АК_{1-2}$ в пределах Коротаихинской впадины.

Для выявления зонального характера изменения состава битумоидов был проведен анализ (240 результатов) следующих параметров: содержания $C_{орг}$, ХБА, СББ в породах, типов битумоидов (легкие, маслянистые, смолисто-асфальтеновые компоненты), коэффициента битуминозности, характера распределения n -алканов и изопреноидов (55 результатов) и степени катагенетической зрелости ОВ. На основании всех этих факторов выделялись зоны с преобладанием различных типов распределения битумоидов (рис. 3): I — преимущественного распространения остаточных и суперостаточных (значительно остаточных) автохтонных и реже паравтохтонных битумоидов (Коротаихинская, Большесынинская и участки восточного борта Косью-Роговской впадины); II — преимущественно автохтонных битумоидов

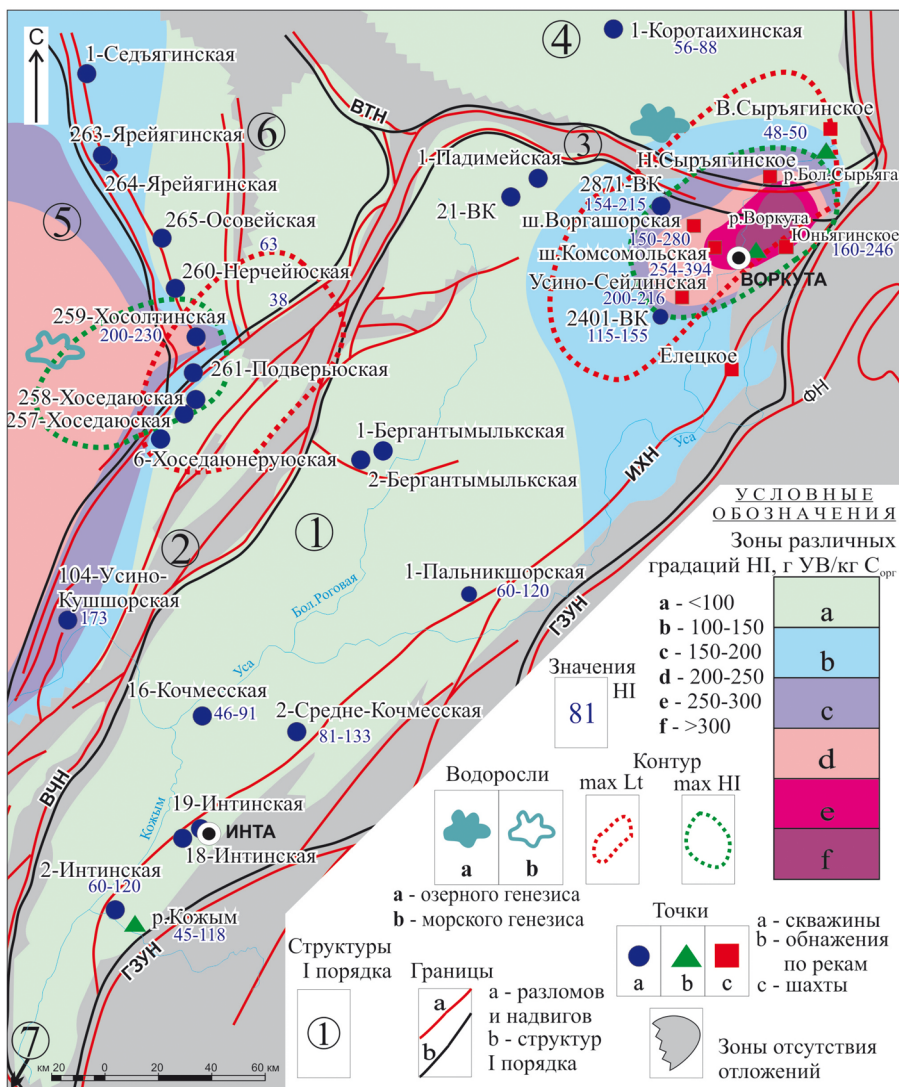


Рис. 2. Углеводородный потенциал ОБ кунгурских отложений.

Структуры I порядка: 1 — Косью-Роговская впадина; 2 — Гряда Чернышева; 3 — Поднятия Чернова; 4 — Кортаихинская впадина; 5 — Хорейверская впадина; 6 — Варандей-Адзьвинская структурная зона; 7 — Большесынинская впадина; надвиги: ИХН — Интинско-Хановейский, ГЗУН — Главный Западно-Уральский, ФН — Фронтальный, ВТН — Вашуткино-Талотинский, ВЧН — Восточно-Чернышевский

главной зоны нефтеобразования (ГЗН) (основная часть Косью-Роговской впадины и юг гряды Чернышева); III — «незрелых» автохтонных битумоидов со значительным присутствием аллохтонных компонентов (гряда Чернышева и прилегающие с запада территории). Проведенные исследования показали, что в составе битумоидов P_1k присутствуют как продуценты сапропелевого генезиса, так и существенная гумусовая составляющая, характерная преимущественно для углисто-глинистых пород центральной и восточной зон Косью-Роговской впадины. Миграционные битумоиды встре-

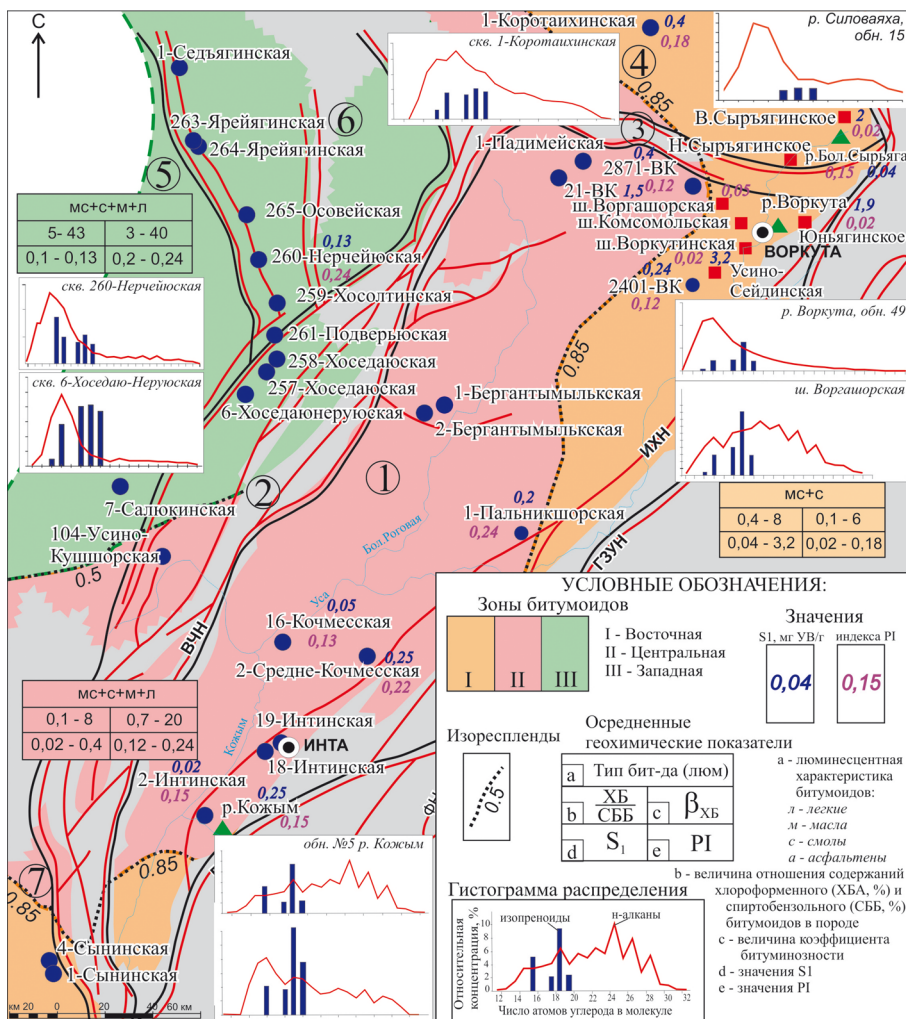


Рис. 3. Зональная схема типов распределения битумоидов в породах P_1k .
Остальные условные см. на рис. 2

чаются повсеместно, и их доля возрастает на прилегающих с запада к Косью-Роговской впадине платформенных областях, где катагенез ОВ отвечает подстадии ПК.

Пиролитические исследования (86 результатов) показали, что значения водородного индекса (НИ) изменяются от 30 до 400 мг УВ/г $C_{орг}$, наиболее высокие характерны для двух областей. В целом НГМП P_{1k} обладают газонефтяным остаточным потенциалом ОВ. Зоны развития пород, обладающих нефтяным генерационным потенциалом, распространены локально на северо-востоке Косью-Роговской и востоке Коротаихинской впадин (рис. 2), в районе гряды Чернышева и прилегающих областях Хорейверской впадины, где в составе ОВ в большом количестве присутствуют водорослевые компоненты (рис. 2, Lt_{max}).

Глава 7. Типы органического вещества и генерационный потенциал казанско-татарских отложений

Распространение типов ОВ по площади распространения $P_{2-3}kz-t$ -отложений также неравномерное и зависит от условий осадконакопления. В составе ОВ преобладают гелифицированные компоненты группы витринита. Отличительной чертой ОВ $P_{2-3}kz-t$ является преобладание гумусового типа ОВ с Lt -компонентами континентального генезиса (споринит, кутинит, резинит, липтодетринит), наиболее распространенного в породах озерно-болотных и озерно-аллювиальных фаций. Максимальное содержание Lt отмечается локально в Коротаихинской и на северо-востоке Косью-Роговской впадин, а также в зоне сочленения последней с грядой Чернышева (рис. 4). Рассмотренные закономерности геохимических параметров по семи разрезам отражают неравномерность их распределения и закономерную приуроченность повышенных концентраций ($C_{орг}$, ХБА) к определенным типам пород — углистым аргиллитам и углям. В песчаниках на Осоевской, Нерчейюской, Коротаихинской и других площадях отмечаются повышенные значения коэффициента битуминозности.

Для выявления латерального изменения преобразованности ОВ в $P_{2-3}kz-t$ -отложениях на основе проведенных измерений R_o была построена схема, показывающая, что катагенез ОВ казанско-татарских отложений на территории Косью-Роговской впадины находится на уровне градаций $ПК_3$ — $МК_1$. Нарастание степени зрелости происходило в северо-восточном направлении до уровня градации $МК_3$ в пределах Коротаихинской впадины.

Анализ 200 результатов химико-битуминологических исследований позволил выявить зоны с преобладанием различных типов распределения битумоидов: I — смешанных, автохтонных, в том числе зрелых остаточных и аллохтонных битумоидов (Коротаихинская и Большесынинская впадины); II — преимущественно автохтонных начала ГЗН (центр Косью-Роговской впадины); III — смешанных «незрелых» автохтонных и частично ал-

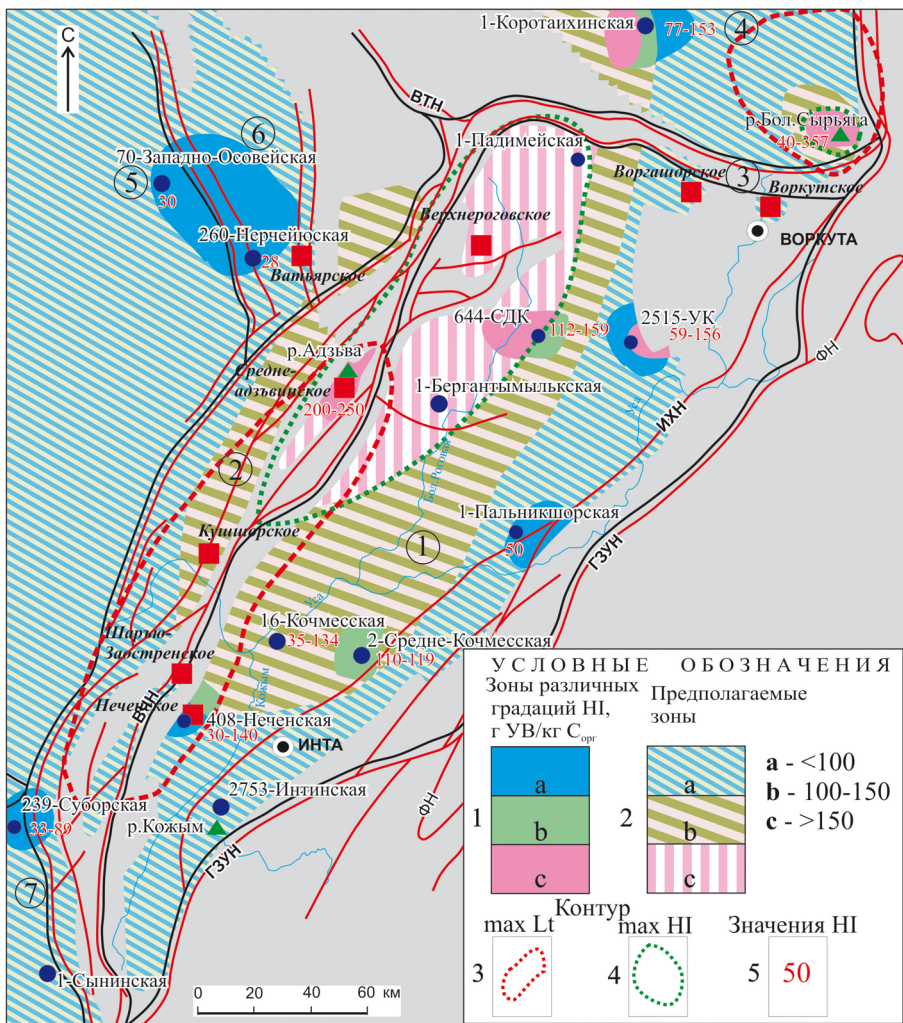


Рис. 4. Углеводородный потенциал ОБ казанско-татарских отложений.
Остальные условные см. на рис. 2

лохтонных битумоидов (юг и север Косью-Роговской впадины и прилегающие с запада районы). Смешанные битумоиды с различной долей миграционных компонентов характерны для большинства изученных разрезов (рис. 5), их содержание повышено на прилегающих с запада к Косью-Роговской впадине платформенных областях.

Пиролитические исследования (44 результата) НГМП P₂₋₃kz-t-возраста характеризуются широким разбросом значений НИ — от 30 до 357 мг УВ/г

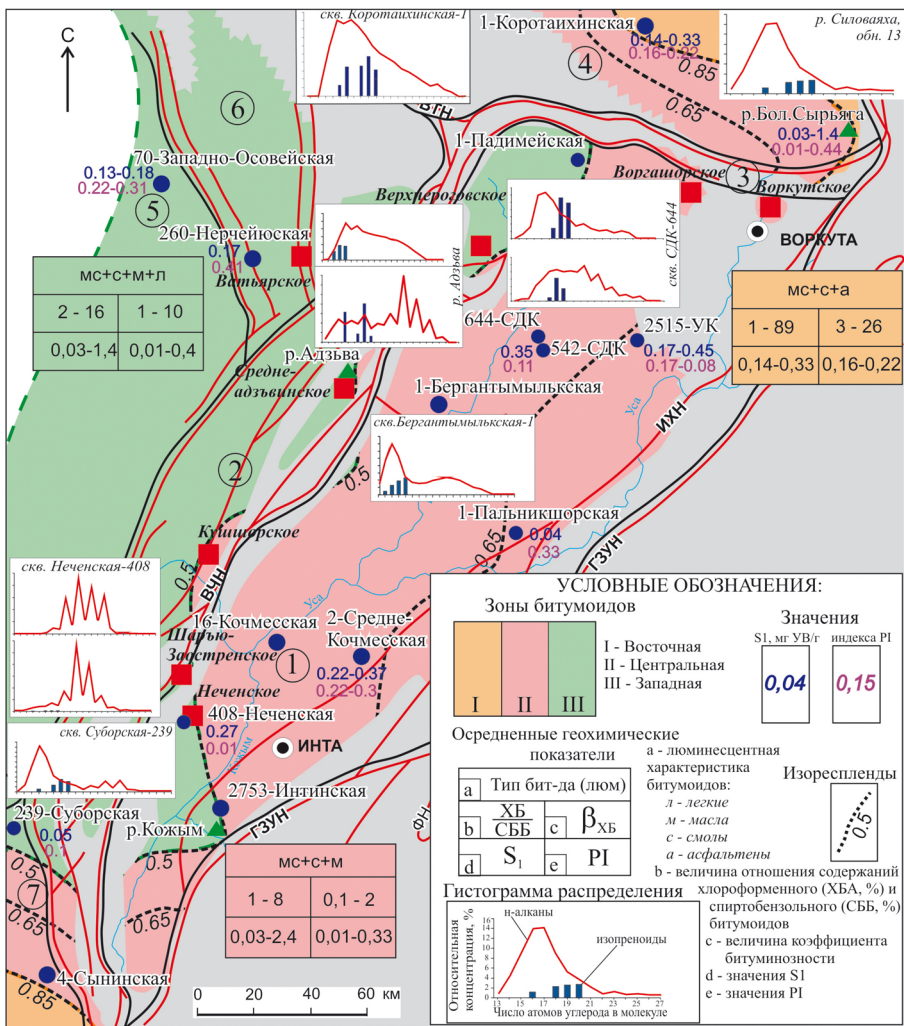


Рис. 5. Зональная схема типов распределения битумоидов в породах $P_{2-3}kz-t$.
Остальные условия см. на рис. 2

$S_{орг}$, максимальные из которых встречаются локально. В $P_{2-3}kz-t$ -отложениях выявлен низкий и преимущественно газовый генерационный потенциал $ОВ (> 150 \text{ мг УВ/г } S_{орг})$. Зоны развития пород, обладающих более высоким УВ-потенциалом $ОВ$, имеют локальное распространение в районах сочленения гряды Чернышева с Косью-Роговской впадиной и на юго-востоке Кортаихинской впадины, где встречены повышенные содержания континентального липтинита (рис. 4, Lt_{max}).

Глава 8. Оценка генерации углеводородов и их фазового состава

Формирование скоплений УВ, тем более промышленной нефтегазоносности, обусловлено рядом геохимических факторов (содержание ОВ, его генетический тип и степень катагенетической преобразованности). Эмиграция УВ в количестве, достаточном для формирования скоплений, возможна в НГМ-формациях с определенным уровнем содержания $C_{орг}$. По содержанию $C_{орг}$ в кунгурских отложениях Косью-Роговской впадины выделены зоны: 0,5—1, 1—3, > 3 % (Органическая геохимия..., 2004), контуры которых ограничивают районы низкой, средней и высокой генерационной продуктивности (рис. 6). В зависимости от катагенетической зрелости они подразделяются на подзоны УВ различного фазового состава: а — газоконденсата и газа, б — газоконденсата и легких нефтей, с — автохтонных нефтяных УВ, d — аллохтонных нефтяных УВ (тяжелых — зоны 2, 3). Каждая из подзон подтверждается прямыми признаками нефтеносности (нефте- и битумопроявлениями, притоками).

При оценке генерационных способностей комплекса важен ряд обязательных условий: содержание ОВ, его тип и достаточный уровень катагенеза, что наблюдается в кунгурских отложениях Воркутского района Косью-Роговской впадины (рис. 6).

На основании полученных геохимических данных автором были проведены расчеты плотностей эмиграции жидких и газообразных УВ для Воркутского района. Подсчет производился по опубликованным формулам (Органическая геохимия..., 2008). Расчетные параметры применялись из соотношения доли сапропелевого и гумусового ОВ (сапропелитов — 20, гумитов — 80 %) и с учетом уровня катагенетической зрелости ($МК_3$). Полученные плотности эмиграции нефтяных УВ ($Q_{нефти}$) находятся в пределах от 573 до 2689 тыс. т/км², а газовых ($Q_{газа}$) — в пределах от 449 до 2106 млн м³/км², максимальные из которых характерны для Воркутской и Воргашорской площадей.

Возможность генерации УВ, в том числе и жидких, подтверждается высокими значениями HI (> 250 мг УВ/г $C_{орг}$) и содержаниями битумоида (ХБА) до 1 % в породах. Оценка генерации жидких УВ проводилась по Воркутскому району для всех углей. Для расчетов применялись исходные данные $C_{орг}$ и $\beta_{хб}$ по проведенным геохимическим исследованиям. Угли P_1k в Воркутском районе в сумме могли генерировать порядка 1298,2 тыс. т/км², а НГМП — 576,97 тыс. т/км², что в целом составляет порядка 2,1 млн т/км². Таким образом, углисто-глинистые породы Воркутского очага могли генерировать значительное количество не только газовых, но и нефтяных УВ, большая часть которых относится к углям.

В породах $P_{2-3}kz$ -t-возраста в зависимости от содержания ОВ на изучаемой территории выделены зоны высокой, средней и низкой генерационной продуктивности.

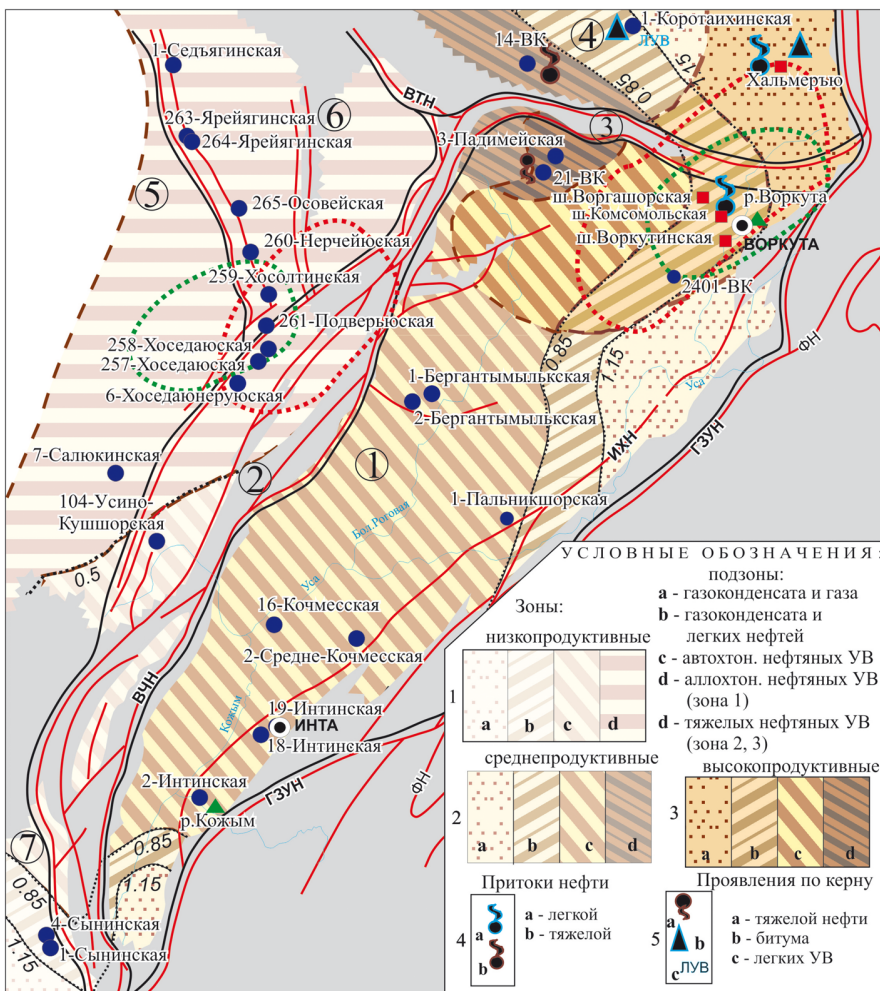


Рис. 6. Схема генерационной продуктивности кунгурских отложений Косью-Роговской впадины и прилегающих территорий.
Остальные условные см. на рис. 2-3

В зависимости от степени зрелости ОБ были выделены подзоны генерации газа и газоконденсата, газа и автохтонных нефтяных УВ и проявлений аллохтонных нефтяных УВ. Однако на большей части территории Косью-Роговской впадины ОБ $P_{2-3}kz-t$ -отложений является «малозрелым» (МК₁), а бóльшая преобразованность ОБ характерна для Коротаихинской впадины. В связи с этим расчеты плотностей генерации и эмиграции, аналогичные P_1k -комплексу, не проводились.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам углепетрографических исследований углей и ОВ пород установлено, что в кунгурских и казанско-татарских отложениях повсеместно распространены компоненты групп витринита и инертинита. Значительные содержания липтинита, в том числе водорослевого (озерного и морского) типа, выявлены локально в отложениях озерно-болотного генезиса на северо-востоке Косью-Роговской впадины и отложениях прибрежных равнин и лагун в прилегающих областях Хорейверской впадины. В казанско-татарских отложениях преобладает гумусовое ОВ с липтинитовыми компонентами континентального генезиса (споринит, кутинит, резинит, липтодетринит), наиболее распространенного в породах озерно-болотных и озерно-аллювиальных фаций районов сочленения Косью-Роговской впадины с грядой Чернышева и на юго-востоке Коротаихинской впадины.

В отложениях кунгурского возраста выявлен газонефтяной остаточный генерационный потенциал ОВ. Зоны развития пород, обладающих нефтяным генерационным потенциалом, распространены локально на северо-востоке Косью-Роговской и прилегающих областях Хорейверской впадин. В отложениях казанско-татарского возраста выявлен низкий и преимущественно газовый генерационный потенциал. Зоны развития пород, обладающих повышенным УВ-потенциалом ОВ, имеют локальное распространение в районах сочленения гряды Чернышева и Косью-Роговской впадины и на юго-востоке Коротаихинской впадины.

Построены схемы катагенеза ОВ по подошве казанско-татарских и кунгурских отложений. На большей части территории Косью-Роговской впадины катагенез ОВ кунгурских отложений находится на уровне градаций МК₁ — МК₂, а казанско-татарских отложений — на уровне градаций ПК₃ — МК₁.

В составе автохтонных битумоидов казанско-татарских отложений доминируют продуценты высшей растительности, а в кунгурских наряду с высшей присутствует и низшая растительность. Миграционные (смешанные) битумоиды встречаются повсеместно, и их доля возрастает на прилегающих с запада к Косью-Роговской впадине платформенных областях, где катагенез ОВ отвечает подстадии ПК.

Установлено, что на территории Косью-Роговской впадины только кунгурские отложения Воркутского района характеризуются рядом необходимых условий для генерации УВ. Проведенные расчеты показали, что суммарная генерация жидких УВ из углей и НГМП Воркутского района достигает 2 млн т/км², что свидетельствует о возможности генерации жидких УВ наряду с генерацией газа. Все вышеперечисленные параметры позволяют оконтурить очаг генерации не только газовых, но и нефтяных углеводородов, характеризующийся значительной продуктивностью.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

В изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией:

1. **Процько (Котик) О. С.** Исследование состава рассеянного органического вещества петрографическим методом // Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН. 2006. № 8. С. 6—10.

2. **Процько (Котик) О. С.**, Валяева О. В., Шанина С. Н. Компонентный состав и условия образования органического вещества углей Неченского бурогольного месторождения // Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН. 2009. № 8. С. 15—21.

3. **Процько (Котик) О. С.** Состав рассеянного органического вещества пермских терригенных отложений Косью-Роговской впадины // Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН. 2009. № 3. С. 6—8.

4. **Процько (Котик) О. С.** Условия формирования Неченского угольного пласта (южная часть Печорского бассейна) // Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН. 2011. № 3. С. 7—11.

5. **Процько (Котик) О. С.** Петрографический состав органического вещества пермских терригенных отложений (Косью-Роговская впадина) // Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН. 2012. № 1. С. 14—17.

6. **Процько (Котик) О. С.**, Валяева О. В. Типы органического вещества и генерационный потенциал кунгурских терригенных отложений севера Предуральяского краевого прогиба // Георесурсы. 2014. № 2 (57). С. 51—55.

7. Валяева О. В., **Котик О. С.** Органическое вещество нижнепермских отложений севера Предуральяского прогиба и Урала // Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН. 2015. № 11. С. 30—37.

8. **Котик О. С.** Геохимия органического вещества кунгурских отложений севера Предуральяского прогиба // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2015. Т. 10. № 2. URL: http://www.ngtp.ru/rub/1/18_2015.pdf. DOI:http://dx.doi.org/10.17353/2070-5379/18_2015.

9. **Котик О. С.** Геохимия органического вещества казанско-татарских отложений севера Предуральяского краевого прогиба // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2016. Т. 11. № 1. URL: http://www.ngtp.ru/rub/1/9_2016.pdf. DOI:http://dx.doi.org/10.17353/2070-5379/9_2016.

10. **Котик И. С.**, **Котик О. С.**, Валяева О. В. Геохимия органического вещества пермских отложений северо-востока Коротаихинской впадины // Георесурсы. 2016. Т. 18. № 2. С. 114—119. DOI: 10.18599/grs.18.2.8.

11. **Котик О. С.** Органическое вещество, катагенетическая преобразованность и генерационный потенциал казанско-татарских отложений севера Предуральяского прогиба // Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН. 2016. № 11. С. 3—9.

В сборниках трудов и материалах конференций и совещаний:

12. Инкина Н. С., **Процько (Котик) О. С.** Вмещающие породы Неченского бурогольного месторождения Печорского угленосного бассейна // Ин-

новационные направления изучения, оценки и эффективного использования твердых горючих ископаемых: Материалы XIII Всерос. угольн. совещ. Ростов н/Д, 2014. С. 193—196.

13. Котик И. С., Котик О. С. Катагенез органического вещества пермских отложений северо-востока Коротаихинской впадины // Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента: Материалы 24-й науч. конф. Сыктывкар: Геопринт, 2015. С. 100—102.

14. Котик О. С., Котик И. С. Углетрография и геохимия органического вещества отложений силовской свиты р. Сырьяга (юго-восток Коротаихинской впадины) // Материалы IV Всерос. молодеж. геолог. конф. Уфа, 2016. С. 281—283.

15. Котик О. С. Геохимия и углетрография органического вещества лекворкутской свиты севера Печорского угольного бассейна // Трофимовские чтения — 2015: Труды всерос. молодеж. науч. конф. с участием иностр. ученых. Новосибирск, 2015. С. 136—138.

16. Котик О. С. Многокомпонентное органическое вещество и его роль в формировании углеводородного потенциала кунгурского угленосного комплекса // Новые идеи в геологии нефти и газа — 2015: Материалы междунар. науч.-практ. конф. Москва: МГУ, 2015. С. 233—235.

17. Котик О. С. Генерационный потенциал органического вещества казанско-татарских отложений севера Предуральского прогиба // Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента: Материалы 25-й науч. конф. Сыктывкар: Геопринт, 2016. С. 91—93.

18. Процько (Котик) О. С. Органическое вещество пермских терригенных отложений севера Предуральского краевого прогиба // Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента: Материалы 21-й науч. конф. Сыктывкар: Геопринт, 2012. С. 190—192.

19. Процько (Котик) О. С. Включения фунгинита и секретинита в углях Неченского месторождения // Пермская система: стратиграфия, палеонтология, палеогеография, геодинамика и минеральные ресурсы: Материалы междунар. конф. Пермь, 2011. С. 286—289.

20. Процько (Котик) О. С. Состав углей лекворкутской свиты нижней перми и условия их образования // Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента: Материалы 23-й науч. конф. Сыктывкар: Геопринт, 2014. С. 110—113.

21. Процько (Котик) О. С., Инкина Н. С. Состав, условия образования и качество углей Неченского месторождения Печорского бассейна // Инновационные направления изучения, оценки и эффективного использования твердых горючих ископаемых: Материалы XIII Всерос. угольн. совещ. Ростов н/Д, 2014. С. 133—135.

22. Процько (Котик) О. С., Анищенко Л. А., Валяева О. В. Битуминологическая характеристика и перспективы нефтегазоносности кунгурских

отложений севера Предуральского краевого прогиба // Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента: Материалы 22-й науч. конф. Сыктывкар: Геопринт, 2013. С. 156—159.

23. **Процько (Котик) О. С.**, Валяева О. В. Углеводородный потенциал пермских терригенных отложений севера Предуральского краевого прогиба // Геология и минеральные ресурсы Европейского Северо-Востока России: Материалы XV Геол. съезда Республики Коми, Сыктывкар, 2014. Т. III. С. 88—90.

24. **Процько (Котик) О. С.** Микрокомпоненты органического вещества и особенности их классификации // Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента: Материалы 19-й науч. конф. Сыктывкар: Геопринт, 2010. С. 144—148.

25. **Процько (Котик) О. С.** Компонентный состав органического вещества в отложениях верхней перми // Трофимуковские чтения — 2011: Труды всерос. молодеж. науч. конф. с участием иностр. ученых. Новосибирск, 2011. С. 241—244.

26. **Процько (Котик) О. С.** Рассеянное органическое вещество пермских терригенных отложений Косью-Роговской впадины // I Всерос. науч.-практ. конф. мол. ученых и спец., посвященная памяти акад. А. П. Карпинского: Тезисы докладов. СПб: ВСЕГЕИ, 2009. С. 452—454.

27. **Процько (Котик) О. С.**, Анищенко Л. А., Валяева О. В. Битуминологическая характеристика верхнепермских отложений севера Предуральского краевого прогиба // Науки о земле. Современное состояние: Материалы II Всерос. молодеж. науч.-практ. школы-конф. / Геолог. полигон «Шира», Респ. Хакасия, Россия. Новосибирск: РИЦ НГУ, 2014. С. 123—124.

28. **Процько (Котик) О. С.** Гумусовое органическое вещество пермских угленосных отложений Неченского бурогольного месторождения // Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента: Материалы 18-й науч. конф. Сыктывкар: Геопринт, 2009. С. 128—131.

29. **Процько (Котик) О. С.** Компонентный состав рассеянного органического вещества лекворкутской свиты Воркутинского угленосного района // Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента: Материалы 17-й науч. конф. Сыктывкар, 2008. С. 209—210.

30. **Процько (Котик) О. С.** Фациальный анализ углей Неченского месторождения (Печорский бассейн) // 4-е Яншинские чтения: Современные вопросы геологии: Материалы молодеж. конф. Москва, 2011. С. 157—162.

31. **Процько (Котик) О. С.** Грибковые образования в углях (Неченское бурогольное месторождение) // Материалы III Рос. совещ. по орган. минер. (с междунар. участием). Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2009. С. 91—92.

32. **Процько (Котик) О. С.**, Анищенко Л. А. Распределение инертинита в различных толщах перми Тимано-Печорского бассейна // Типы седимен-

тогенеза и литогенеза и их эволюция в истории Земли: Материалы V Всероссий. литол. совещ. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2008. Т. II. С. 189—191.

33. **Процько (Котик) О. С.**, Суворова Н. С. Верхнепермские отложения Неченского месторождения (на примере разреза обн. 463, руч. Угольный) // Материалы III Рос. совещ. по орган. минер. (с междунар. участием). Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2009. С. 132—134.

Другие публикации:

34. **Процько (Котик) О. С.** Изменение компонентного состава органического вещества в отложениях верхней перми // Геология и геохимия горючих ископаемых Европейского Севера России. Сыктывкар, 2011. С. 122—128. (Тр. Ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН. Вып.128).