

АННОТАЦИЯ

Диссертация на соискание степени доктора философии PhD по образовательной программе 8D07201 – «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых»

Ибрагимовой Дианы Андреевны

ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ-ПРИМЕСЕЙ В УГЛЯХ И ГЛИНИСТЫХ ПОРОДАХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЮРСКОГО ПЕРИОДА КАЗАХСТАНА

Актуальность работы. Угольная промышленность является одной из важнейших ресурсных отраслей Республики Казахстан. По запасам угля Казахстан входит в десятку стран-лидеров. Согласно Концепции развития топливно-энергетического комплекса Республики Казахстан до 2030 года и переходу к «зеленой экономике» расширение масштабов применения угля должно дать мощный толчок к исследованиям и разработке экологически чистых технологий добычи и сжигания угля, а также его переработки. В последние годы в связи с постоянным ростом цен на нефть, сокращением ее запасов, высокими затратами на разведку новых месторождений во многих странах мира продолжают интенсивно проводиться работы по совершенствованию и улучшению показателей отдельных стадий процессов глубокой переработки угля. Это предполагает рассмотрение углей как потенциального источника редких, ценных и благородных металлов.

В настоящее время в мире угольные месторождения уже рассматриваются, как источники большой группы редких элементов и благородных металлов (Seredin Shpirt, 1995; Hower, 1999; Арбузов, Ершов 2007; Арбузов, 2006; Dai et al. 2006, 2008, 2010a, 2010b, 2012, 2016; Wang, 2008, 2009; Sun et al. 2010; Середин 2004, 2012; Eskenazy, Stefanova, 2007 и др). В некоторых странах (США, Китай, Россия и др.) частично оценен редкометалльный потенциал угля, данные металлы содержатся в органическом веществе, где отходы использования угля могут содержать повышенные концентрации элементов-примесей, в отдельных случаях концентрация достигает промышленной.

В многочисленных работах зарубежных ученых представлены данные, об элементах-примесях, содержащихся в угле и золе углей, которые достигают промышленных значений (Юровский, 1968; Леонов и др., 1988; Юдович, 2006; Арбузов 2008, 2014, 2019, 2021, 2022; Dai et al. 2010, 2014, 2019, 2021; Hower 2015, 2016). Особенно данная тема актуальна для стран с высоким уровнем угледобычи и большими ресурсами угля, такими как Китая, Россия, США, Австралия и другие. Наиболее хорошо изучена германиеносность бурогоугольных месторождений, так как в настоящее время из углей попутно извлекают только германий. Месторождения подобного

типа разрабатываются в Китае и на территории России в Приморском крае. В Китае также извлекаются в промышленных масштабах Li и Ga (Dai et al., 2015, Finkelman, 2018). Редкоземельные элементы играют важную роль в экономике различных стран, в частности в быстроразвивающихся инновационных отраслях промышленности (Самсонов Н.Ю., 2014; Кондратьев В.Б., 2017; Gasanov A.A., 2018; Fortier S.M., 2017; Wall S., 2017; Юшина Т.И. и др., 2015).

Для большинства угольных месторождений Казахстана нет достоверных оценок среднего содержания в них элементов-примесей. Данным объектам посвящены фундаментальные обобщающие работы последней четверти прошлого века (Кузнецов и др., 1963; Тимофеев и др., 2000), серии методических рекомендаций по оценке попутных компонентов. Эти работы являются основой для аналитического обзора металлоносности углей.

В связи с ростом спроса и масштабов добычи угля возникает необходимость оценки содержания элементов-примесей в углях, золе углей и глинистых породах месторождений юрского возраста Казахстана, что представляет большой интерес с точки зрения получения геологической и генетической информации о накоплении ценных и благородных металлов, механизмов их концентрирования, форм их нахождения.

Юрские месторождения угля в Казахстане являются одними из крупнейших и наиболее значимых обладая невысокой зольностью и неглубоким залеганием. Генетические особенности углей связаны с их происхождением, составом и геологическими процессами, которые происходили во время их формирования.

Идея работы: установление условий накопления угленосных отложений, определение геохимических особенностей углей месторождений юрского периода Казахстана, с целью выявления повышенных концентраций элементов-примесей и определения природы их накопления.

Целью диссертационной работы является изучение закономерностей распределения элементов-примесей, установление условий и природы их накопления в углях и глинистых породах месторождений юрского периода Казахстана.

Задачи исследований:

1. Изучить геодинамическую обстановку формирования углей юрских месторождений Казахстана (Каражыра, Шубарколь и Майкубенский бассейн)
2. Изучить биогеохимическую обстановку юрской угленосной толщи на примере месторождения Шубарколь;
3. Оценить содержание элементов-примесей в углях, выявить закономерности их распределения в угольных пластах и глинистых породах;
4. Изучить влияние наноструктуры углей на формирование в них аномалий редкоземельных металлов;

5. Обосновать природу накопления редких, в том числе редкоземельных элементов в углях и глинистых породах месторождений и изучить формы нахождения элементов-примесей в угле.

Объектами исследования являются юрские угленосные отложения месторождений Каражыра (Восточный Казахстан), Шубарколь и Майкубенский бассейн (Шоптыкольское, Сарыкольское, Талдыкольское) – Центральный Казахстан.

Предмет исследования – элементный и минеральный состав углей и глинистых пород включенных в угли.

Фактический материал и методы исследования. В основу работы положены результаты исследований 107 проб угля и углевмещающих пород месторождения Шубарколь, отобранных сотрудниками кафедры геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета при непосредственном участии автора работы; 20 проб угля и углевмещающих пород отобранных автором на месторождении Каражыра; 20 проб угля отобранных на Майкубенском бассейне (Шоптыкольское); 5 проб угля –Сарыкольское; 5 проб угля –Талдыкольское, а также фондовые материалы геологических отчетов. Для количественного анализа на редкоземельные, благородные и другие элементы использовался современный высокочувствительный нейтронно-активационный анализ (ИНАА) с облучением тепловыми нейтронами на исследовательском ядерном реакторе ИРТ-Т института Ядерной физики в лаборатории ядерно-геохимических методов исследования Томского политехнического университета. Для углей месторождения Шубарколь выполнены аналитические исследования методом ICP AS и ICP MS в научно аналитическом центре Дальневосточного геологического института ДВО РАН, г. Владивосток.

Научная новизна:

1. Установлено, что угленосные отложения месторождений (Каражыра, Шубарколь и Майкубенский бассейн), относятся к единой юрской угленосной осадочной формации, характеризуются близким литологическим составом, зональностью фаций озерного типа, континентальным обликом грубообломочных осадков, сформированы в унаследованных депрессиях и впадинах герцинского платформенного фундамента, представленного метаморфизованными породами палеозоя.

2. Впервые изучена биогеохимическая обстановка углеобразования на месторождении Шубарколь и выделено два типа восстановленности углей (литофациальная и флористическая).

3. Установлены закономерности обогащения элементами-примесями углей месторождений Шубарколь (Sc, V, Co, Y, Zr, Hf, Mo, Ag и отдельными лантаноидами), Каражыра (Sc, Co, Sr, Au) и Майкубенский бассейн (Sc, Co, Sr, REE), важную роль в которых играют породы области сноса основного и кислого составов; повышенные концентрации в глинистых породах, отчасти, согласуются с геохимической специализацией углей изученных месторождений; механизмы формирования РЗЭ в неокисленных углях

является их адсорбция и замещение вакансий в поверхностном нанослое, а также в окисленных углях –водородный механизм концентрирования, что подтверждается выявленными минеральными формами нахождения РЗЭ.

Защищаемые научные положения.

1. Генетические особенности юрских угленосных отложений изученных месторождений связаны с их происхождением, литологическим составом, геологическими и геодинамическими процессами, которые возникли на стадии их формирования.

2. Применение инфракрасной спектроскопии диффузного отражения с Фурье-преобразованием (DRIFTS) с обработкой ИК-спектра программой СКАУФВ для определения в углях пластов структурно-генетических показателей совместно с геохимическим анализом позволило впервые изучить биогеохимическую обстановку углеобразования на месторождении Шубарколь.

3. Накопление аномальных концентраций элементов-примесей обусловленные в основном особенностями пород основного и кислого составов области сноса месторождений. Угли и глинистые породы месторождений юрского возраста обогащены большой группой ценных, редких и благородных элементов-примесей (Sc, Co, Zr, Hf, Au, Sr и REE). Сравнительный анализ формирования толщины поверхностного слоя и поверхностной энергии юрских углей месторождений свидетельствующие о том, что механизмом накопления повышенных концентраций РЗЭ и урана является их адсорбция и замещение вакансий в поверхностном нанослое, образованных при релаксации и реконструкции монослоев углей.

Практическая значимость.

Знание генетической и геохимической специализации углей юрского возраста является основой для организации прогнозно-поисковых работ, как в пределах угленосных отложений, так и в структурах их обрамления.

Оценка накопления элементов-примесей обусловлена возможностью использования углей не только как энергетическое топливо, но и как источник альтернативного производства полукоксов и среднетемпературных коксов.

Результаты исследований внедрены в производство ТОО «Азимут Геология» и АО «Шубарколь Премиум», также в учебный процесс, при проведении лекционных и практических занятий, на кафедре «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых», НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова».

Конечным результатом исследований являются установленная биогеохимическая обстановка угленосных отложений месторождения Шубарколь, которая показывает смену палеоклиматических условий на стадии седиментации; закономерности распределения элементов-примесей в угле и глинистых породах месторождений юрского возраста Восточного (Каражыра) и Центрального (Шубарколь и Майкубенский бассейн)

Казахстана; природа накопления повышенных концентраций элементов-примесей в углях и формы нахождения РЗЭ в углях.

Личный вклад автора, состоял в сборе, обработке, систематизации, обобщении и интерпретации фактического и фондового материалов; проведении полевых работ с отбором проб для аналитических исследований элементов-примесей; проведении лабораторных исследований на сканирующем электронном микроскопе для выявления минеральных форм нахождения РЗЭ; обосновании актуальности научно-исследовательской работы; изучении геохимических особенностей распределения редких и ценных металлов; установлении закономерностей распределения элементов-примесей в угле и глинистых породах и обосновании природы их накопления.

Апробация работы и публикации. Основные положения диссертационной работы докладывались на:

- семинаре кафедры «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых» НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова»;

- на кафедре «Геоэкология и геохимия» в МИНОЦ «Урановая геология» Томского политехнического университета;

- на международных конференциях: Scientific Collection with the Proceedings of the 3rd International Scientific and Practical Conference «Recent Scientific Investigation», Oslo, 2021;

- на 25-м международном научном симпозиуме студентов и молодых ученых имени академика М.А.Усова «Проблемы геологии и освоения недр», Томск, 2021;

- 17th International Forum-Contest of Students and Young Researchers “Topical Issues of Rational Use of Natural Resources”, Saint-Petersburg, 2021;

- на 7-й Международной научно-практической конференций «НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ: ВЫЗОВЫ XXI века, Нур-Султан, 2020;

- на международной научно-практической конференции «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации» (Сагиновские чтения №13), посвященной 30-летию независимости Республики Казахстан, Караганда, 2022.

Пройдена научная стажировка в период с 22 мая по 06 июня 2022 года на кафедре «Геоэкология и геохимия» в МИНОЦ «Урановая геология» Томского политехнического университета, за время которой были проведены анализы исследования элементов-примесей в угле, изучены минеральные формы нахождения и получена консультация по теме диссертации от д.г.-м.н., профессора Арбузова С.И.

Основные положения диссертационной работы опубликованы в 14 научных трудах, 2 из которых в изданиях, рекомендованных Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования Республики Казахстан; 5 – в трудах республиканских и международных конференций; 4 –

статьи входящих в базу Scopus, 2 Евразийских патента на изобретение и 1 патент на изобретение РК.

Структура и объем диссертации: Диссертация изложена на 122 страницах и состоит из введения, трех глав, заключения и списка использованных источников, включающего 146 наименований. Диссертационная работа иллюстрирована 37 рисунками и 23 таблицами.

Благодарности. Автор выражает глубокую признательность научным консультантам: д.т.н., профессору кафедры ГРМПИ Портнову В.С., д.т.н., профессору кафедры ГРМПИ Пак Ю.Н. за помощь в выборе научного направления, помощь в освоении методик расчетов, за научное сопровождение, ценные советы и замечания, а также за поддержку на протяжении всего времени обучения в докторантуре и написании диссертационной работы.

Отдельную благодарность и глубокую признательность автор выражает зарубежному научному консультанту, д.г.-м.н, профессору, перовому заместителю директору по научной работе Дальневосточного геологического института ДВО РАН С.И. Арбузову за помощь в выборе научного направления, помощь в освоении методик расчетов, за ценные рекомендации и научное сопровождение, помощь в организации и проведении аналитических исследований и методическую помощь при выполнении работы, за организацию и помощь при прохождении зарубежной научной стажировки.

Автор благодарит преподавателей и сотрудников кафедры «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых» НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова» на базе, которой были получены рекомендации и написана диссертационная работа, а также Ибрагимова Э.Е. эксперт-геолога АО «Шубарколь Комир» за ценные советы. За содействие в полевых работах и консультации, автор благодарит сотрудников АО «Каражыра ЛТД» и главного геолога Д.А. Исаева, сотрудников ТОО «Майкубен Вест» и главного геолога Л.М. Аполоненко.

Автор выражает благодарность сотрудникам кафедры геоэкология и геохимия НИ ТПУ: за помощь в исследованиях и ценные советы к.г.-м.н. Ильенок С.С.; д.г.-м.н., профессора В.П. Иванова за помощь в организации и проведении аналитических исследований и научной консультации по теме исследований; аналитика с.н.с. А.Ф. Судыко МИНОЦ «Урановая геология» за помощь в проведении лабораторных исследований. Автор выражает благодарность сотрудникам ТОО «Азимут Геология» и АО «Шубарколь Премиум», где были изложены и внедрены результаты исследований.