

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт природных ресурсов
Направление подготовки 05.04.01 Геология
Кафедра геоэкологии и геохимии

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Палеовулканизм - источник редких металлов в углях Изыхского месторождения Минусинского бассейна.

УДК 553.493.5:553.94:551.21:551.8(571.513)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ5А	Вопилов Иван Сергеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Арбузов С.И.	Д.Г.-М.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Шарф И.В.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Кырмакова О.С.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Е.Г. Язиков	Д.Г.-М.Н.		

Томск – 2017 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ООП 05.04.01)

Геология

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
Р1	Выпускник готов применять глубокие базовые и специальные естественнонаучные и профессиональные знания в профессиональной деятельности для решения задач обеспечения минерально-сырьевой базы и рационального природопользования
Р2	Выпускник способен производить подсчет запасов и оценку ресурсов, провести поиск и подбор максимально рентабельных технологий добычи, схем вскрытия руды на месторождениях, осуществлять геологическое сопровождение разработки месторождений нефти и газа. Способен, выполнять моделирование для оценки достоверности запасов и выбора кондиционных параметров, разработать ТЭО кондиций для участков выборочной детализации.
Р3	Выпускник способен осуществлять поиски и разведку месторождений нефти, газа, газового конденсата; организовать и провести сбор, анализ и обобщение фондовых геологических, геохимических, геофизических и других данных, разрабатывать прогнозно-поисковые модели различных геолого-промышленных типов месторождений, формулировать задачи геологических и разведочных работ.
Р4	Может совершенствовать существующие и разрабатывать новые методы и методики исследования вещества, проведения ГРП, технико-технологические решения, вести поиск новых технологий добычи и переработки руд и углеводородного сырья. Может самостоятельно выполнять лабораторные и экспериментальные геолого-геофизические и минералого-геохимические исследования с использованием современных компьютерных технологий.
<i>Общекультурные компетенции</i>	
Р5	Обладает высоким уровнем стремления показать высокие результаты, готовностью взять на себя дополнительную ответственность Проявляет оптимизм. Задумывается о том, что выходит за рамки ситуации и др.
Р6	Способен отказаться от традиционных подходов, генерировать новые идеи и подходы. Способен найти новые возможности развития в неопределенных ситуациях и др.
Р7	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.
Р8	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональном коллективе, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной деятельности в геологоразведочной сфере.
Р9	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт природных ресурсов
Направление подготовки геология месторождений стратегических металлов
Кафедра геоэкологии и геохимии

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой
_____ Е.Г. Язиков
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
2ЛМ5А	Вопилову Ивану Сергеевичу

Тема работы:

Палеовулканизм - источник редких металлов в углях Изыхского месторождения Минусинского бассейна.	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	От 9.03.2017 г, №1555/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Объектом изучения являются тонштейны и вмещающие их угли Изыхского месторождения Минусинского угольного бассейна.
--	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Общие сведения о геохимии углей; основные черты геологического строения района; геохимические особенности элементов примесей в углях Изыхского месторождения по результатам выполненных работ; причины накопления элементов примесей в углях Изыхского месторождения; природа тонштейнов Изыхского месторождения.</p>
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, Ресурсоэффективности ресурсосбережение</p>	<p>Доцент кафедрой ЭПР, к.э.н. Шарф И.В.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Ассистент кафедры ЭБЖ, Кырмакова О.С.</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>Приложение А. Lanthanide, yttrium, and zirconium anomalies in the Fire Clay coal bed, eastern Kentucky.</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	
--	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Арбузов С.И.	Д.Г.-М.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ5А	Вопилов Иван Сергеевич		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа 2ЛМ5А	ФИО Вопилову Ивану Сергеевичу
-----------------	----------------------------------

Институт Уровень образования	ИПР Магистратура	Кафедра Направление/специальность	ГЭГХ Геология месторождений стратегических металлов
---------------------------------	---------------------	--------------------------------------	--

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>При изготовлении шлифов и анишлифов</i>
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	ССТ-92; СНОР-93; ВПСН
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Налоговый кодекс Российской Федерации</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>	<i>Расчет стоимости ОЗП, отчислений на соц. нужды, амортизации, материалов</i>
<i>2. Разработка устава научно-технического проекта</i>	<i>Составление плана исследований по анализу шлифов</i>
<i>3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	<i>Составление сметной стоимости по изготовлению шлифов</i>
<i>4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	<i>Обоснование необходимости изготовления шлифов и их описания</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭПР	Шарф И.В.	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ5А	Вопилов Иван Сергеевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2ЛМ5А	Вопилову Ивану Сергеевичу

Институт	ИПР	Кафедра	ГЭГХ
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Геология месторождений стратегических металлов

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона)</p>	<p>Месторождение расположено в приустьевой части р. Абакан (приток р.Енисей) и занимает площадь 415 км². Административно его территория входит в состав Алтайского района Республики Хакасия.</p> <p>Район месторождения является наиболее заселенной частью Республики. На его площади расположен пос. Белый Яр и Изыхские копи, в 15 км к северу находится республиканский центр г. Абакан.</p> <p>Исследование проходило в кабинете самостоятельной работы магистров (Рабочее место расположено на пятом этаже здания (20 корпус ТПУ)). В кабинете предусмотрено 12 индивидуальных рабочих мест. Каждое из них оснащено персональным компьютером</p>
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты; – (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства 	<p>Вредные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Недостаточная освещенность рабочей зоны; 2. Отклонение параметров микроклимата в помещении; 3. Шум на рабочем месте 4. Неврно-психические нагрузки (умственное перенапряжение) 5. Электромагнитные поля и излучения. <p>Опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - электробезопасность - пожаровзрывобезопасность
---	---

защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты)	
2. Экологическая безопасность: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды	Воздействие на окружающую среду сводиться к минимуму, так как используемые вещества минимально токсичны. Некоторые из них могут быть отправлены на вторичное производство, а остальные утилизируются с помощью дополнительных средств защиты.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	• ЧС при возникновении пожара
1. Законодательное регулирование проектных решений: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Руководитель (ответственный) принимает обязательства выполнения и организации правил эвакуации и соблюдение требования безопасности в помещении, а также контроль за исправностью работы в помещении.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Кырмакова О.С.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ5А	Вопилов И.С.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 108 с., 27 рис, 13 табл., 53 источника, 1 приложение.

Ключевые слова: МИНУСИНСКИЙ БАССЕЙН, ИЗЫХСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ, УГОЛЬ, РЕДКИЕ И РАДИОАКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ-ПРИЕСИ.

Объектом исследования являются тонштейны и вмещающие их угли Изыхского месторождения Минусинского угольного бассейна.

Цель работы - оценки роли пирокластического материала как источника накопления редких и радиоактивных элементов-примесей в углях Изыхского месторождения Минусинского угольного бассейна.

В процессе исследования проводились исследования химического и минерального состава тонштейнов и вмещающих их углей, электронно-микроскопические исследования, определялось пространственное распределение элементов-примесей в углях Изыхского месторождения.

В результате исследования показано пространственное распределение элементов-примесей в углях Изыхского месторождения, получены новые данные о влиянии продуктов палеовулканизма на элементный состав углей Изыхского месторождения.

Степень применения: настоящая работа находится на стадии научного исследования.

Область применения: полученные данные могут быть использованы при дальнейшем изучении тонштейнов и вмещающих их углей Изыхского месторождения, а также при анализе минерально-сырьевой базы.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

ГЭГХ - геоэкология и геохимия

ЭП - элементы-примеси

РЗЭ - редкоземельные элементы

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	11
1. Общие сведения о геохимии углей	13
2. Основные черты геологического строения района	15
2.1 История геологического изучения и освоения Изыхского месторождения .	15
2.2. Стратиграфия.....	17
2.3 Угленосность	24
2.3 Качество углей.....	25
3. Материалы и методы исследования.....	28
4. Геохимия элементов-примесей в углях Изыхского месторождения.....	31
4.1Содержание элементов-примесей	31
4.2 Закономерности распределения элементов примесей в угольных пластах..	36
5. Природа тонштейнов Изыхского месторождения.....	52
6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	62
6.1. Расчетная часть.....	62
7 «Социальная ответственность при исследовании палеовулканизма, как источника редких металлов в углях Изыхского месторождения Минусинского бассейна».....	72
7.1 Профессиональная социальная безопасность	73
7.1.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению (производственная санитария).....	74
7.1.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению	80
7.2 Экологическая безопасность.....	82
7.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	84
7.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	86
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	89
Список использованных источников	91
Приложение А	94

ВВЕДЕНИЕ

Для корреляции угольных пластов во всем мире широко используются специфические маломощные, но удивительно выдержанные по простиранию глинистые прослои, получившие в мировой геологической литературе название флинтклеи или тонштейны. Они известны еще с XIX века. Также тонштейны используются геологами для характеристики роли вулканизма в формировании угленосных отложений, для оценки периодичности и состава вулканических извержений, а также для решения ряда других задач. Наличие тонштейнов выявлено и охарактеризовано во многих угольных бассейнах мира. Пирокластика, которая участвует в формировании тонштейнов, интерпретируется исследователями как источник накопления в углях промышленных концентраций ценных металлов и аномальных концентраций элементов-примесей.

Влияние фактора пирокластики на формирование геохимического фона редких элементов - примесей в угольных месторождениях и бассейнах в полной мере еще не оценено. Только в последние десятилетия ученые подошли к пониманию глобальной роли вулканизма в формировании геохимического фона углей [2].

Цель работы: анализ оценки роли пирокластического материала как источника накопления редких и радиоактивных элементов-примесей в углях Изыхского месторождения Минусинского угольного бассейна.

Основные задачи исследований:

1. Оценить современными методами элементный состав тонштейнов и вмещающих их углей Изыхского месторождения Минусинского угольного бассейна.

2. Оценить роль пирокластического материала, как источника накопления редких и радиоактивных элементов примесей в углях Изыхского месторождения.

3. Оценить природу тонштейнов в углях Изыхского месторождения.

Спецификой настоящей работы является комплексность подхода. При исследовании минералого-геохимических особенностей, определялось содержание в образцах 39 химических элементов.

Автор выражает глубокую признательность своему научному руководителю доктору геолого-минералогических наук, профессору кафедры ГЭГХ С.И. Арбузову, за всестороннюю помощь при выполнении работы.

1. Общие сведения о геохимии углей

Угленосные формации – зонально построенные геологические тела определенной мощности и протяженности, сложенные парагенетически связанными полифациальными комплексами угленосных пород. Это существенно сероцветные фитогенно-терригенные гумидные формации, содержащие угольные пласты и парагенетически связанные с ними поликомпонентные и десимметричные ритмы (циклотемы, циклиты, циклы).

Ископаемый уголь является горючей биогенной горной породой – каустобиолитом. Горючую часть угля (в которую входят С, О, Н, N, и S) называют органической, а остальная составляющая считается неорганической, несмотря на то что в нее попадают те же химические элементы – С (в карбонатах), Н и О (в силикатах и других минералах), S (в сульфидах и сульфатах).

В химическом составе неорганического вещества принято выделять две группы элементов.

- Основные (золотообразующие элементы) Si, Al, Fe, Ca, Mg, Na, K (\pm S, P). Они же образуют 99% всей горной массы.

- Второстепенные элементы, элементы-примеси (ЭП), составляющие обычно не более 1 %. Среди ЭП имеются ценные редкие металлы, такие как Ge, Ga, U, Mo, Be, Sc, REE. В то же время к ЭП относятся такие элементы, как Cl, F, Hg, As, Se и др.

Уголь рассматривается как энергоноситель: это и комплексное полезное ископаемое, и комплексное “вредное ископаемое”, утилизация которого сопровождается значительным негативным воздействием на среду обитания человека [19].

В России принята следующая типизация химических элементов неорганического вещества углей.

Ценные компоненты — Ge, U, а в комплексе с ними (т. е. при возможности совместного извлечения) Ga, Pb, Zn, Mo, Se, Au, Ag, PЗЭ.

Потенциально ценные — V + Cr + Ni (в комплексе), W, B, Hg.

Токсичные — Hg, As, Be, F, которые при сжигании углей образуют опасные концентрации в атмосфере, водах и почвах.

Потенциально токсичные — токсичные в содержаниях, ниже предельно допустимых, а также Pb, V, Ni, Cr, Mn Co.

Технологически вредные — элементы, ухудшающие качество кокса, снижающие качество чугунов и сталей. Прежде всего это S, P углях для коксования и As и Cl в энергетических углях.

Технологически полезные — Mo, Ni, Co, Sn, Zn, которые катализируют процессы конверсии угля в жидкое топливо.

Таким образом, одни и те же химические элементы могут выступать в разном качестве, что чаще всего зависит от их начальных концентраций в угле и от режима промышленного использования углей [18].

2. Основные черты геологического строения района

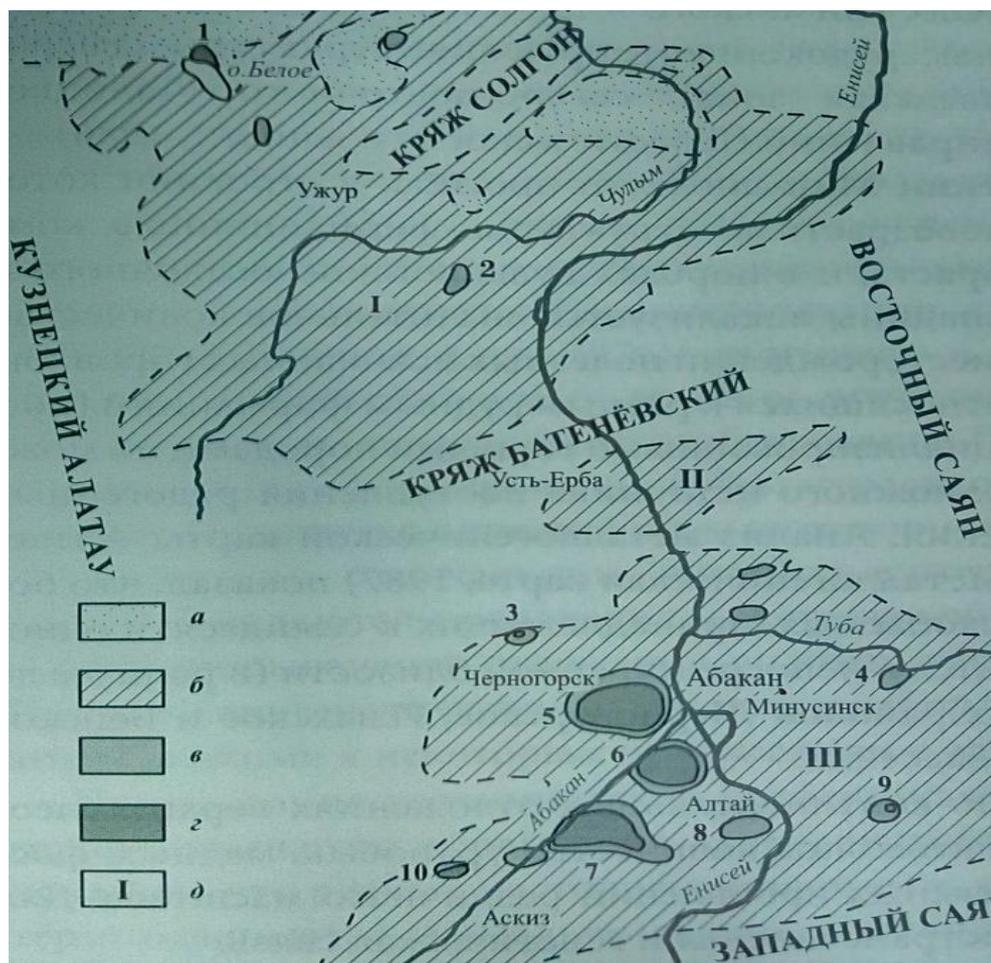
Месторождение расположено в приустьевой части р.Абакан (приток р.Енисея) и занимает площадь 415 км². Административно его территория входит в состав Алтайского района Республики Хакасия. В геоморфологическом отношении месторождение делится на две примерно равные части: северо-западную, занятую поймой и надпойменной террасой р.Абакан, представляющую степную равнину и юго-восточную с холмистым рельефом (водораздел рек Абакана и Енисея). Месторождение оконтуривается в виде подковы цепочкой высоких холмов, сложенных песчаниками и известняками, подстилающими продуктивную толщу (рис 2.1) [8].

Район месторождения является наиболее заселенной частью Республики. На его площади расположены пос.Белый Яр и Изыхские копи, в 15 км к северу находится республиканский центр г. Абакан, в 27 км к северо-западу - г.Черногорск, в 25 км к северо-востоку - г.Минусинск и ряд других населенных пунктов. В 3 км от северо-восточной окраины месторождения проходит железная дорога Абакан-Ташкент, по его центральной части проведена к участкам открытой отработки 1 и 2 железнодорожная ветка от станцииПодсиняя Южно-Сибирской железнодорожной магистрали. Район горнодобывающий и сельскохозяйственный, входит в состав Саянского территориально-производственного комплекса [13].

2.1 История геологического изучения и освоения Изыхского месторождения

Изыхское месторождение известно со второй половины XVIII в., когда П. С. Палласом (1772) были обследованы выходы угольных пластов в береговом обрыве по р. Абакану вблизи горы Изых. С 1904 г. месторождение стали разрабатывать сначала штольнями, затем мелкими шахтами. Добываемый уголь использовался в Минусинском округе на соляных промыслах. В 1907 г. была открыта угленосная площадь "Калягинское месторождение", а в 1917 г. -

угленосная площадь "Калягинская разведка", расположенная в 4 км от с. Калягино. Здесь вначале двумя шахтами, а с 1939



а – юрские угленосные отложения Канско-Ачинского бассейна; б – среднепалеозойские (девонские + турнейские) отложения; в – намюрские отложения с зольными углями (сокхельская свита); г – продуктивные верхнепалеозойские отложения; д – впадины: I – Северо-Минусинская, II – Сыдо-Ербинская, III – Южно-Минусинская; 1-10 – месторождения: 1 – Белозерское, 2 – Интикольское, 3 – Кутень-Булуцкое, 4 – Убрусовское, 5 – Черногорское, 6 – Изыхское, 7 – Бейское, 8 – Алтаское, 9 – Дубенское, 10 – Аскизское.

Рисунок 2.1 - Схематическая геологическая карта Минусинского угольного бассейна (по И.С. Педан, 1964)

по 1951 г. - одной разрабатывался угольный пласт "Девятиметровый". Первое расчленение угленосной толщи месторождения было сделано Г.А.Ивановым в 1927-1928 гг., сохранившееся с небольшими изменениями до настоящего времени.

Систематические разведочные работы на месторождении были начаты трестом «Востсибуглеразведка» в 1950 г. К 1960 г. была оконтурена площадь Изыхского месторождения и изучено его строение. Одновременно с этим шло шахтное строительство и наращивалась добыча угля, в 1947-1954 гг. - шахтами 3 и 4, с 1960 по 1962 г. - шахтами 5, 6 и небольшим карьером, расположенным вблизи п. Изыхские копи. На площади разведанного поля 3 были выделены: Участок 2 для открытой отработки пластов XXIII - XXII ("Малый Изыхский" разрез).

В настоящее время месторождение разрабатывается разрезом "Изыхский" с тремя участками общей производственной мощностью 2 млн. т угля в год.

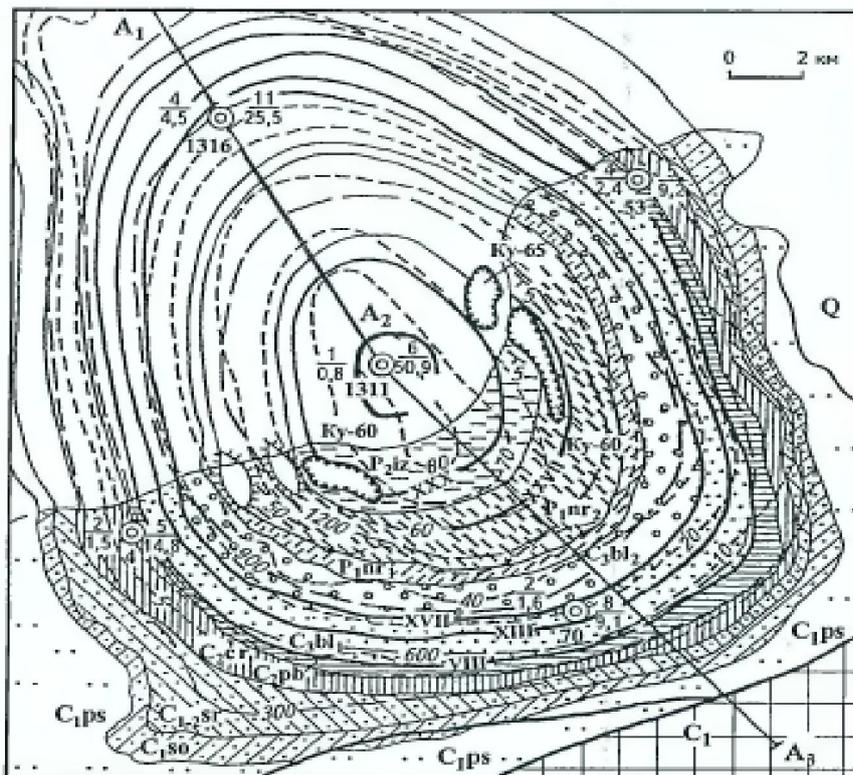
Угли используются промышленными, коммунально-бытовыми предприятиями и населенными пунктами Хакасии, Красноярского края и вывозятся за их пределы [13].

2.2. Стратиграфия

В структурном плане месторождение выполняет коробчатую мульду, вытянутую в северо-западном направлении, с пологим дном и относительно крутыми (15-17°) бортами, осложненную с южной стороны флексурным перегибом и взбросом с амплитудой до 50м. затрагивающим лишь низы угленосной толщи. В береговом разрезе р.Абакан в угленосных отложениях отмечаются малоамплитудные (до 1,0-1.5 м) дизъюнктивные нарушения.

В Изыхской мульде выкрывается полный (1800 м) разрез продуктивной толщи от соленоозерской до изыхской свит включительно (рис 2.2).

Угленосные отложения сложены алевrolитами (51,8%), песчаниками (29%), аргиллитами (11,1%), углями (5,9%) и гравелитами, конгломератами, известняками (в сумме 2,2%).

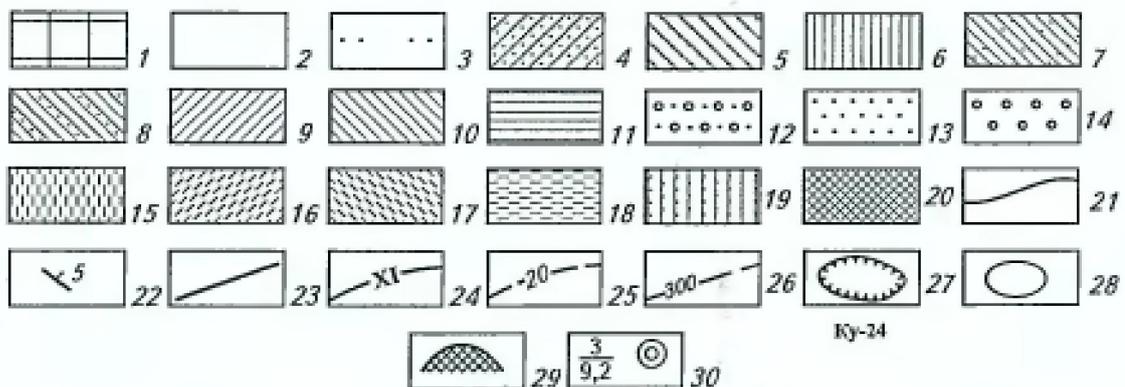


Разрез по линии A₁-A₂-A₃

Масштаб: 1:200000



А.Н. Федотов, С.В. Ладыгин, 1996



1-2 – отложения: 1 – подугленосные нижнекаменноугольные (C₁), 2 – кайнозойско-четвертичные рыхлые (Q); 3-18 – свиты, подсвиты: 3 – подугленосная подсиньская (C_{1ps}), 4 – соленозерская (C_{1so}), 5 – сарская (C_{1-2sr}), 6 – черногорская (C_{2zr}), 7 – объединенные нижняя и средняя пачки (C_{2zr}¹⁺²), 8 – верхняя пачка (C_{2zr3}), 9 – нижнечерногорская (C_{2zr1}), 10 – верхнечерногорская (C_{2zr2}), 11 – побережная (C_{2pb}), 12 – белоярская (C_{3bl}), 13 – нижнебелоярская (C_{3bl1}), 14 – верхнебелоярская (C_{3bl2}), 15 – нарылковская (P_{1nr}), 16 – нижненарылковская (P_{1nr1}), 17 – верхненарылковская (P_{1nr2}), 18 – изыская (P_{2iz}); 19-20 – объединенные свиты: 19 – соленозерская + сарская (C_{1so} + C_{1-2sr}), 20 – черногорская + побережная (C_{2zr} + pb); 21 – геологические границы; 22 – элементы залегания слоев; 23 – разрывные нарушения; 24 – угольные пласты и их номера; 25 – изолинии суммарной мощности угольных пластов; 26 – изопохиты угленосной формации; 27 – карьеры, разрезы (шифра – глубина карьера в м, K_y – каменный уголь); 28 – отвалы; 29 – площадки выгорания угольных пластов; 30 – опорные разрезы (номер скважины, в числителе – количество пластов, знаменателе – их суммарная мощность в м).

Рисунок 2.2 - Геологическая карта Изыского месторождения. (А.Н. Федотов, С.В.Ладыгин, 1996.

Соленоозерская свита (C_{1so}) - комплекс пород свиты залегает трансгрессивно на отложениях подсиньской свиты. Нижняя половина разреза представлена ритмично чередующимися конгломератами, гравелитами на песчанистом цементе, полимиктовыми и олигомиктово-кварцевыми песчаниками с глинистым, глинисто-хлоритовым, реже глинисто-карбонатным цементом, маломощными прослоями песчанистых и углистых алевролитов. В составе гальки (1-2,5 см) преобладают кварц, кремнистые породы, реже эффузивы разного состава и туффиты. Верхняя половина разреза сложена зеленовато- и табачно-серыми алевролитами с прослоями песчаников, пластами и пропластками углей мощностью 0,1-0,8 м. На изолированных небольших участках единичные пласты достигают рабочей мощности (до 3 м), но не имеют промышленного значения из-за невыдержанной на площади и высокой зольности. Мощность отложений 110-120 м.

Сарская свита (C_{1-2sr}) - нижняя граница проводится по подошве мощной пачки песчаников с линзами гравелитов и конгломератов, верхняя - по кровле пласта "Никольского". Сарские отложения повсеместно залегают на соленоозерском комплексе пород. Нижняя половина разреза (100 м) представлена песчаниками, с прослоями и линзами конгломератов, гравелитов, алевролитов, часто песчанистых, пропластками и невыдержанными пластами углей мощностью 0,1-0,3, редко от 0,5-0,6 м до 1,5 м. Верхняя половина разреза (70-80 м) сложена песчанистыми алевролитами, алевролитами с прослоями песчаников, иногда содержат линзы гравелитов, конгломератов; отмечаются прослой до 0,5 м листоватых аргиллитов и тонкие пласты и пропластки углей мощностью от 0,1-0,3 до 0,6-0,8 м, редко до 1,5-2,4 м (пласт "Никольский"), а также конкреционные прослой и конкреции сидеритового состава. Общее количество угольных пластов и пропластков, преобладающих в верхней части разреза, - 15-18. Окраска пород светло-серая с желтоватым и зеленоватым оттенком, песчаники полевошпат-грауковакковые с глинисто-хлорит-карбонатным и глинисто-сидеритовым цементом. Мощность отложений 170-200 м.

Черногорская свита(C₂сr) - сложена серыми, темно-серыми алевролитами, песчанистыми алевролитами с прослоями песчаников, линзами конгломератов, гравелитов, с многочисленными конкрециями сидерита, пластами и пропластками углей. Свита расчленяется на две подсвиты с границей по кровле пласта 0. В основании разреза прослеживается выдержанный горизонт песчаников с линзами конгломератов. В нижней подсвите содержится больше прослоев песчаников, гравелитов, конгломератов и значительно меньше (10-12 угольных пластов и пропластков, по сравнению с верхней подсвитой. Мощность угольных пластов и пропластков изменяется от 0,1-0,3 до 1,35-2,5 м, в них отмечаются прослои до 5 см тонштейнов. Мощность подсвиты 110-120 м. Верхняя подсвита имеет самую высокую угленасыщенность продуктивного разреза на месторождении, но невысокую суммарную мощность угольных пластов. Содержит 20-25 угольных пластов и пропластков мощностью до 3,5-7,0 м. В составе отложений преобладают алевролиты с прослоями углистых алевролитов и аргиллитов, темно-серых песчаников. Мощность подсвиты 170-180 м, суммарная мощность отложений подсвиты 260-290 м.

Побережная свита (C₂pb) - нижняя граница проводится по кровле пласта VII, в основании - пачки черных аргиллитов, перекрывающих этот угольный пласт, верхняя - по почве пласта VIII, в основании маломощной (3-5 м) пачки песчаников. Первые прослои черных листоватых аргиллитов бассейновых фаций появляются выше угольного пласта VI. В составе отложений преобладают темно-серые слюдистые алевролиты, черные хлорит-гидрослюдистые аргиллиты, содержащие прослои олигомиктово-кварцевых песчаников с гидрослюдисто-карбонатно-хлоритовым цементом, иногда отмечаются маломощные прослои зеленовато-серых алевролитов, содержащие тонкие пропластки углей или углистых аргиллитов и крупные (0,7-1,0 м) уплощенные конкреции сидерита с раковинами двустворок. Мощность отложений 75-85 м.

Белоярская свита (C₃bl) - связана постепенными переходами с бережными отложениями. Разрез начинается мощной пачкой (до 30 м) зеленовато-серых алевролитов, содержащих угольный пласт VIII. Верхняя граница условная, проводится по почве пласта XXI. В нижней и верхней трети разреза преобладают тонкообломочные литофации, в средней - песчаники. Свита подразделяется на две подсвиты, с условной границей выше пласта XVII, совпадающей с кровлей крупного мезоритма. Нижнебелоярская подсвита сложена темно-серыми, зеленовато-серыми, голубоватыми аркозово-кварцевыми алевролитами с хлорит-карбонатно-слюдистым цементом, которые содержат маломощные пачки и прослои светло-серых, с зеленоватым оттенком песчаников олигомиктово- и аркозово-кварцевых, редко полевошпат-граувакковых с гидрослюдистым и карбонатным цементом, черных хлорит-гидрослюдистых и углистых аргиллитов, многочисленные конкреции сидерита и бурого железняка. На западном борту мульды отложения представлены тонкообломочными литофациями, на юго-восточном, восточном - преимущественно песчаниками. Подсвита содержит достаточно выдержанные пласты с IX по XVII включительно мощностью от 0,2-0,4 до 1,75-5,85 м, равномерно распределенные по разрезу. Мощность отложений 320 м. Верхнебелоярская подсвита сложена мощными пачками песчаников, содержащих линзы конгломератов или рассеяную гальку, которые чередуются с пачками алевролитов. Для нее характерно уменьшение известковистости пород и наличие мощных выдержанных угольных пластов XVII, XIX, XX со спутниками. Песчаники светло-серые полевошпат-граувакковые, олигомиктово- и граувакк-кварцевые с гидрослюдисто-карбонатным цементом. Мощность подсвиты 210-220 м, общая мощность отложений свиты 520-530 м.

Нарылковская свита (P₁nr) - сложена алевролитами, песчаниками, углистыми аргиллитами, пластами и пропластками углей (до 13%), отмечаются линзы и прослои гравелитов и конгломератов, известняков и пепловых туфов, приуроченных к нижним горизонтам свиты. Характерная особенность -

преобладание тонкообломочных пород с мощными угольными пластами в нижней и верхней трети разреза и мощных пачек песчаников в средней части. Нижняя треть разреза выделена в нижнеларьковскую подсвиту и границей по почве угольного пласта XXI. Она достаточно условна, так как нижнеларьковские угленосные отложения завершают белоярский этап углеобразования, и граница между ларьковскими и белоярскими комплексами пород постепенная, проводится в монотонной пачке алевролитов по смене растительных комплексов. Это наиболее угленасыщенная часть нижнепермского разреза, представленная алевролитами, углистыми алевролитами и аргиллитами, содержащими группу сближенных угольных пластов XXI и XXII, со спутника ми XXIIa и XXIIб, которые могут сливаться на отдельных участках. Выше прослеживается группа тонких угольных пластов XXIIг-XXIIж, завершает разрез сложный угольный комплекс, который содержит один из наиболее мощных и устойчивых пластов — XXIII, имеющий спутник -XXIIIa и серию расщепляющихся пластов XXIV-XXIVa. Угольный пласт XXIV генетически размыт на значительной площади. Мощность отложений 170-180 м. Граница с верхнеларьковской подсвитой проводится по подошве мощной пачки песчаников, перекрывающих с размывом угольный пласт XXIV или его спутники. Верхнеларьковская подсвита представлена в нижней половине разреза мощными пачками (до 40-60 м) песчаников, в которых отмечается примесь каолинита, чередующихся с маломощными пачками алевролитов. Верхняя половина подсвиты сложена тонкообломочным комплексом пород — алевролитами, с подчиненными прослоями песчаников (0,6-3,0 м). углистых аргиллитов, линзами известняков и пластами углей. Завершает разрез мощный выдержанный пласт XXVIII. Мощность подсвиты 240 м, общая мощность отложений свиты 520-530 м.

Изыкская свита (P₂iz) — нижняя граница проводится в основании между пластами (30-40 м), разделяющего пласты XXVIII и XXIX. Нижняя половина свиты сложена мощной (140-150 м) безугольной пачкой, в которой отмечаются только единичные тонкие угольные пласты (XXIX) и пропластки,

распространенные на ограниченной площади. Безугольная пачка залегает трансгрессивно на отложениях верхнеарылковской подсвиты. В 30-35 м от ее основания отмечается перерыв в объеме двух биостратиграфических горизонтов. Безугольная пачка сложена темно-серыми алевролитами и песчанистыми алевролитами, которые содержат в нижней части разреза маломощные прослои светло-серых полевошпат-граувакковых и граувакково-кварцевых песчаников с гидрослюдисто-карбонатным и карбонатным цементом с примесью каолинита. Вверх по разрезу количество и мощности песчаниковых пачек увеличиваются. Верхняя половина свиты (100-110 м) сложена тонкообломочными породами: темно-серыми полимиктовыми алевролитами с прослоями зеленоватых и желтоватых карбонатно-гидрослюдистых аргиллитов, мелкозернистых песчаников и мощными пластами углей (XXX и XXXI). Общая мощность отложений 250-260 м.

Продуктивные отложения перекрываются покровными рыхлыми четвертичными отложениями мощностью 10-15 м, на отдельных участках — до 20-30 м, представленными делювиально-аллювиальными образованиями, аллювием речных террас, четвертичными супесями, суглинками (1,5-2,5 м), перекрывающими на отдельных площадях глины кирпично-красные и желтовато-серые (каолинитовые). Глины являются корами выветривания по аргиллитам угленосной толщи и выполняют неровности палеорельефа. Мощность глин 1-10 м, в отдельных впадинах может достигать 50 м [8, 11, 13].

2.3 Угленосность

В разрезе продуктивной толщи насчитывается до 85 угольных пластов и пропластков суммарной мощностью до 100 м, из них 18-25 рабочих с общей полезной мощностью 60-75 м. Угольные пласты распределены по разрезу неравномерно. Соленоозерская исарская свиты содержат 18-21 угольный пласт и пропласток средней суммарной мощностью угольной массы 6,8 7,7 м; два пласта на отдельных участках приобретают рабочую мощность (верхний пласт "Никольский" разрабатывался). Черногорская свита — наиболее угленасыщенная часть разреза продуктивной толщи. Здесь насчитывается 30-37 угольных пластов и пропластков (от кровли пласта "Никольского" до кровли пласта VI включительно), из них 10-15 пластов, приуроченных преимущественно к верхней части разреза свиты, имеют промышленное значение. Побережная свита выделена как безугольная.

Нижнебелоярская подсвита включает 25-30 угольных пластов (с VIII по XVII включительно) и пропластков, из них 7-10 достигают рабочей мощности. В пределах всего месторождения выдерживаются пласты X и XV (мощностью соответственно 6,0-6,9 и 3,0-6,0 м). Остальные пласты невыдержанны и редко достигают рабочей мощности. В разрезе верхнебелоярской подсвиты установлено 9-12 угольных пластов и пропластков, из них 6-9 рабочих (с XVIII по XXIIб включительно). Надежно увязываются пласт XIX (мощностью до 13,2 м) и группа пластов XXI-XXII с их спутниками.

Нарылковская и изыхская свиты содержат самые мощные угольные пласты бассейна. Нарылковская свита включает сближенные пласты XXI и XXII со спутниками и пласты XXIII-XXIV со спутниками. Пласт XXIV (сложного строения) образует слитный пласт мощностью 4,0-10,0 м на западе и северо-востоке месторождения и генетически размыт по южному и юго-восточному боргу мульды. Наиболее мощные и выдержанные сближенные пласты XXVII и XXVIII имеют простое строение и общую мощность угольной массы 6,0-11,0 м. На отдельных участках на востоке и юго-западе

месторождения они образуют слитный пласт простого строения с максимальной мощностью угольной массы до 11,9 м.

Изыхская свита содержит два мощных угольных пласта XXX и XXXI (30 и 31). Пласт XXX сложного строения, состоит из 5-7 угольных пачек мощностью от 0,1 до 6,5 м суммарной мощностью 4,0-9,3 м, разделяемых породными прослоями общей мощностью от 0,35 до 2,95 м; на отдельных участках от него отщепляются угольные пачки, образуя самостоятельные пласты (XXXа, XXXб). Пласт XXXI залегает в 40-70 м выше пласта XXX (на глубине 20-40 м от дневной поверхности) и выходит под аллювий надпойменной террасы. Этот пласт общей мощностью 5,0-7,5 м и полезной - 5,0-7,4 м имеет сложное строение, породные прослои маломощны. Наиболее угленасыщенными являются отложения восточной части Изыхской мульды. Основные запасы месторождения сосредоточены в белоярской, нарылковской и изыхской свитах.

Угольные пласты малой и средней мощности преимущественно простого строения, хотя отмечаются и пласты простого строения с мощностью до 10 м и более. Мощные пласты сложного строения обычно сложены 2-3, реже 4-5 угольными пачками, разделенными породными прослоями мощностью в среднем 0,1-0,5 м [13].

2.3 Качество углей

Угли месторождения — каменные, гумусовые, характеризуются неоднородным петрографическим составом и представлены переслаиванием в основном полуматовых и полублестящих разностей, реже матовых с прослойками фюзена по наслоению, еще реже блестящих.

Петрографический состав, особенности строения и распределения микрокомпонентов позволяют предположить, что торфонакопление происходило в условиях относительно низкой обводненности и в основном при

спокойном режиме. Способ накопления исходного материала преимущественно автохтонный.

Большинство угольных пластов месторождения относится к среднезольным. Содержание золы в среднем колеблется от 11 (пласт X) до 25,4% (пласт XXIIд) и находится в прямой зависимости от петрографического состава углей. Некоторое повышение зольности отмечается в разрезе от пластов черногорской свиты к нарылковской. Уменьшение содержания золы почти по всем пластам. Для всех пластов месторождения характерно также понижение зольности к восточному борту мульды, т. е. к району максимального торфонакопления. Для пластов XXX и XXXI такой закономерности не наблюдается. Площади с наибольшей зольностью приурочены в основном к западной и южной частям месторождения, где значение ее часто превышает 28%.

Химический состав золы углей в среднем составляет (в %): SiO_2 - 55,7, Fe_2O_3 - 6,6; Al_2O_3 - 27; CaO - 5,1; MgO - 1,5; SO_2 - 1,9. Зола в основном состоит из алюмосиликатов, достигающих иногда до 94,9%, что обуславливает высокую температуру ее плавления — от 1450 до 1500°.

Содержание аналитической влаги в углях увеличивается от нижних пластов к верхним и изменяется по пробам от 2 до 12%, по средним показателям — от 3,6 до 10,4%. В целом по месторождению среднее содержание влаги (W^a) в углях составляет 7,0%.

Выход летучих веществ колеблется от 35 до 44%. Коксовый остаток преимущественно порошкообразный и слипшийся, реже спекшийся.

Угли месторождения - малосернистые и малофосфористые. Содержание общей серы в среднем не превышает 0,58, фосфора - 0,04%. В углях нарылковской и изыхской свит содержание серы достигает 1,3-2,2%. Преобладает сульфидная разновидность серы, встречаются также органическая и сульфатная.

Элементный состав органической массы отличается постоянством для всех пластов и характеризуется следующими средними показателями (в %) C^{daf} -

79,4; H^{daf} - 5,1. N^{daf} - 2,1%, O^{daf} - 13,4. По отдельным пробам содержание углерода увеличивается до 83,2, водорода - до 6,4%.

Теплота сгорания углей (Q^{daf}) изменяется в среднем от 30,0 до 33,6 МДж/кг, низшая теплота сгорания — от 17,5 до 23,6 МДж/кг. Угли в основном среднеобогатимые, высокозольные разности — труднообогатимые с низкой ценностью концентрата.

В целом, обладая высокой теплотой сгорания и пригодные для длительного хранения и перевозки, угли месторождения являются хорошим энергетическим топливом.

Угли зоны выветривания по своим физическим и химическим свойствам резко отличаются от неокисленных углей. Они, как правило, сажистые, коричневого или серовато-черного цвета с мелкими кусочками угля. Для них характерно, повышенное содержание влаги — до 18,3%, золы - до 67,4; кислорода - до 23,7; гуминовых кислот - до 41,5; повышенный выход летучих веществ — до 58. Содержание углерода в них снижается до 70,8%, водорода — до 3,3. Теплота сгорания Q^{daf} выветрелых углей понижается до 25,3 МДж/кг.

Распространение выветрелых углей наблюдается преимущественно на глубине 40-60 м. Граница между годным и выветрелым углем резкая: почти сразу же после сажи идут, как правило, крепкие угли хорошего качества. Линия технически годных углей проводится по почве сажи. Зона окисления, не превышающая 10 м, для углей месторождения практически не имеет значения, так как по физическим свойствам и теплоте сгорания (30,1-31,8 МДж/кг и более) эти угли мало отличаются от неокисленных и вполне пригодны в качестве энергетического топлива [13].

3. Материалы и методы исследования

Исходным материалом послужили образцы тонштейнов и вмещающих их углей с Изыхского месторождения Минусинского угольного бассейна.

Для исследования была проведена подготовка проб, а именно было произведено измельчение исходных проб в несколько этапов. В первую очередь пробы были измельчены с помощью щековой дробилки. Измельчение на щековой дробилке производилось до 1-5 мм. Все издроблённые пробы высыпались в отдельный пакет и подписывались. Далее с помощью сита из издроблённой пробы просеивалась фракция до 1мм.

На втором этапе пробоподготовки с помощью виброистирателя «ИВ-Микро» подготовленные пробы были истерты до 200 меш (0,074 мм) (рис 3.1). Каждая истертая проба изготавливалась в двух экземплярах для повышения точности анализов.



Рисунок 3.1 -Виброистиратель ВИМС "ИВ Микро".

Определение влажности и зольности угля и подготовка проб для Рентгенофлуоресцентного анализа (РФА) было выполнено в ПНИЛ по комплексному использованию горючих полезных ископаемых Западной

Сибири кафедры химической технологии топлива и химической кибернетики Национального исследовательского Томского политехнического университета.

Зола, оставшаяся после сжигания угля или кокса, образуется из неорганических соединений, входящих в состав угольного вещества, и из присутствующих минеральных примесей. Суть метода заключается в том, что пробу угля сжигают в муфельной печи, которую нагревают с необходимой скоростью до температуры (815 ± 10) °С, и выдерживают при заданной температуре до постоянной массы. Зольность рассчитывается в процентах по массе остатка полученного после прокаливания. Исследование химического состава тонштейнов проведено методом рентгенофлуорисцентного (РФА) анализа. Данный анализ был выполнен в лаборатории рентгеноспектральных методов анализа института Геологии и минералогии Сибирское отделение Российской академии наук (СО РАН) (г. Новосибирск). По результатам этих исследований были рассчитаны основные литохимические модули.

Состав ЭП в углях и тонштейнах был определен с помощью метода ICP-MS. Анализ масс-спектрометрическим методом с индуктивно связанной плазмой (ICP MS) выполнен в аналитическом центре Дальневосточного геологического института, г. Владивосток (аналитик Е.В. Еловский) и в химико-аналитическом центре «Плазма», г. Томск (исполнитель Н.В. Федюнина).

Для уточнения состава минерализации использовался сканирующий электронный микроскоп HITACHI S-3400N. Элементная составляющая была получена при фиксировании энергодисперсным спектрометром Bruker X Flash 4010 тормозящего рентгеновского излучения (рис 3.2)



Рисунок 3.2 - Сканирующий электронный микроскоп HITACHI S-3400N.

4. Геохимия элементов-примесей в углях Изыхского месторождения

4.1 Содержание элементов-примесей

Изученный спектр включает все основные ценные элементы-примеси, изучение которых рекомендовано для углей [10]. Данные предоставлены в виде таблиц 4.1 и 4.2.

Таблица – 4.1 Средневзвешенное содержание элементов-примесей в углях Белоярского участка, г/т

Элемент	Содержание в пласте, г/т		Среднее для всех пластов, г/т	Угольный кларк, г/т
	XXIIIa	XXIII		
Зольность	30,0	29,5		
Be	0,8	0,9	0,9	2,0±0,1
Sc	3,0	3,2	3,1	3,7±0,2
V	8,5	8,0	8,2	28±1
Cr	11,9	13,4	12,6	17±1
Co	10,2	1,5	5,8	6,0±0,2
Ni	50,4	11,8	31,1	17±1
Cu	20,6	25,2	22,9	16±1
Zn	15,1	20,0	17,6	28±2
Ga	7,6	8,2	7,9	6.0±0,2
Rb	3,4	4,6	4,0	18±1
Sr	46,5	190,1	118,3	100±7
Y	8,4	10,4	9,4	8.2±0,5
Zr	252,4	158,3	205,4	36±3
Nb	5,0	12,4	8,7	4.0±0,4
Mo	2,2	3,2	2,7	2,1±0,1
Cd	0,3	0,1	0,2	0,20±0,04
Sn	1,4	1,5	1,5	1,4±0,1

Продолжение таблицы 4.1

Элемент	Содержание в пласте, г/т		Среднее для всех пластов, г/т	Угольный кларк, г/т
	XXIIIa	XXIII		
Cs	0,4	0,3	0,3	1,1±0,12
Ba	149,9	268,3	209,1	150±10
La	18,7	26,7	22,7	11±1
Ce	37,2	50,3	43,8	23±1
Pr	4,1	5,3	4,7	3,4±0,2
Nd	14,8	18,4	16,6	12±1
Sm	2,7	3,1	2,9	2,2±0,1
Eu	0,4	0,4	0,4	0,43±0,02
Gd	2,3	2,6	2,5	2,7±0,2
Tb	0,4	0,4	0,4	0,31±0,02
Dy	1,9	2,1	2,0	2,1±0,1
Ho	0,3	0,4	0,4	0,57±0,04
Er	1,0	1,3	1,2	1,00±0,07
Tm	0,2	0,2	0,2	0,30±0,02
Yb	0,9	1,3	1,1	1,0±0,06
Lu	0,1	0,2	0,2	0,2±0,01
Hf	5,4	4,0	4,7	1,2±0,1
Ta	0,3	0,5	0,4	0,3±0,02
W	1,2	2,2	1,7	0,99±0,11
Pb	18,1	10,0	14,0	9,0±0,7
Th	9,9	6,2	8,1	3,2±0,1
U	3,7	2,3	3,0	1,9±0,1
Число проб	4	8		

Пласт XXIIIa обогащен Co (10,2 г/т), Ni (50,4 г/т), Zr (252 г/т) что выше кларка в 8 раз, Hf(5,4 г/т). Также содержание таких элементов, как La, Ce, Pr,

Nd выше кларка в 2 раза. Отдельно хочется отметить содержание U (3,7 г/т) и Th (9,9 г/т).

Пласт XXIII обогащен Y (10,4 г/т), Zr (158 г/т), Hf (4,0 г/т), Nb (12,4 г/т). Также немного повышены содержания некоторых РЗЭ (La, Ce, Nd). Содержание радиоактивных элементов составляет U (2,3 г/т), Th (6,2 г/т).

Таблица 4.2 - Средневзвешенное содержание элементов-примесей в углях Изыхского месторождения, г/т

Элемент	Содержание в пласте, г/т				Среднее для всех пластов г/т	Угольный кларк, г/т
	XXXб	XXXа	XXX	XXIIб		
Зольность	19,1	12,9	16,4	26,5		
Be	2,3	1,9	4,1	1,2	2,3	2,0±0,1
Sc	2,4	3,9	1,9	3,0	3,5	3,7±0,2
V	17,2	51,0	8,3	22,6	26,0	28±1
Cr	9,6	42,0	9,7	9,0	26,3	17±1
Co	3,4	3,7	3,8	11,9	7,2	6,0±0,2
Ni	32,0	62,4	11,5	36,5	46,3	17±1
Cu	20,8	17,9	16,0	26,4	26,5	16±1
Zn	20,9	26,0	79,2	17,5	41,0	28±2
Ga	8,1	5,3	10,1	11,8	9,9	6.0±0,2
Rb	4,0	2,3	5,5	4,1	6,7	18±1
Sr	2241,5	80,3	84,1	50,2	618,8	100±7
Y	9,5	7,6	21,3	9,3	14,2	8.2±0,5
Zr	180,8	88,4	413,4	182,8	222,8	36±3
Nb	6,0	7,2	28,1	11,0	13,7	4.0±0,4
Mo	1,2	1,8	4,3	3,2	3,0	2,1±0,1
Cd	0,2	0,1	0,4	0,2	0,2	0,20±0,04
Sn	1,6	0,7	2,1	3,2	2,1	1,4±0,1

Продолжение таблицы 4.2

Элемент	Содержание в пласте, г/т				Среднее для всех пластов г/т	Угольный кларк, г/т
	XXXб	XXXа	XXX	XXIIб		
Nd	13,2	4,2	24,7	21,0	18,8	12±1
Cs	0,3	0,3	0,4	0,3	0,6	1,1±0,12
Ba	2025,7	80,0	276,1	58,2	639,8	150±10
La	13,2	5,7	25,0	30,1	21,9	11±1
Ce	28,0	10,0	53,9	60,6	45,4	23±1
Pr	3,4	1,1	6,3	6,1	5,0	3,4±0,2
Sm	2,3	0,9	4,6	3,4	3,3	2,2±0,1
Eu	0,4	0,2	0,5	0,3	0,4	0,43±0,02
Gd	2,0	1,0	4,5	3,0	3,2	2,7±0,2
Tb	0,3	0,2	0,6	0,4	0,5	0,31±0,02
Dy	1,7	1,2	3,8	2,4	2,7	2,1±0,1
Ho	0,4	0,3	0,8	0,4	0,5	0,57±0,04
Er	1,0	0,9	2,6	1,3	1,7	1,00±0,07
Tm	0,1	0,1	0,4	0,2	0,2	0,30±0,02
Yb	1,0	0,9	2,6	1,3	1,7	1,0±0,06
Lu	0,1	0,1	0,4	0,2	0,3	0,2±0,01
Hf	3,8	1,4	7,9	4,7	4,8	1,2±0,1
Ta	0,2	0,2	2,3	1,1	1,0	0,3±0,02
W	1,0	1,1	2,2	1,6	1,6	0,99±0,11
Pb	7,7	5,7	12,6	22,4	13,3	9,0±0,7
Th	3,2	1,9	5,8	19,7	8,7	3,2±0,1
U	1,2	0,9	2,5	12,7	4,7	1,9±0,1
Число проб	7	7	4	8		

Наиболее беден элементами-примесями пласт XXXа. Для изученного угленосного разреза пласт характеризуется самой низкой зольностью, которая составляет порядка 12%.

В углях пласта XXXб отмечены выше, чем средние данные для углей мира содержания Ga, Y, Zr (180 г/т), Nb, Sn, La, Ce, Hf. Содержание Zr более 120 г/т угля согласно инструктивным материалам может рассматриваться как возможно промышленно значимое. Отдельно хотелось бы отметить содержание Sг и Ва, содержание которых превышают кларковые значения в 150-200 раз, и данная тенденция прослеживается на протяжении всего пласта.

В пласте XXXа отмечены повышенные содержания по сравнению с кларком для углей Sc (3,9 г/т), V (51 г/т), Cr (42 г/т), Ni (64 г/т), Zr (88,4 г/т), Nb (7,2). Ни один из них не содержится в количествах, позволяющих рассматривать их как возможный источник для промышленного получения

Пласт XXX выделяется на фоне остальных наиболее ярким содержанием элементов-примесей, значение которых на порядок выше кларковых. Среди них особо стоит отметить такие элементы Zn (79 г/т, выше кларка в 3 раза), Y (21,3 г/т, выше кларка в 2,5 раза), Zr (413 г/т, выше кларка в 10 раз), Nb (28,1 г/т, выше кларка в 6,5 раза), Cd (0,4 г/т, выше кларка в 2 раза), La, Ce, Pr, Nd, Sm, Gd, Tb, Dy, Er, Yb, Lu (кларк всех этих редкоземельных элементов выше в среднем в 2 раза). Также хочется отметить превышение кларка радиоактивными элементами, а именно U и Th.

Пласт XXIIб как и пласт XXX отмечается высоким содержанием Zr, Nb, а также повышенным содержанием редких земель (La - 30,1 г/т, Ce - 60,6 г/т, Pr - 6,3 г/т, Nd - 24,7 г/т, Sm - 4,6 г/т, Tb - 0,4 г/т, Gd - 3,0 г/т, Er - 1,3 г/т, Yb - 1,3 г/т). Отдельно хочется отметить аномальные содержания U (12,7 г/т) и Th (19,7 г/т).

4.2 Закономерности распределения элементов примесей в угольных пластах

Латеральная и вертикальная изменчивость содержания редких элементов в угленосных отложениях в большинстве угольных бассейнов и месторождений исследованы с разной степенью детальности. Наиболее детально чаще всего изучается вертикальная неоднородность. Латеральная неоднородность распределения элементов изучается редко. Объясняется ограниченными возможностями площадного опробования в пределах угольных бассейнов. Обычно доступны лишь отдельные участки или реже отдельные месторождения. Поэтому исследования обычно носят фрагментарный характер.

Вертикальная неоднородность содержания редких элементов-примесей в углях Сибири изучена слабо. В диссертации выполнено исследование закономерностей распределения элементов примесей в разрезе Изыхского месторождения Минусинского угольного бассейна [2].

Накопление циркония в углях Минусинского бассейна позволяет предположить, что в составе петрофонда были мелкие интрузии щелочных гранитоидов среди вулканитов девона. Помимо накопления в золах Минусинских углей таких характерных элементов-примесей, как Zr, Hf, Y, Nb, они также обогащены глиноземом, что рассматривают как дополнительный признак участия щелочных пород в составе петрофонда [9, 119]. При этом площадное распределение циркония (и гафния) отражает былое направление сноса терригенного материала: «Увеличение содержания циркония и гафния в северном направлении отчетливо просматривается в пределах одного пласта. Так, для пласта XXVIII Изыхского месторождения возрастание уровней накопления элементов с юго-востока на северо-запад прослежено на расстоянии более 5 км" [19].

На Изыхском месторождении в разрезе исследуемых пластов наблюдаются аномально-высокие содержания Zr. В верхней части разреза пик аномалии составляет 355,4 г/т. Затем концентрация Zr начинает снижаться,

однако она все равно остается выше кларкового содержания. В нижней части разреза наблюдается проба, с содержанием Zr 946г/т, что выше кларкового в 30 раз. Можно также заметить что пики высокого содержания Zr приходятся как раз на притонштейновые угли (Рис 4.1). Также при электронно-микроскопических исследованиях тонштейнов Изыхского месторождения, были обнаружены минералы Zr. (Рис 4.2).

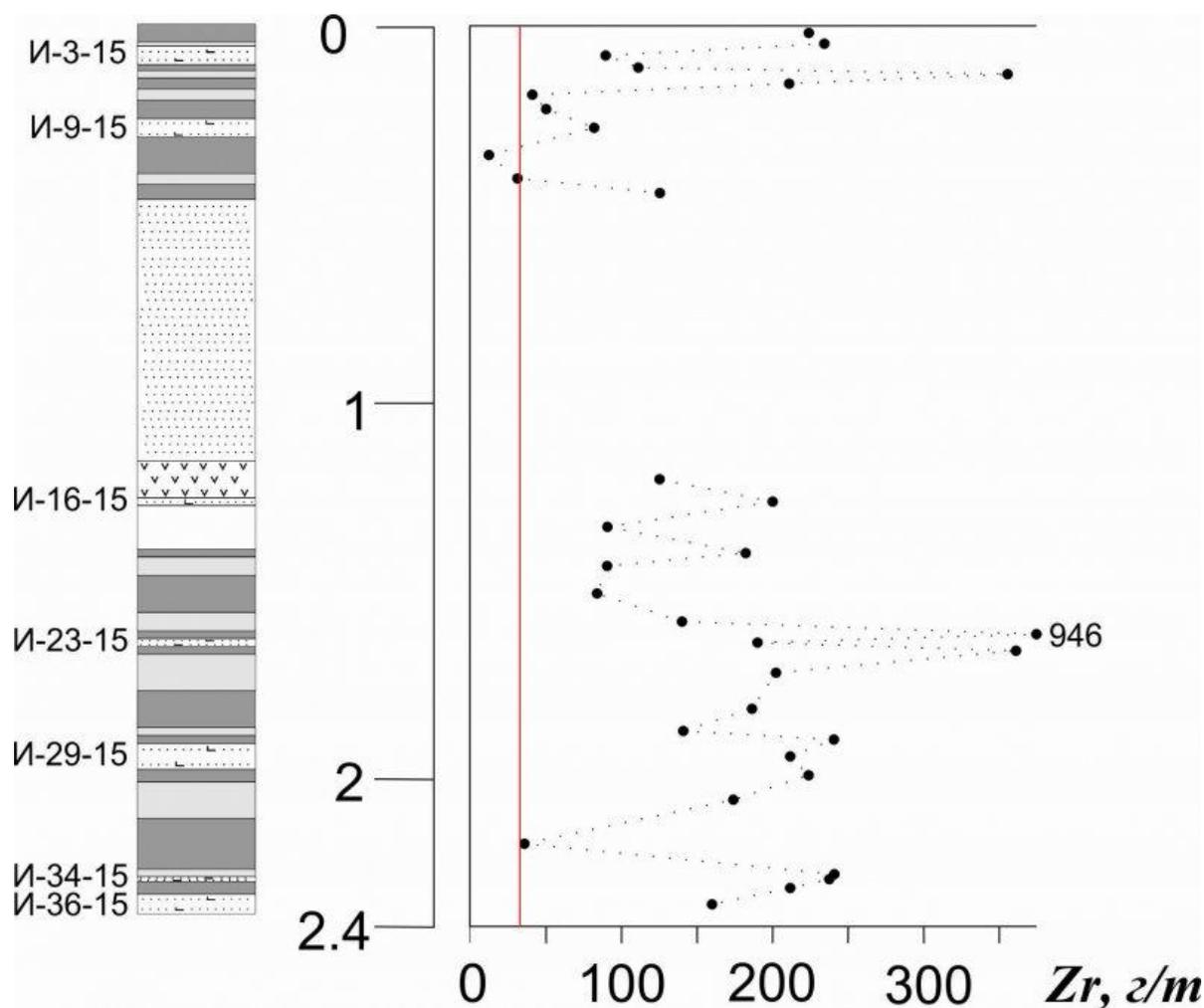


Рисунок 4.1 - Распределение Zr в вертикальном профиле пластов Изыхского месторождения

На Белоярском участке картина распределения Zr аналогична. Практически все пробы угля превышают кларковые содержания в 3 и более раза. Наибольшее значение составляет 374 г/т, что в 10 раз выше кларка.

Отдельно можно отметить что пики содержания циркония приходятся на притонштейновые углы (рис 4.3)

Содержание Nb в разрезе пластов Изыхского месторождения также отмечается аномально высокими показателями, при чем пики самых высоких концентраций пространственно совпадают с пиками элемента Zr. Так самое большое содержание Nb составляет 47,1 г/т, что в 12 раз выше кларкового содержания (рис 4.5).

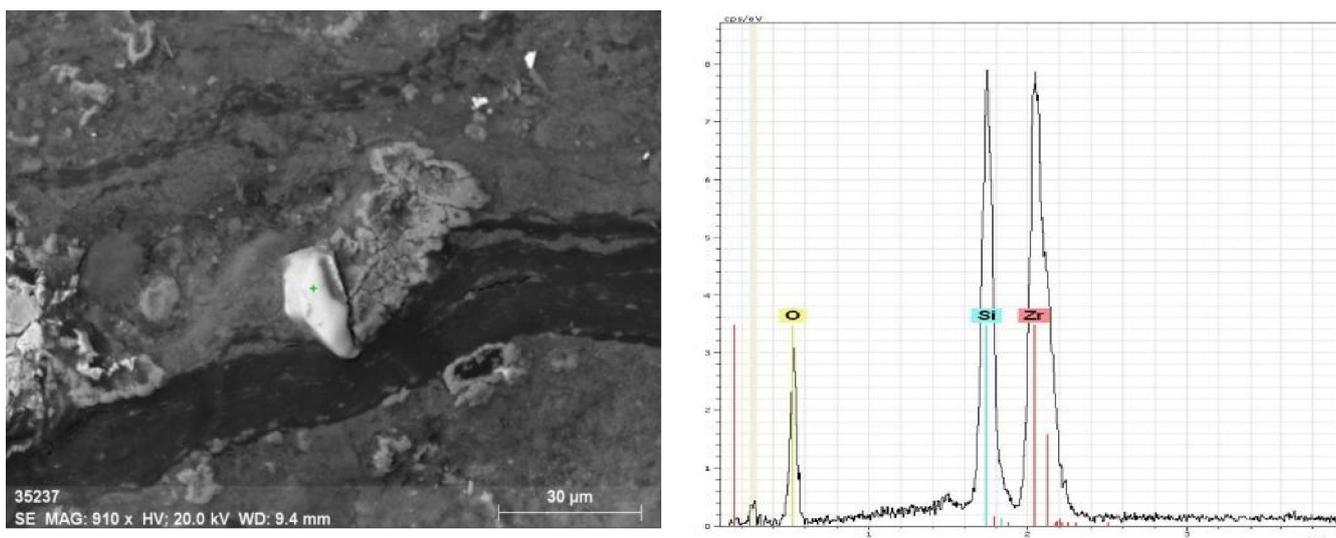


Рисунок 4.2 - Минеральная фаза Zr в теригенной массе. (Обр И-23-15)

Таблица 4.3 - Химический состав минеральной фазы Zr (весовые проценты) (обр. И-23-15)

Элемент	Весовые проценты
Кислород	32,57
Кремний	13,90
Цирконий	53,52
	100,00

На рисунке 4.4 видно, что на Белоярском участке ситуация повторяется. Угли притонштейновой зоны отмечаются повышенным содержанием Nb. Максимальное содержание составляет 39,7 г/т, что выше кларкового в 10 раз.

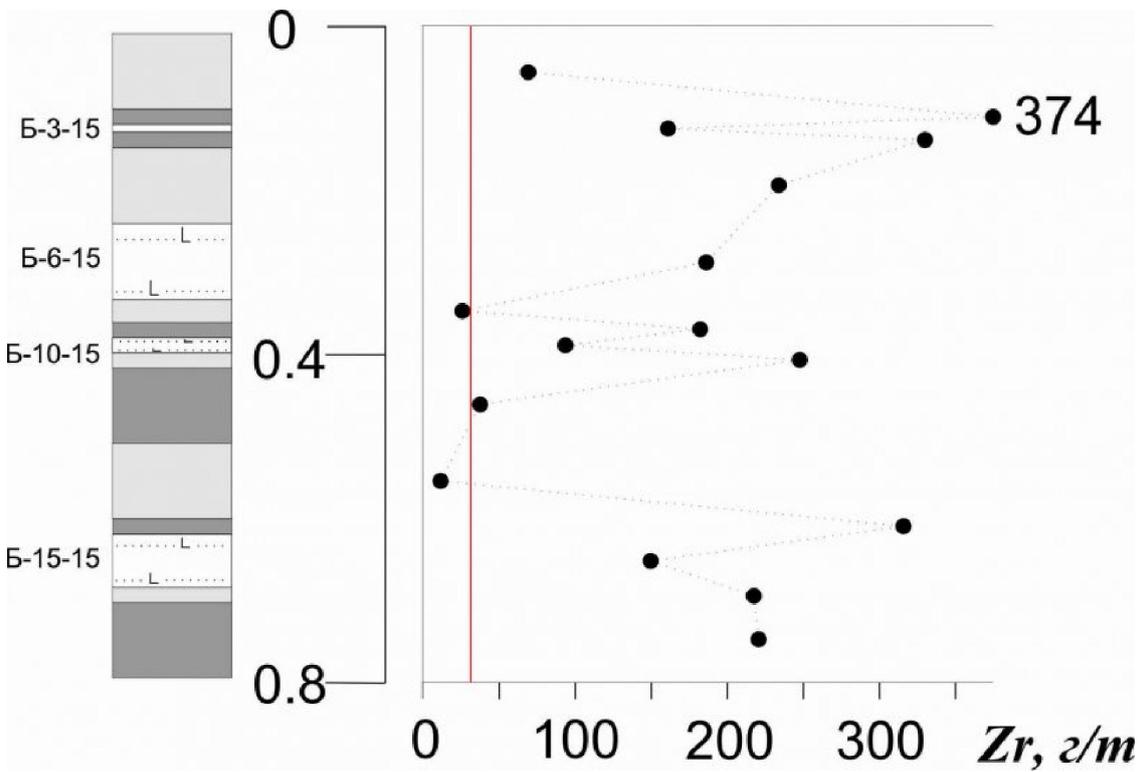


Рисунок 4.3 - Распределение Zr в вертикальном профиле пластов участка Белоярский Изыхского месторождения.

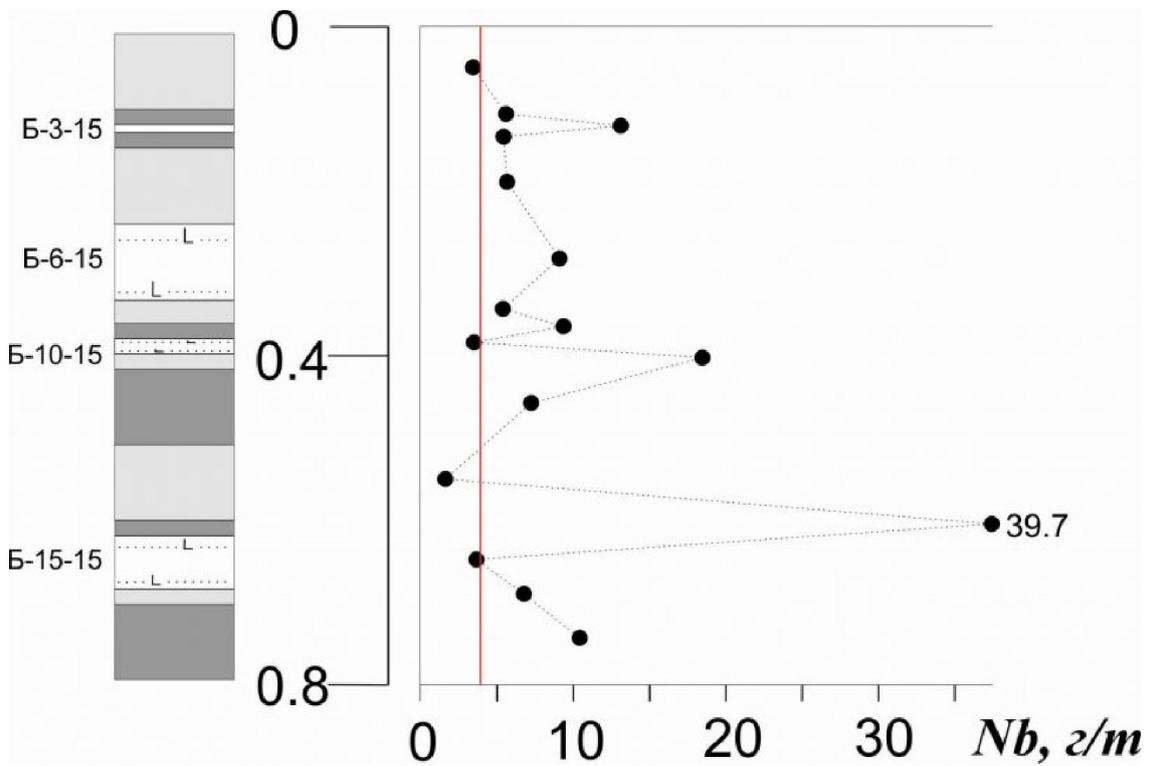


Рисунок 4.4 - Распределение Nb в вертикальном профиле пластов участка Белоярский Изыхского месторождения

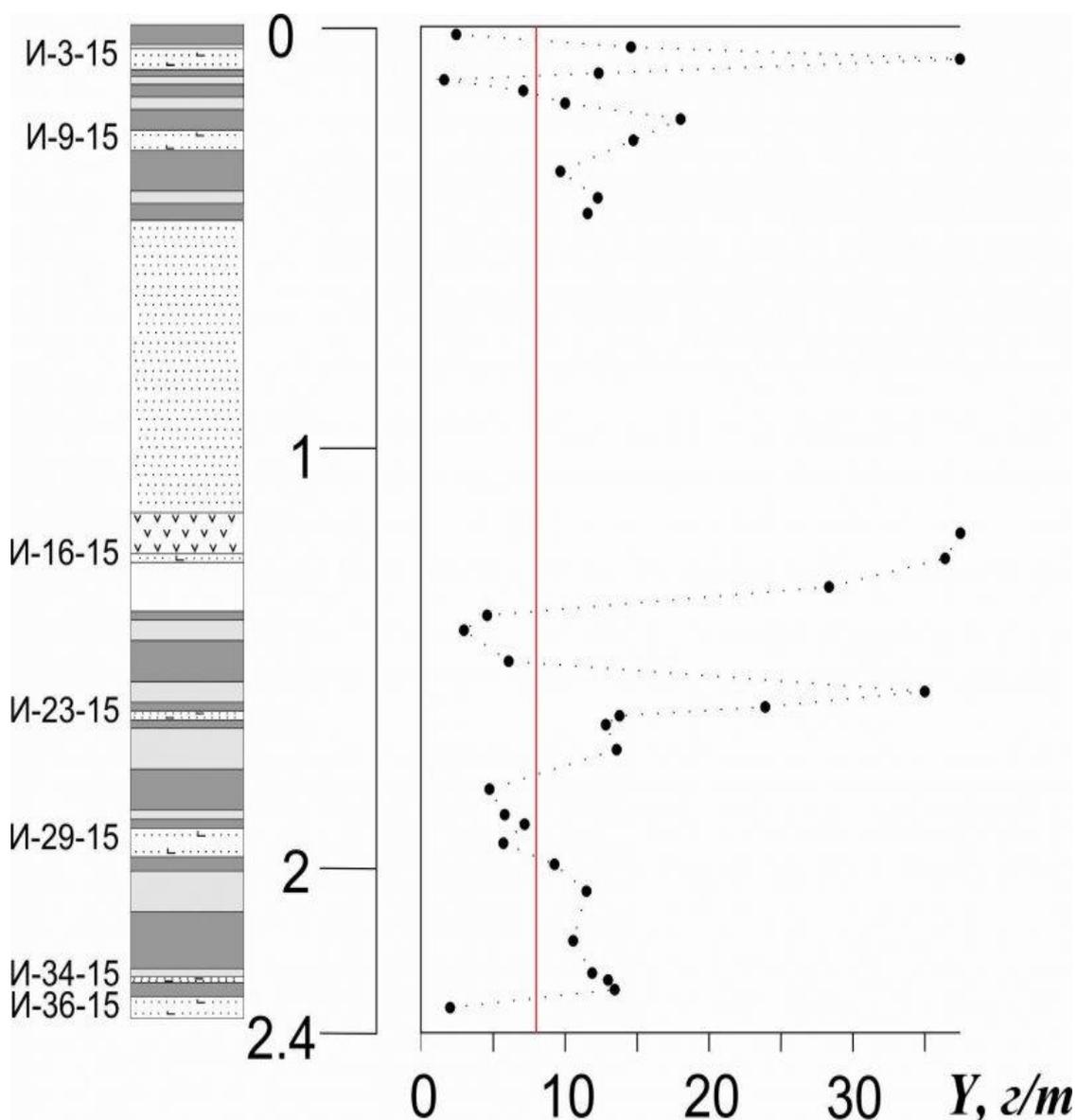


Рисунок 4.5 - Распределение Nb в вертикальном профиле пластов Изыкского месторождения

Для Y большую роль, вероятнее всего, сыграла пирокластика. На рисунке 4.6 по графику распределения в разрезе исследуемого пласта видно, что притонштейновые угли имеют содержание Y , превышающее кларковое в 2 и более раз. Наибольшее значение в пробе угля составляет 35,1 г/т. Однако чем дальше уголь располагается от тонштейнов, тем больше содержание Y в угле падает до содержаний, ниже кларковых, что свидетельствует о том что петрофонд не был решающим фактором накопления Y в разрезе исследуемого пласта.

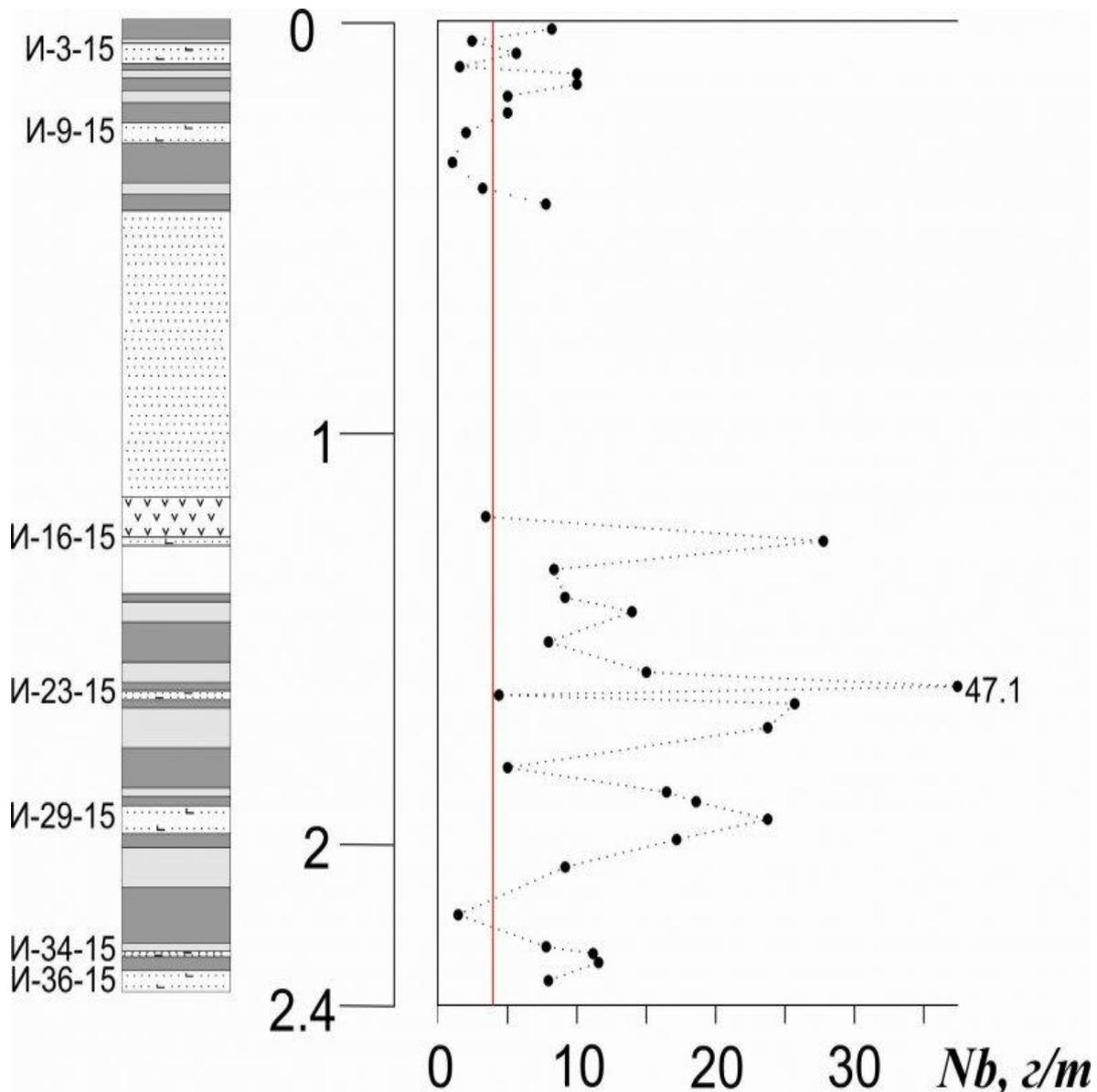


Рисунок 4.6 - Распределение Y в вертикальном профиле пластов Изыхского месторождения

В разрезе пластов Белоярского участка существенных иттриевых аномалий обнаружено не было (рис 4.7). Содержание Y в пробах угля колеблется в районе кларковых содержаний.

На рисунке 4.8 видно, что для Ta в разрезе пластов Изыхского месторождения аномальные содержания строго приурочены к притонштейновым зонам угля. Так максимальное содержание Ta в угле на границе с тонштейном достигает 5,8 г/т, что выше кларкового в 20 раз.

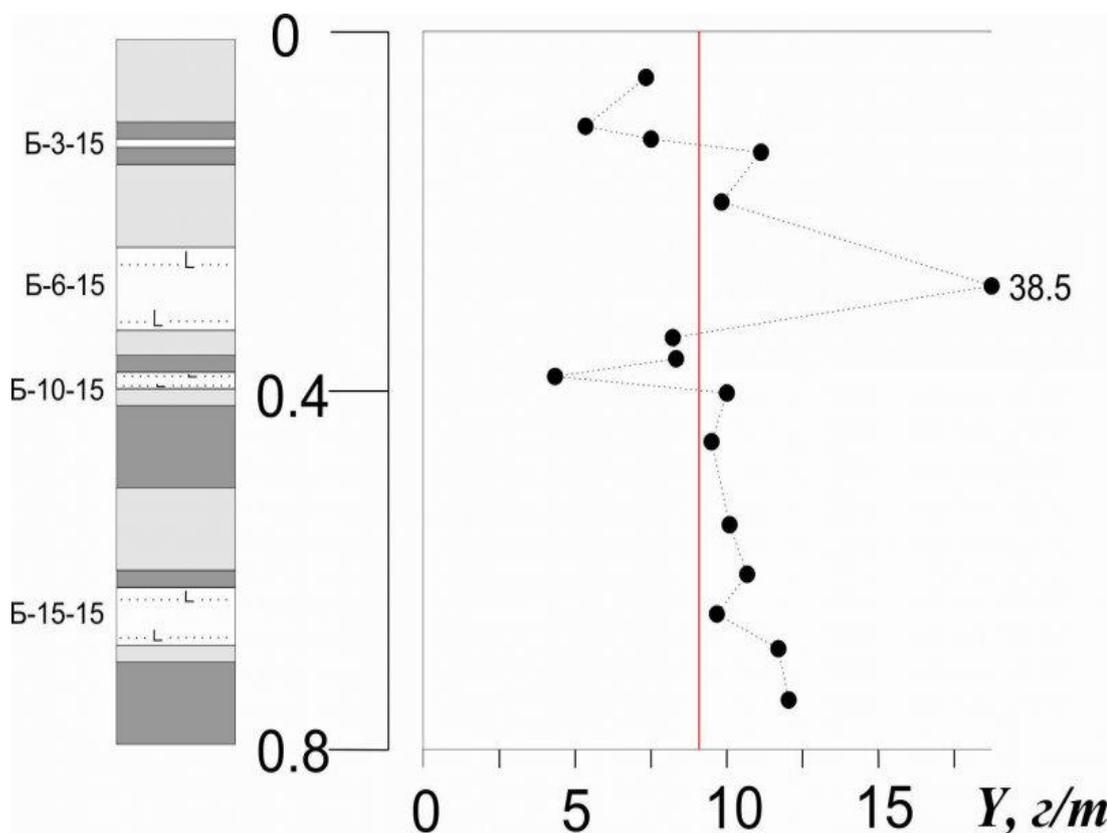


Рисунок 4.7 - Распределение Y в вертикальном профиле пластов участка Белоярский Изыкского месторождения.

Среднее содержание Се в пластах Изыкского месторождения выше кларкового в 2 раза. Наибольшее значение в угле составляет 115,8 г/т, что выше кларкового примерно в 6 раз. На рисунке 4.9 видно, что пики наивысшего содержания Се приходятся как раз на угли, на контакте с тонштейнами.

Среднее содержание La в пластах Изыкского месторождения выше кларкового в 2 раза (рис 4.11). Наибольшее значение в угле составляет 56,1 г/т. Самое большое содержание La в пробах угля фиксируется на контакте с тонштейнами. Отдельно хочется сказать что схема распределения La в пластах практически идентична схеме распределения Се в пластах Изыкского месторождения. Также с помощью электронного микроскопа в тонштейнах были обнаружены минеральные фазы La и Се (рис 4.10).

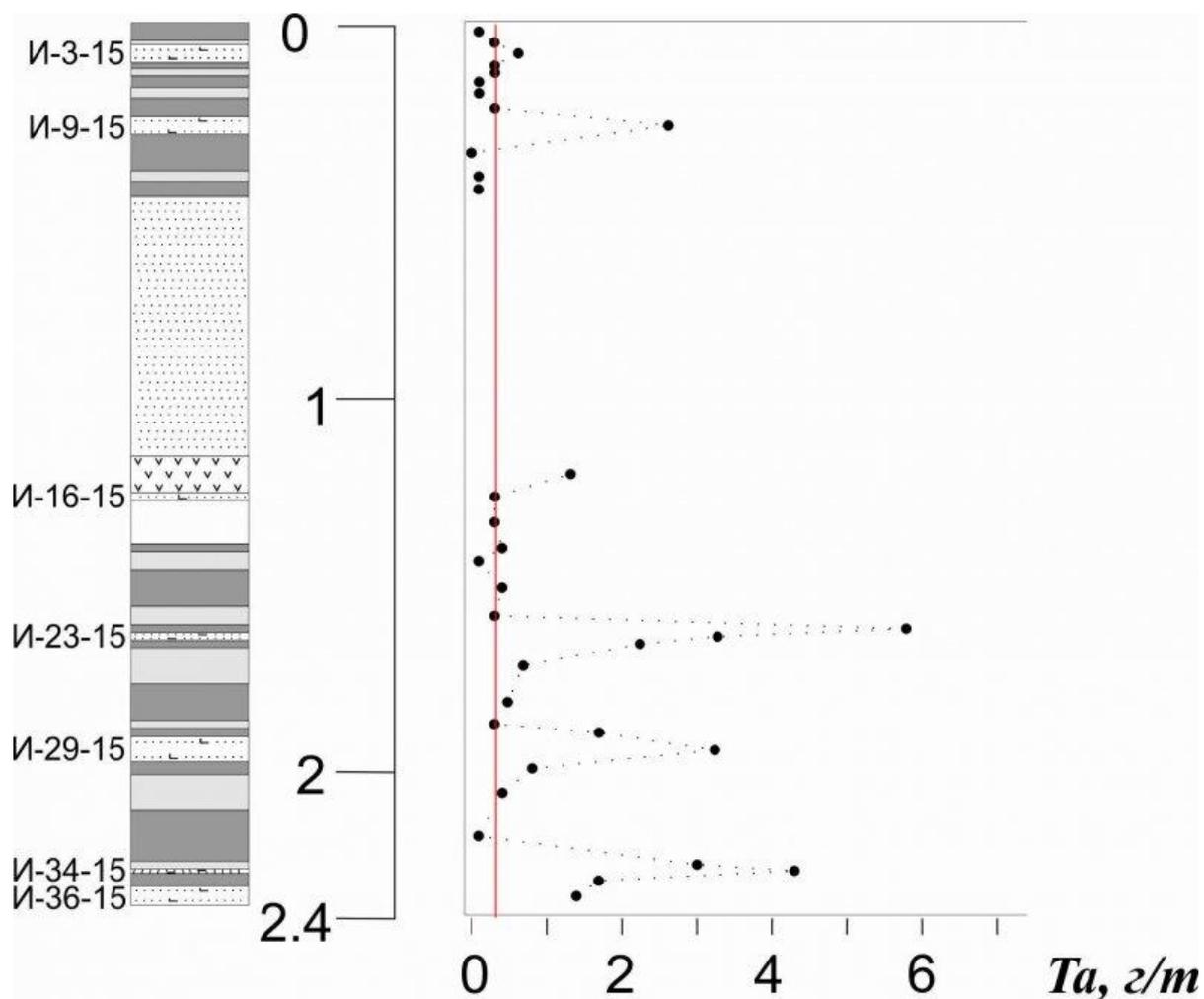


Рисунок 4.8 - Распределение Та в вертикальном профиле пластов Изыкского месторождения

Повышенное содержание Се в пластах Белоярского участка приурочены исключительно к углям притонштейновой зоны. Наибольшее значение в угле составляет 120,6 г/т, что выше кларкового примерно в 6 раз. На рис 4.13 видно, что чем больше расстояние углей от тонштейна, тем меньше содержания Се в нем, вплоть до кларкового.

Для La на Белоярском участке картина похожа. Наибольшее значение составляет 72 г/т. На рисунке 4.12 видно что содержание Lавыше там, где угли находятся ближе к тонштейну, и по мере удаления от них, содержание падает до кларкового.

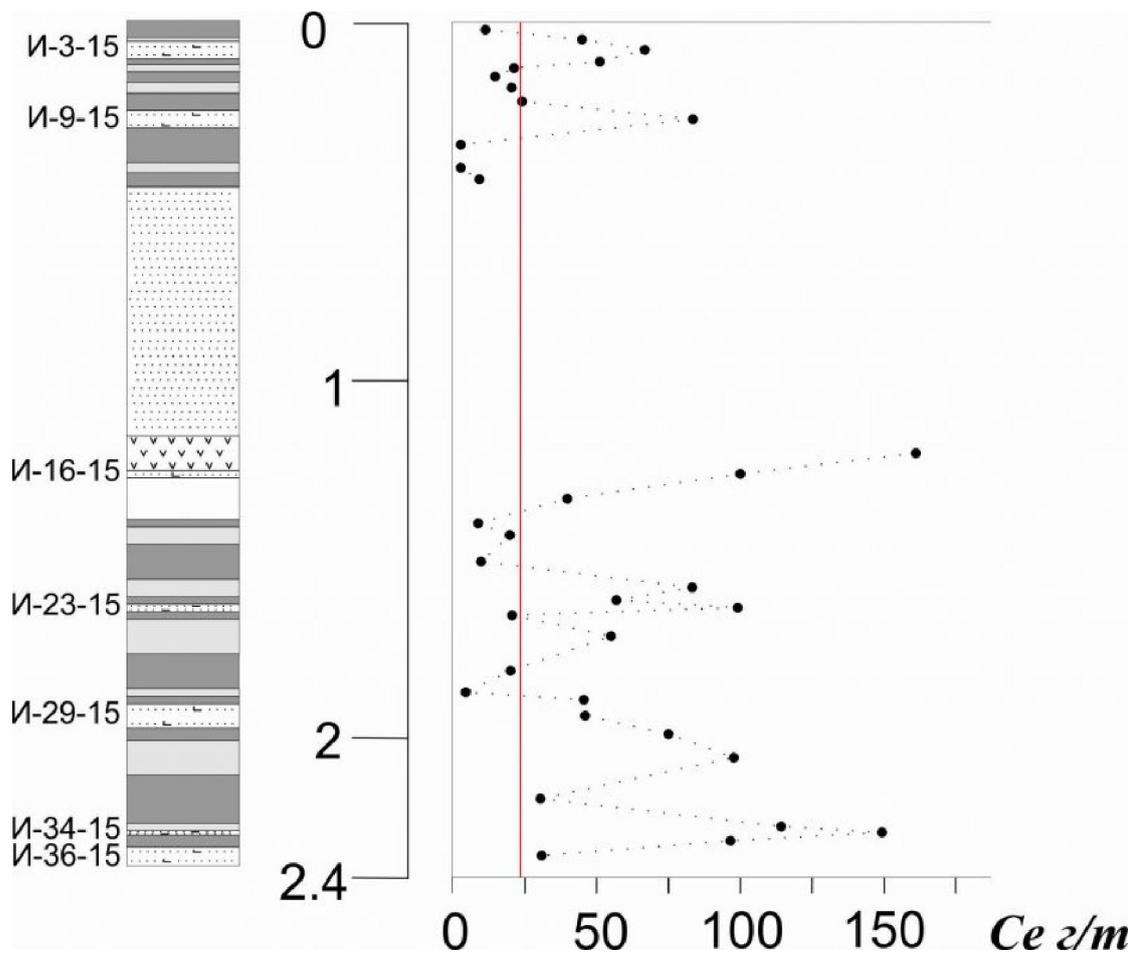


Рисунок 4.9 - Распределение Се в вертикальном профиле пластов Изыкского месторождения

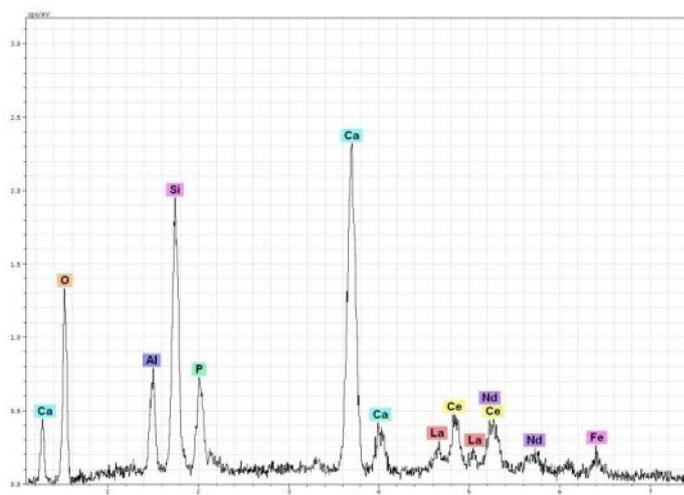
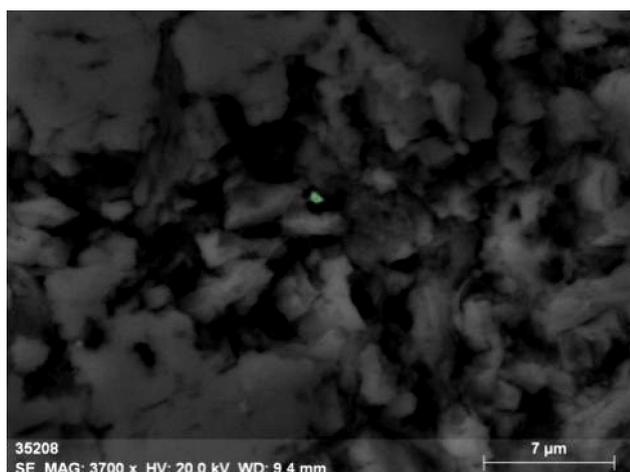


Рисунок 4.10 - Минеральная фаза редких земель в терригенной массе (обр. И-34-15)

Таблица 4.4 - Химический состав минеральной фазы редких земель (весовые проценты) (обр. И-34-15)

Элемент	Весовые проценты
Алюминий	5,08
Кремний	10,00
Кальций	20,66
Кислород	33,88
Железо	2,03
Церий	11,92
Лантан	5,59
Фосфор	4,76
Неодим	6,09
	100

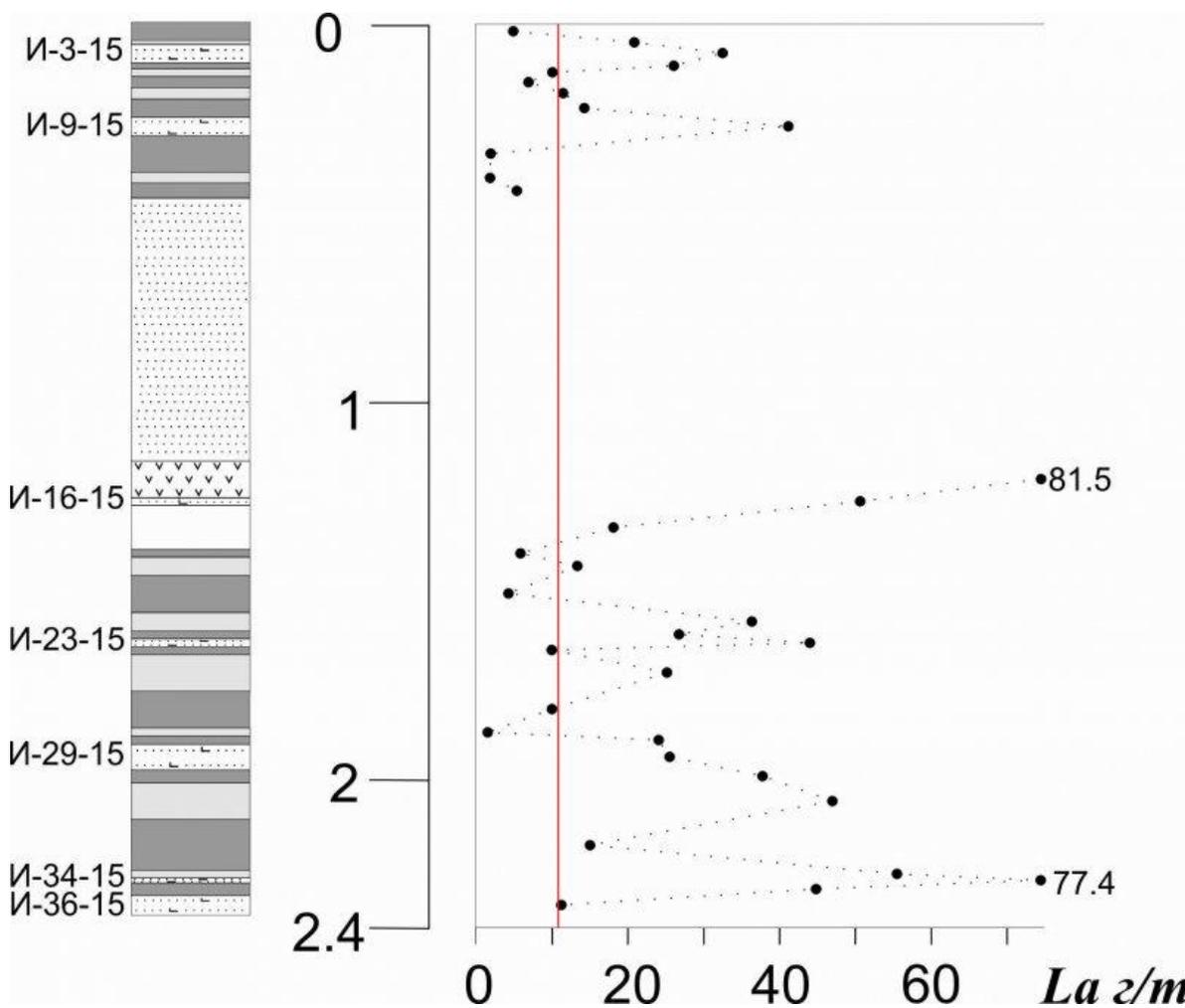


Рисунок 4.11 - Распределение La в вертикальном профиле пластов Изыкского месторождения

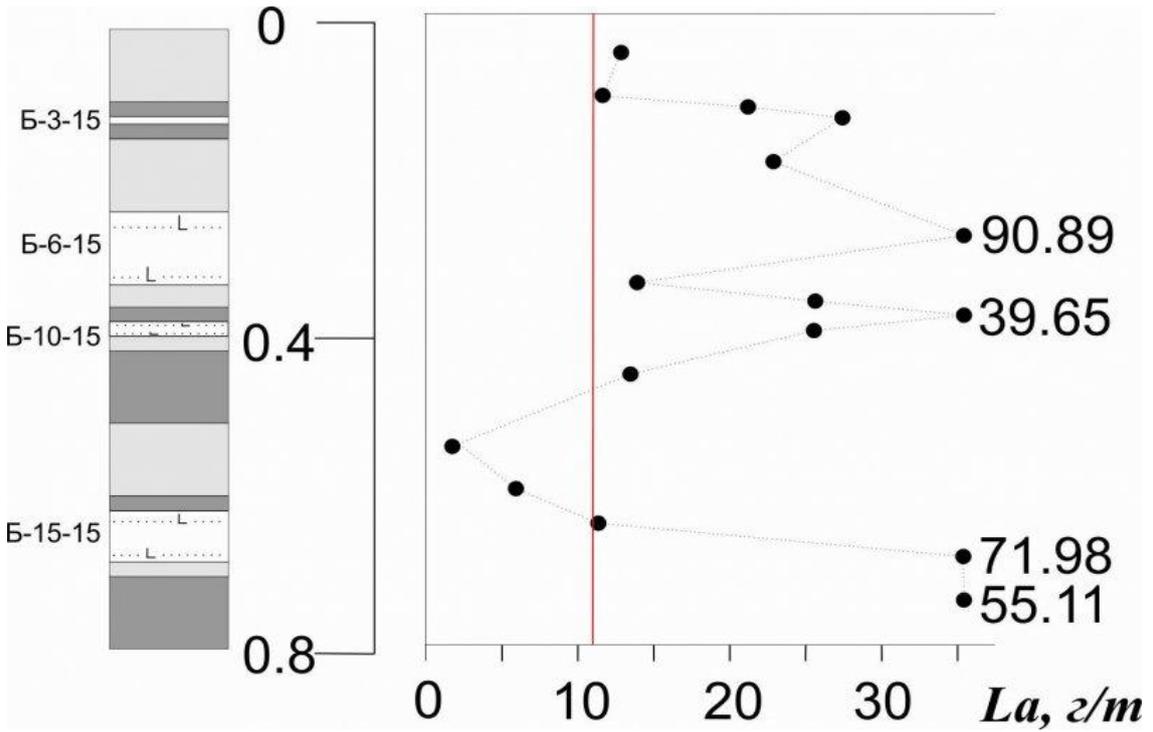


Рисунок 4.12 - Распределение La в вертикальном профиле пластов участка
Белоярский Изыскского месторождения

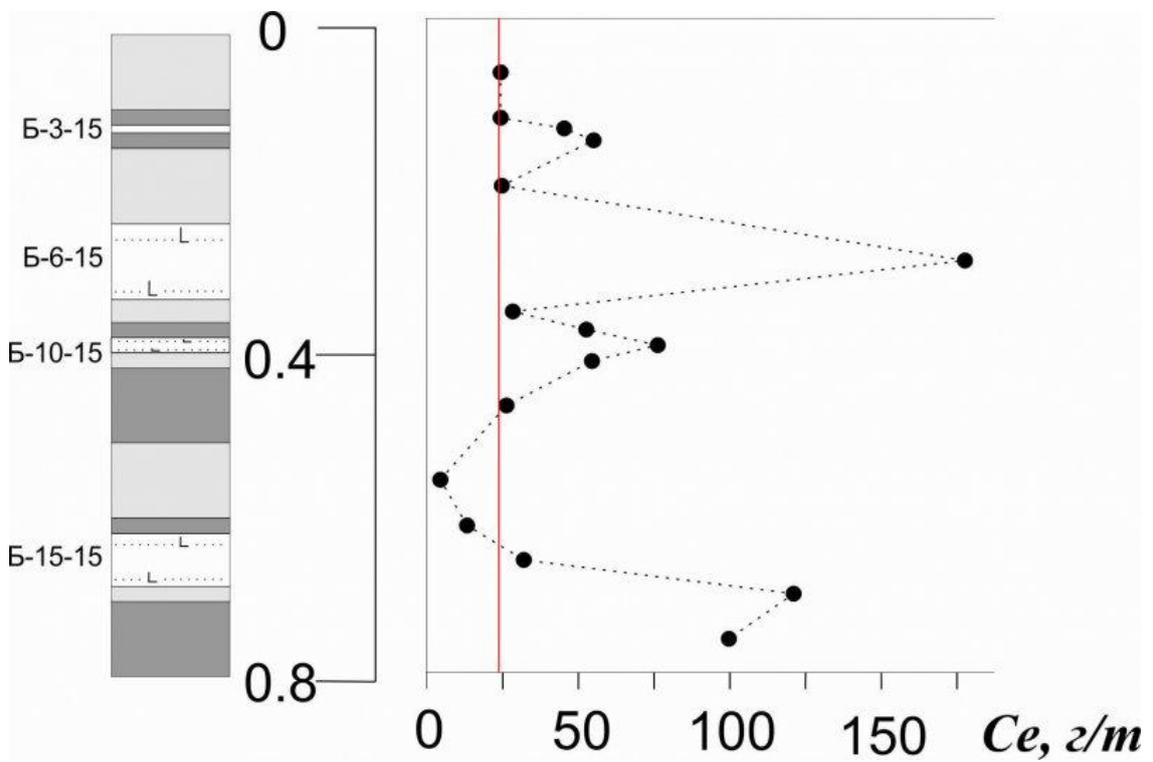


Рисунок 4.13 Распределение Ce в вертикальном профиле пластов участка
Белоярский Изыскского месторождения

Уран в разрезе пласта на Изыхском месторождении распространен неравномерно. На рисунке 4.14 видно, что в верхней части разреза содержание U в углях порой даже ниже кларковых в 2 и более раз. В нижней же части разреза содержание U в углях может превышать кларковые в 7-8 раз. Так наибольшее значение составляет 16,2 г/т в угле, и 52,2 г/т в золе угля, что до промышленных содержаний никак не дотягивает. Также видно, что на контакте с тонштейнами содержание U выше, чем в углях на более отдаленном расстоянии, указывая на то, что синхронный вулканизм, был решающим фактором накопления U в пласте.

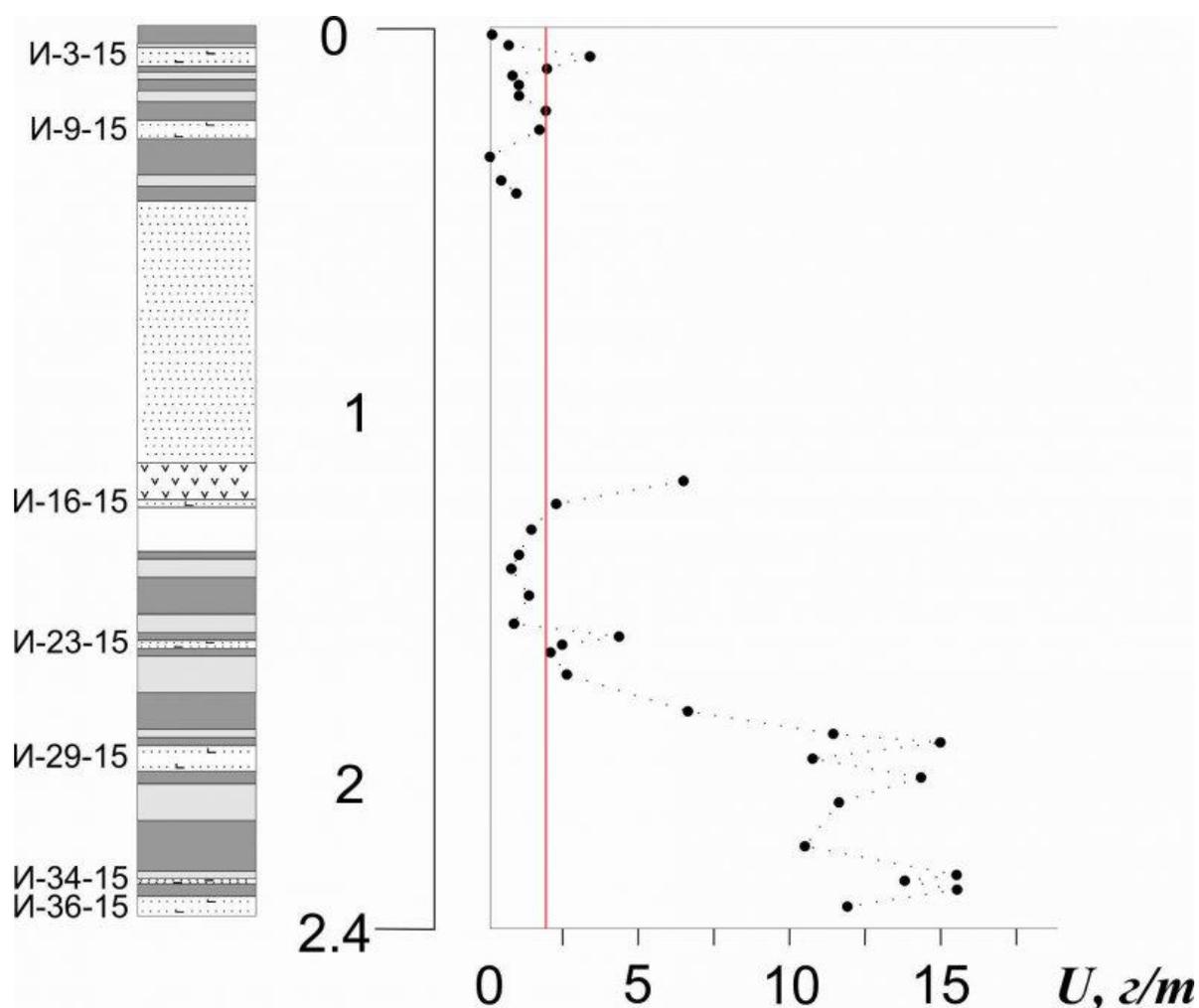


Рисунок 4.14 - Распределение U в вертикальном профиле пластов Изыхского месторождения

Аналогичная картина с содержанием U наблюдается и на Белоярском участке (рис 4.15). Здесь также можно отметить, что притонштейновые угли

более обогащены ураном, и по мере удаления от тонштейнов, концентрация U снижается.

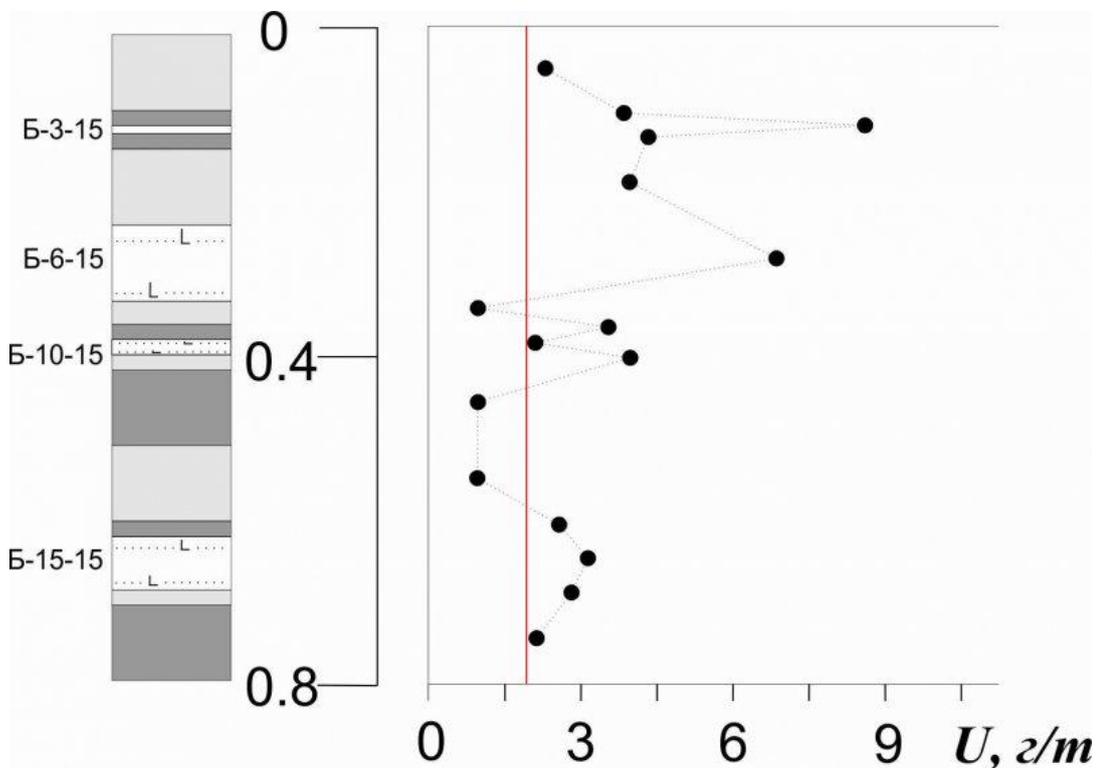


Рисунок 4.15 - Распределение U в вертикальном профиле пластов участка Белоярский Изыхского месторождения.

Для Th на Изыхском месторождении можно отметить то, что какие либо аномалии с повышенным содержанием можно отметить только в углях притонштейновой зоны. Пик содержания Th можно увидеть в нижней части разреза, который составляет 45,3 г/т. На небольшом же удалении от тонштейнов, содержание падает до кларковых.

На Белоярском участке ситуация с Th аналогичная. Повышенные содержания отмечаются исключительно в углях на контакте с тонштейнами, и по мере удаления от них падает до кларковых. Максимальное содержание Th на границе с тонштейном составляет 21,3 г/т.

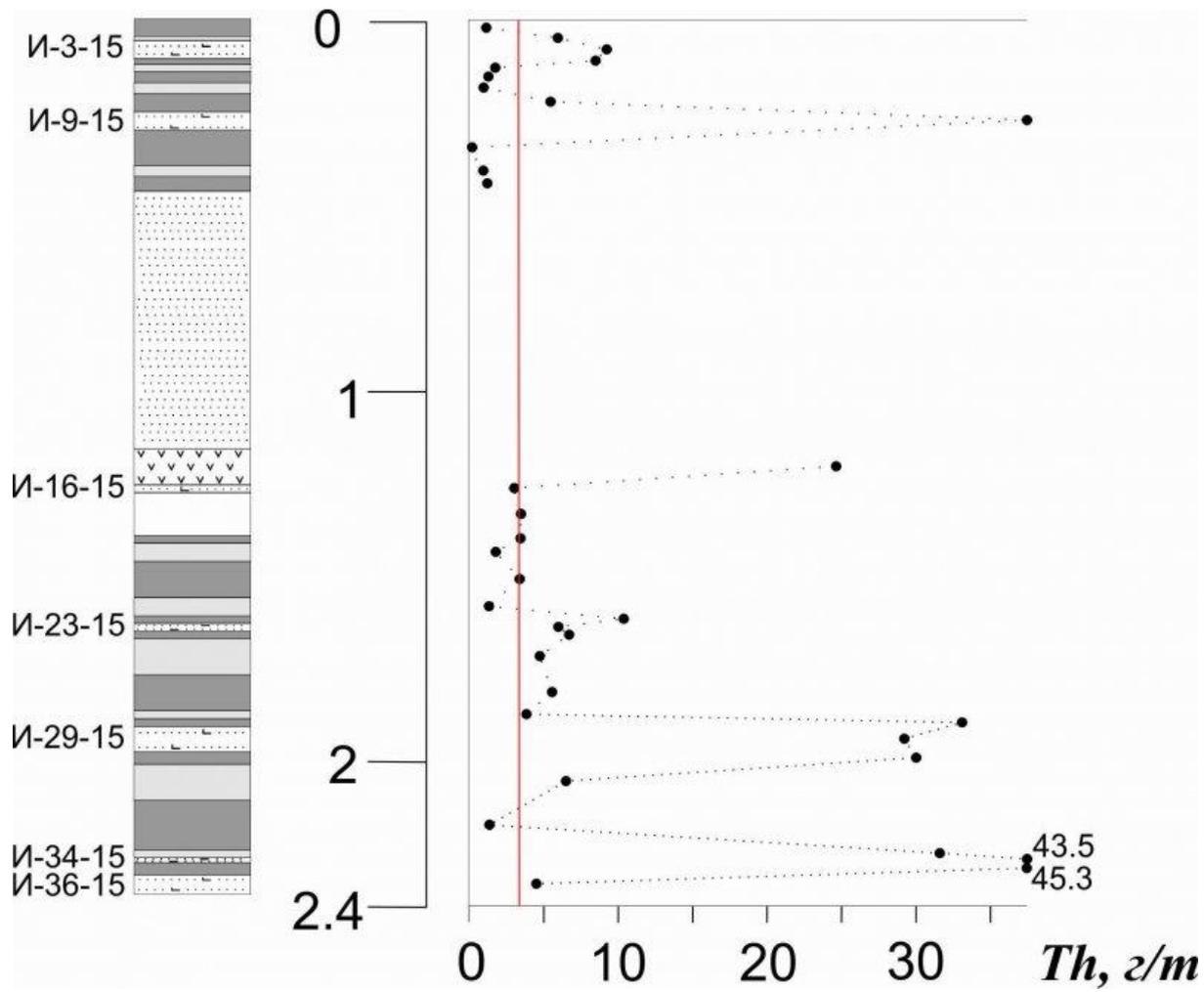


Рисунок 4.16 - Распределение Th в вертикальном профиле пластов Изыхского месторождения

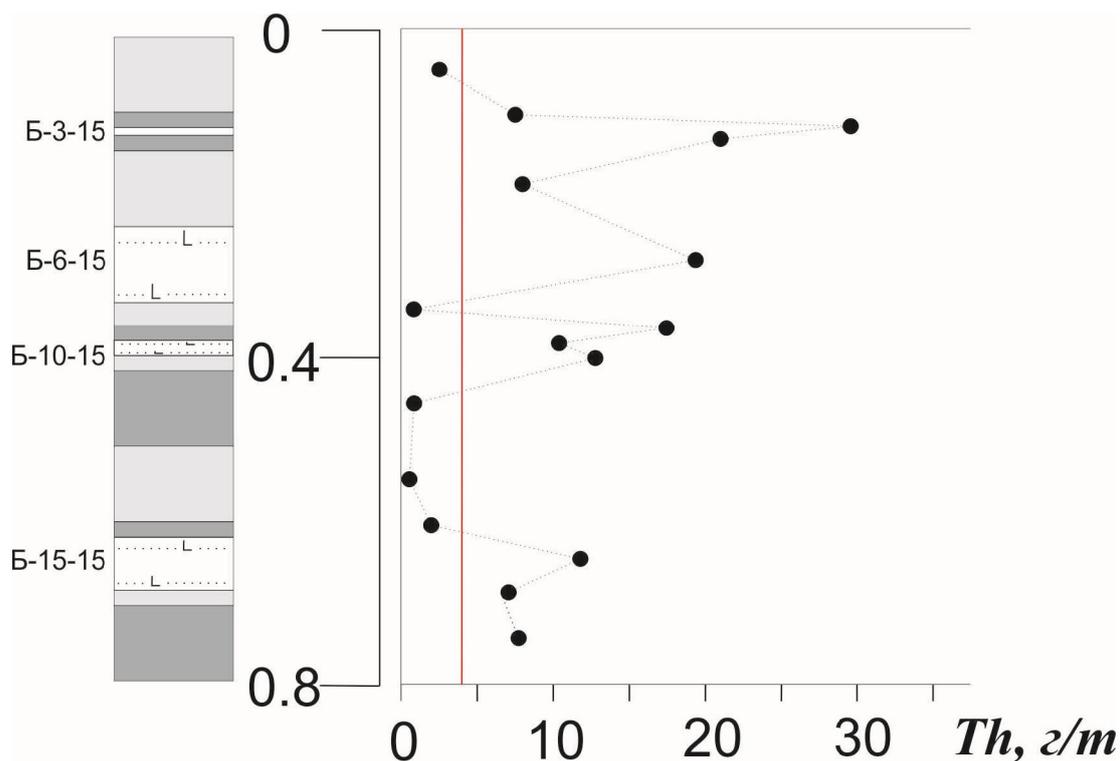


Рисунок 4.17 - Распределение Th в вертикальном профиле пластов участка Белоярский Изыхского месторождения

В результате проведенных исследований, можно сделать вывод, что угли Изыхского месторождения в целом можно охарактеризовать достаточно низкими содержаниями элементов-примесей. Частично это можно объяснить низкой зольностью ушлей. Повышенные же содержания отмечаются в непосредственной близости от тонштейнов, но это локальные зоны мощностью в несколько сантиметров. Следует обратить внимание на элемент Zr, так как в целом практически по всем исследованным образцам содержание Zr превышает 120 г/т, что согласно инструктивным материалам может рассматриваться как возможно промышленно значимое

Примечательно, что концентрация некоторых элементов в углях притонштейновой зоны выше, чем концентрация в самих тонштейнах. Связано это с разной способностью к миграции различных химических элементов. К

тому же наблюдается тенденция снижения концентраций литофильных редких элементов в угле по мере удаления от тонштейнов, что позволяет сделать выводы о непосредственном влиянии пирокластического материала на элементный состав углей

5. Природа тонштейнов Изыхского месторождения

Для корреляции угольных пластов во всем мире широко используются специфические маломощные, но удивительно выдержанные по простиранию глинистые прослои, получившие в мировой геологической литературе название флинтклеи или тонштейны. Они известны еще с XIX века. Также тонштейны используются геологами для характеристики роли вулканизма в формировании угленосных отложений, для оценки периодичности и состава вулканических извержений, а также для решения ряда других задач. Наличие тонштейнов выявлено и охарактеризовано во многих угольных бассейнах мира. Пирокластика, которая участвует в формировании тонштейнов, интерпретируется исследователями как источник накопления в углях промышленных концентраций ценных металлов и аномальных концентраций элементов-примесей хотя их местонахождения в различных бассейнах известны давно.

Влияние фактора пирокластического материала на формирование геохимического фона редких элементов-примесей в угольных месторождениях и бассейнах в полной мере не оценено. В настоящей работе приведены данные минералого-геохимических исследований тонштейнов Изыхского месторождения Минусинского каменноугольного бассейна, а также анализ оценки роли пирокластического материала как источника накопления редких и радиоактивных элементов-примесей в углях [2].

С целью выяснения происхождения тонштейнов и их роли в накоплении ценных и токсичных элементов-примесей в углях Изыхского месторождения были детально опробованы и изучены как сами тонштейны, так и вмещающие их угли.

Состав редких и радиоактивных элементов-примесей в тонштейнах, углях и золах углей определен методом ICP MS. Данные находятся в таблицах 5.1 и 5.2.

Для изучения условий формирования тонштейнов по результатам химических анализов были рассчитаны основные литохимические модули: ГМ – гидролизатный $(\text{TiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO} + \text{MnO})/\text{SiO}_2$; ТМ – титановый $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$; ЖМ – железный $(\text{F}_2\text{O}_3 + \text{FeO} + \text{MnO})/(\text{TiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3)$; ФМ – фемический $(\text{F}_2\text{O}_3 + \text{FeO} + \text{MnO} + \text{MgO})/\text{SiO}_2$; НКМ – модуль нормированной щелочности $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$; АМ – алюмокремниевый $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$; ЩМ – щелочной $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ (таблица 5.3 и 5.4).

Микроэлементный состав тонштейнов специфичен и подтверждает их возможное вулканогенное происхождение из пеплов кислого, среднего или щелочного состава. В большинстве из них существенно повышено по сравнению с кларком содержание U, Th, Zr, РЗЭ, Pb, частично Nb, Sr, Ва. В то же время резко понижено содержание сидерофильных и многих халькофильных металлов. В других, наоборот, велика роль сидерофильных и халькофильных элементов с подчиненной ролью литофильных.

Таблица 5.1 - Содержание элементов в тонштейнах угольных пластов участка БелоярскийИзыхского месторождения, г/т

Be	0,4	0,6	0,4	0,3	1,9
Sc	5,7	9,5	2,6	2,9	9,6
V	7,1	8,2	3,4	6,4	91
Cr	15,0	11,5	19,7	5,2	58
Co	15,9	7,3	0,5	0,9	14
Ni	104,3	43,9	13,6	2,7	37
Cu	49,2	56,7	43,3	35,7	31
Zn	15,9	98,0	3,1	52,0	43
Ga	19,1	21,2	22,0	14,6	12
Rb	11,9	23,5	11,1	13,7	94
Sr	38,9	55,6	38,8	73,5	270
Y	7,5	38,5	4,3	9,7	29
Zr	162,8	184,9	94,6	147,0	170
Nb	13,2	9,3	3,5	3,8	7,6
Mo	1,9	2,0	0,8	0,9	1,5
Cd	0,2	0,3	0,5	0,5	0,8
Sn	4,8	5,6	3,7	3,5	7,7
Cs	0,8	1,0	0,8	2,0	2,9

Продолжение таблицы 5.1

Элемент	Б-3-15	Б-6-15	Б-10-15	Б-15-15	Кларк*
Ba	243,5	304,8	166,9	127,4	410
La	21,6	90,9	39,7	11,3	32
Ce	44,9	183,3	76,1	33,1	52
Pr	5,0	21,1	8,3	4,1	Н.д.
Nd	17,2	79,5	28,6	16,0	Н.д.
Sm	3,1	14,3	4,6	3,3	5,5
Eu	0,4	1,4	0,4	0,4	0,94
Gd	2,4	13,2	3,2	2,9	Н.д.
Tb	0,3	1,6	0,4	0,5	0,69
Dy	1,6	8,9	1,6	2,3	Н.д.
Ho	0,3	1,5	0,2	0,5	Н.д.
Er	0,9	4,6	0,6	1,2	Н.д.
Tm	0,1	0,6	0,1	0,2	Н.д.
Yb	0,9	3,8	0,6	1,1	2,0
Lu	0,1	0,5	0,1	0,2	0,44
Hf	15,6	9,0	4,7	8,4	3,9
Ta	2,7	1,8	1,4	1,4	1,0
W	4,6	1,5	2,4	1,6	Н.д.
Pb	50,8	37,8	44,1	35,5	12
Th	29,5	19,0	10,4	12,6	7,7
U	8,7	6,8	2,0	3,1	3,4

Таблица 5.2 -Содержание элементов в тонштейнах угольных пластов Изыхского месторождения, г/т

Элемент	И-3-15	И-9-15	И-16-15	И-23-15	И-29-15	И-34-15	И-36-15	Кларк
Be	2,0	0,8	0,5	2,1	0,6	0,7	0,6	1,9
Sc	12,7	3,2	10,0	1,2	1,9	2,3	1,5	9,6
V	10,4	4,1	36,6	5,7	6,9	12,9	8,3	91
Cr	12,8	16,1	69,9	17,3	26,8	11,0	17,0	58
Co	1,5	1,1	12,4	0,9	13,4	39,6	5,8	14
Ni	19,4	17,7	103,0	6,2	30,5	77,3	12,4	37
Cu	68,6	23,2	99,7	41,1	65,8	28,6	39,6	31
Zn	62,4	49,5	22,8	66,4	11,6	8,4	9,5	43
Ga	13,7	10,3	6,3	17,0	27,8	44,1	10,8	12
Rb	11,8	12,0	9,6	49,6	13,1	9,7	10,6	94
Sr	9010,2	3259,7	399,8	63,4	53,3	34,9	37,6	270
Y	75,5	14,7	36,7	13,9	5,6	13,0	2,2	29

Продолжение таблицы 5.2

Элемент	И-3-15	И-9-15	И-16-15	И-23-15	И-29-15	И-34-15	И-36-15	Кларк
Zr	91,7	80,6	57,4	192,8	213,2	238,8	159,8	170
Nb	5,6	2,2	9,2	4,4	23,8	11,1	7,9	7,6
Mo	1,4	1,4	3,6	1,4	5,3	1,9	4,2	1,5
Cd	0,3	0,3	0,1	0,5	0,2	0,3	0,2	0,8
Sn	4,1	10,6	1,2	6,6	9,7	11,0	3,1	7,7
Cs	0,5	0,6	0,4	1,3	0,6	0,6	0,3	2,9
Ba	4917,7	1732,2	476,2	706,8	128,5	76,7	51,1	410
La	32,6	40,9	50,2	44,5	26,0	77,4	11,0	32
Ce	67,7	82,2	100,9	97,7	46,9	149,9	29,7	52
Pr	8,2	8,6	10,9	11,7	4,5	15,5	3,0	Н.д.
Nd	33,0	29,8	42,4	43,2	14,7	52,7	10,2	Н.д.
Sm	7,4	5,5	8,3	7,3	2,4	8,6	1,9	5,5
Eu	2,0	0,5	1,4	0,8	0,3	0,7	0,3	0,94
Gd	8,3	4,7	8,3	5,9	1,9	7,2	1,2	Н.д.
Tb	1,2	0,7	1,1	0,6	0,2	0,9	0,2	0,69
Dy	8,6	3,5	6,2	3,2	1,5	4,0	0,9	Н.д.
Ho	2,0	0,6	1,3	0,6	0,3	0,5	0,2	Н.д.
Er	6,7	1,6	3,8	1,6	0,9	1,5	0,4	Н.д.
Tm	1,0	0,2	0,5	0,2	0,1	0,2	0,1	Н.д.
Yb	6,8	1,3	3,4	1,3	0,7	1,2	0,4	2,0
Lu	1,1	0,2	0,4	0,2	0,1	0,2	0,1	0,44
Hf	2,9	6,6	1,8	5,6	7,0	9,7	3,5	3,9
Ta	0,6	2,6	0,3	3,2	3,3	4,3	1,4	1,0
W	2,0	1,2	2,0	1,1	7,8	2,2	0,9	Н.д.
Pb	18,7	47,9	6,6	25,8	61,6	31,7	16,5	12
Th	9,3	40,7	2,7	6,0	29,1	43,8	4,6	7,7
U	3,3	1,9	2,3	2,5	10,8	13,8	11,9	3,4

Микроэлементный состав тонштейнов весьма неоднороден, что обусловлено как эволюцией магматизма в период формирования угленосных отложений, так и большой ролью эпигенетических изменений в достаточно длительный период формирования углей.

Состав тонштейнов И-9-15, И-29-15, И-34-15, и Б-10-15 близок к нормативному составу каолинита, но отличается несколько повышенным содержанием кремнезема.

Для чистого каолинита значения гидролизатного и алюмокремниевого модулей равны между собой. При этом величина ГМ равна 0,73...0,83, а величина АМ - 0,7...0,8 (таблица 5.3, 5.4). Это указывает на несколько повышенную кремнистость тонштейнов по сравнению с чистым каолинитом и позволяет оценить исходный состав пепла как риолитовый [17]. Эти данные также подтверждаются диаграммой Winchester and Floyd (1977) (рис 5.1, 5.2).

Таблица 5.3 - Содержание основных золообразующих элементов в тонштейнах участка Белоярский Изыхского месторождения, в %

Компонент/ № пробы	Б-3-15	Б-6-15	Б-10-15	Б-15-15
SiO ₂	42,81	46,46	47,41	51,26
TiO ₂	1,06	0,26	0,22	0,33
Al ₂ O ₃	28,47	26,43	32,97	24,69
Fe ₂ O ₃	3,53	6,77	1,25	3,32
MnO	0,02	0,03	0,01	0,01
MgO	1,30	2,34	0,92	1,84
CaO	0,94	1,16	0,46	0,94
Na ₂ O	0,21	0,30	0,15	0,39
K ₂ O	0,60	1,19	0,44	0,61
P ₂ O ₅	0,05	0,18	0,03	0,12
Литохимический модуль				
ГМ	0,77	0,72	0,73	0,55
АМ	0,67	0,57	0,70	0,48
ЖМ	0,12	0,25	0,04	0,13
ФМ	0,11	0,20	0,05	0,10
НКМ	0,81	1,49	0,60	1,00
ЦМ	0,35	0,25	0,34	0,64

Таблица 5.4 - Содержание основных золообразующих элементов в тонштейнах Изыхского месторождения, в %

Компонент/ проба	И-3-15	И-9-15	И-16-15	И-23-15	И-29-15	И-34-15	И-36-15
SiO ₂	25,02	36,63	12,48	43,84	39,85	39,19	16,35
TiO ₂	0,81	0,21	0,24	0,26	0,35	0,35	0,27
Al ₂ O ₃	20,11	25,98	4,64	15,95	29,44	31,39	9,89
Fe ₂ O ₃	0,62	0,85	3,12	0,69	4,76	0,61	1,33
MnO	0,01	0,00	0,16	0,01	0,02	0,01	0,01
MgO	0,36	0,43	0,40	0,27	0,28	0,23	0,15
CaO	17,72	2,26	39,99	0,45	0,19	0,42	0,27
Na ₂ O	0,38	0,45	0,11	0,33	0,27	0,08	0,10
K ₂ O	0,55	0,82	0,30	3,05	0,72	0,45	0,55
P ₂ O ₅	13,58	2,16	0,12	0,20	0,04	0,05	0,02
Литохимический модуль							
ГМ	0,86	0,74	0,65	0,39	0,87	0,83	0,70
АМ	0,80	0,71	0,37	0,36	0,74	0,80	0,60
ЖМ	0,03	0,03	0,67	0,04	0,16	0,02	0,13
ФМ	0,04	0,04	0,29	0,02	0,13	0,02	0,09
НКМ	0,94	1,27	0,41	3,38	0,99	0,53	0,65
ЦМ	0,69	0,55	0,35	0,11	0,38	0,18	0,19

Исключением из довольно однородных по составу тонштейнов являются пробы И-3-15 и И-9-15, отличающиеся уникальным фосфатным составом. Для них характерно также высокое содержание стронция (9010 и 3259 г/т соответственно) и бария (4917 и 1732 г/т соответственно). Для понимания условий его формирования необходимо проведение дополнительных исследований.

Отдельно стоит отметить тонштейн И-3-15. Согласно диаграмме Winchester and Floyd (1977) он очень сильно отличается от остальных тонштейнов, и имеет андезитовый состав исходного материала. Андезитовый состав подчеркивается и высоким значением железного модуля. Согласно Я.Э. Юдовичу его величина более 0,75 типична для платформенных базальтоидов. В нашем случае она 0,67, что говорит о более кислом составе (андезиты). Также данный тонштейн сильно выделяется на графике нормированного к хондриту распределения редкоземельных элементов (рис 5.3).

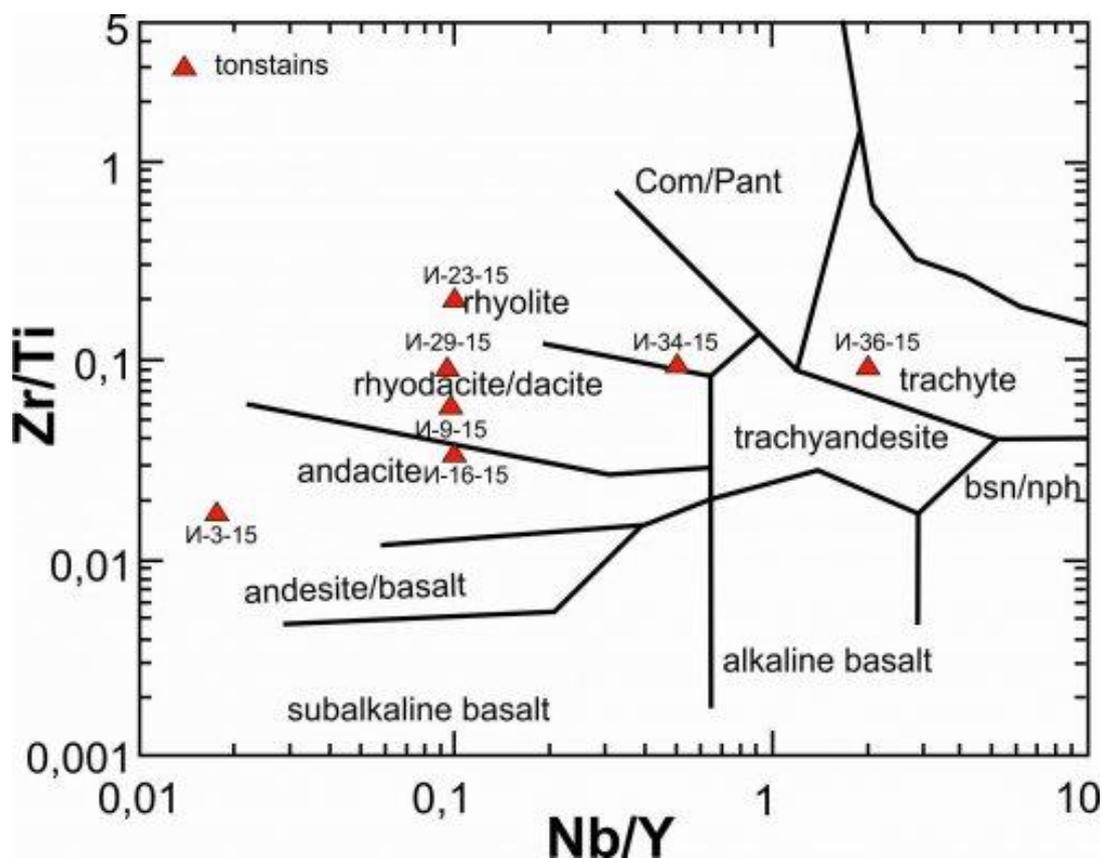


Рисунок 5.1 -Положение тонштейнов из углей Изыхского месторождения на классификационной диаграмме Winchester and Floyd (1977)

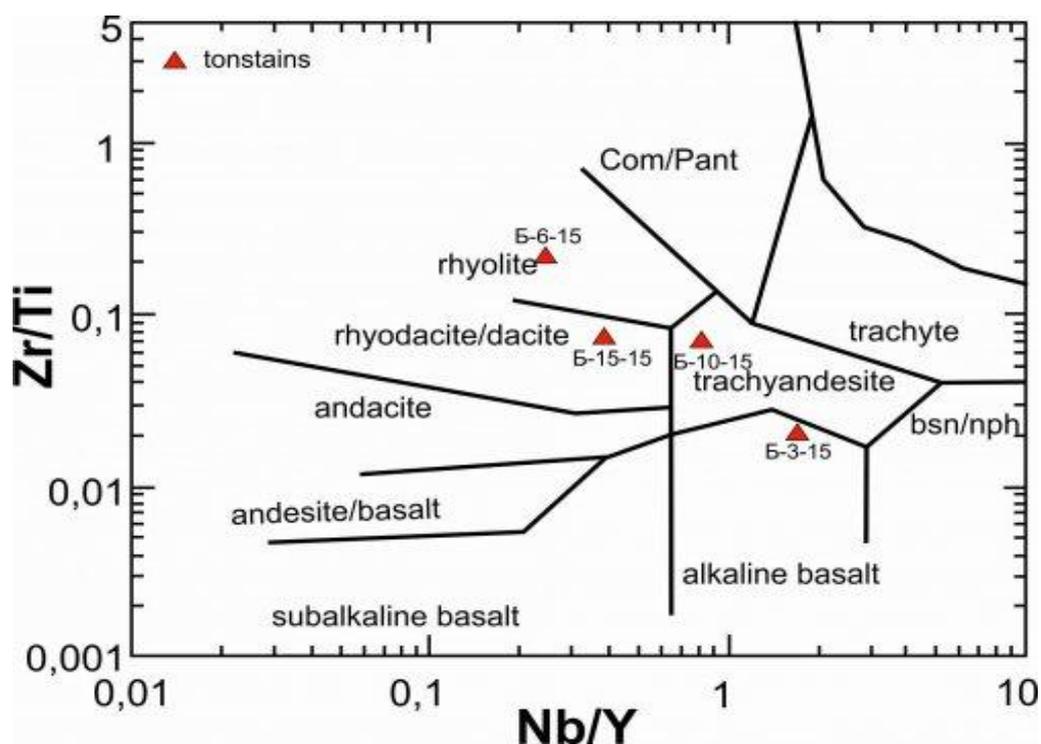


Рисунок 5.2 - Положение тонштейнов из углей участка Белоярский Изыхского месторождения на классификационной диаграмме Winchester and Floyd (1977)

Остальные тонштейны на подобных диаграммах распределения РЗЭ можно разделить на 2 группы. Согласно исследованиям на угольном месторождении Songzaо (Юго-Восточная часть КНР)[20] первую группу можно отнести к кремниевым тонштейнам, а вторую группу к щелочным (рис 5.4, 5.5). Эти данные неплохо согласуются с классификационными диаграммами Winchester and Floyd (1933)

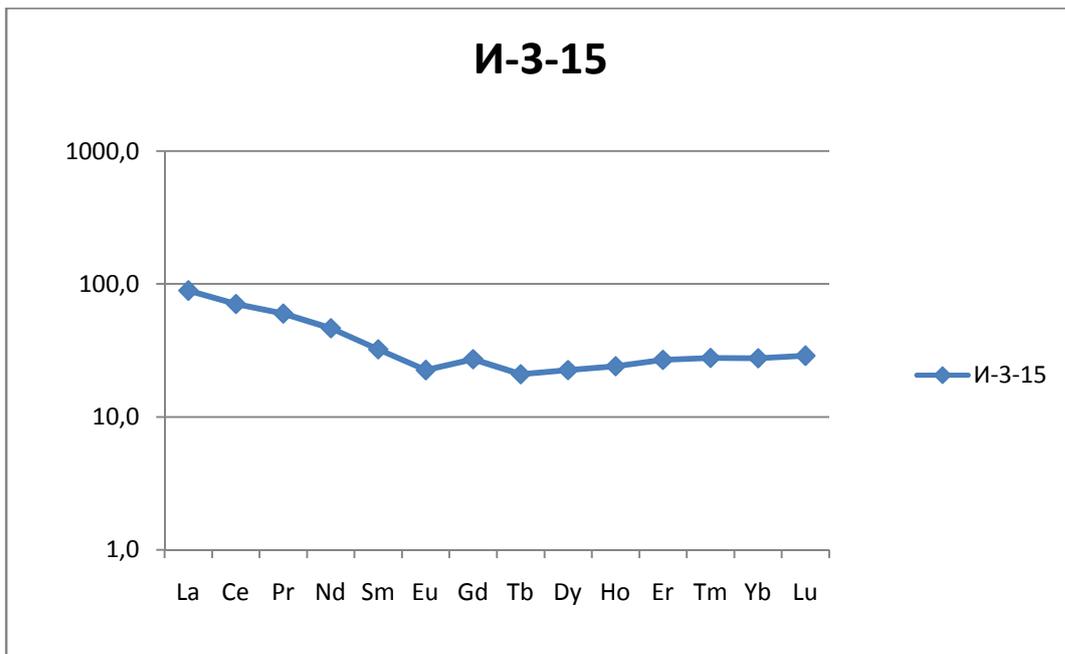


Рисунок 5.3 - Диаграмма нормированного к хондриту распределения редкоземельных элементов для тонштейна основного состава.. Нормированные значение по Тейлору и Мак-Леннану (1985)

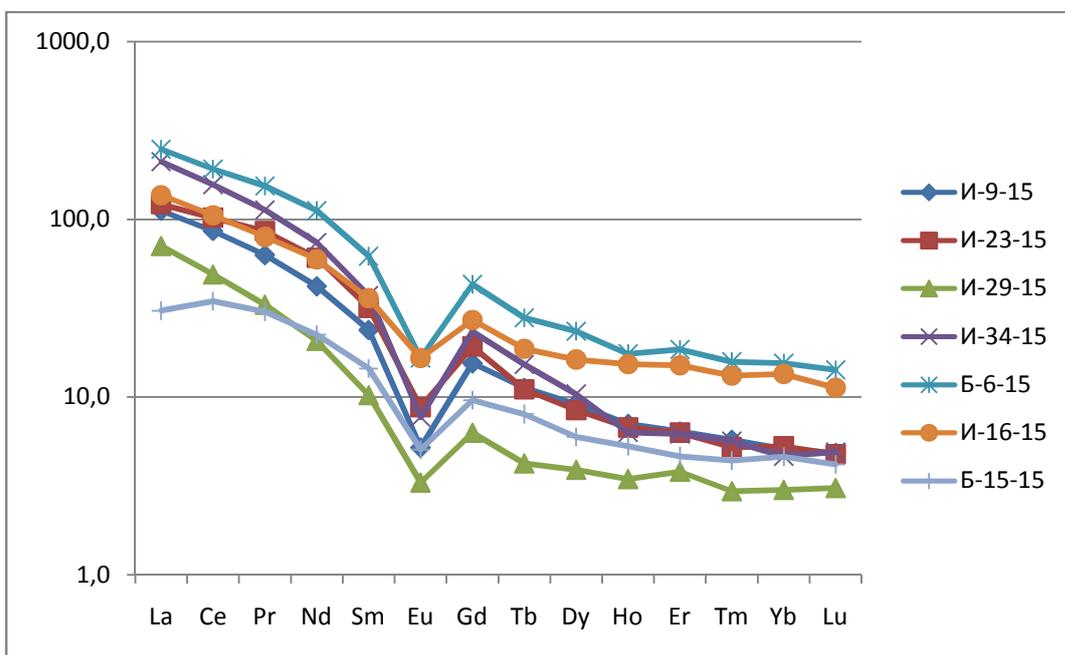


Рисунок 5.4 Диаграмма нормированного к хондриту распределения редкоземельных элементов для тонштейновкремниего состава. Нормированные значение по Тейлору и Мак-Леннану (1985)

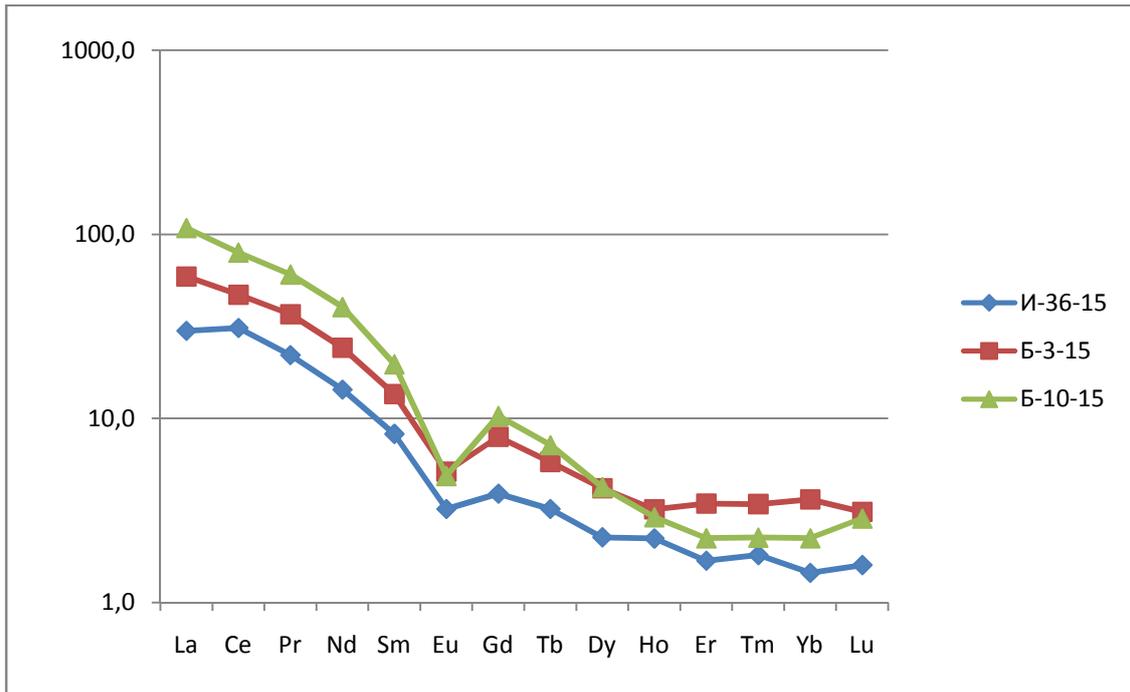


Рисунок 5.5 Диаграмма нормированного к хондриту распределения редкоземельных элементов для тонштейнов щелочного состава..
Нормированные значение по Тейлору и Мак-Леннану (1985)

6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью настоящей работы является исследование продуктов палеовулканизма, как источника редких металлов в углях Изыхского месторождения Минусинского угольного бассейна.

С целью выяснения роли тонштейнов в накоплении ценных элементов-примесей в углях были детально опробованы и изучены как сами тонштейны, так и вмещающие их угли. Для этого было проведено несколько видов работ, а именно:

- изготовление шлифов и аншлифов;
- определение зольности углей;
- электронно-зондовый микроанализ;
- рентгенофлуоресцентный анализ (РФА);
- масс-спектрометрический анализ с индуктивно связанной плазмой (ISP-MS)

Вышеописанные методы исследования вещества позволяют в полной мере оценить роль палеовулканизма, как источника редких металлов в углях, а также проследить геохимическую специализацию как тонштейнов, так и вмещающих их углей.

В главе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» выпускной квалификационной работы представлен расчет сметной стоимости работ по изготовлению шлифов и аншлифов.

6.1. Расчетная часть

Прозрачные шлифы – тонкие пластинки – срезы, для исследования в проходящем свете. Полированные шлифы (аншлифы) – полированные штуфы для исследования в отраженном свете (Согласно пункту 13.1 главы 13 ССН-92, Выпуск 7).

Для петрографического исследования углей прозрачные шлифы изготавливают из образцов угля и из образцов вмещающих пород кровли и почвы. Изготовлению прозрачных шлифов из углей предшествует обработка (цементация) материала, из которого делают шлифы. При изготовлении прозрачных шлифов производится шлифовка и полировка одной из сторон среза образца, приклейка к предметному столу, шлифовка и доводка свободной стороны среза (13.2 пункт, глава 13 ССН-92, Выпуск 7).

Исходя из «Классификация ископаемых углей по категориям сложности изготовления из них шлифов» главы 13 ССН-92, Выпуск 7, имеющиеся образцы для изготовления прозрачных и полированных шлифов относятся к II категории сложности работ.

Расчет затрат времени и труда на лабораторные работы

Нормы времени на изготовление прозрачных и полированных шлифов приведены в таблице 6.1 (Таблица 13.3 главы 13 ССН-92, Вып. 7).

Таблица 6.1 - Нормы времени на изготовление из горных пород и руд прозрачных и полированных шлифов (в бригадо/час)

Номер нормы	Наименование работ	Единица измерения	Норма
1810	Изготовление прозрачных шлифов с двухсторонней полировкой при размере шлифа 20x20 мм, для II категории сложности.	Прозрачный шлиф	2,07
1818	Изготовление полированных шлифов- брикетов для II категории сложности.	Полированный шлиф брикет	1,06

Расчет затрат времени (N_i) по каждому виду работ производится по формуле 1, данные расчетов приведены в таблице 6.2:

$$N_i = H_{Bp} \times K \times V_i; \quad (1)$$

где $H_{вр}$ – норма времени на выполнение единицы i -го вида проектируемых работ;

K – поправочный коэффициент, учитывающий изменение затрат времени в связи с отклонением условий от нормализованных;

V_i – объем i -го вида работ.

Таблица 6.2 - Расчет затрат времени на изготовление из горных пород и руд прозрачных и полированных шлифов

№ п/п	Вид работ	Ед. измер.	Объем работ	Норма на единицу (в бригадо-часах)	Поправочный коэф-т (К)	Затраты времени (в бригадо-часах)
1.	Изготовление прозрачных шлифов	Шлиф	14	2,07	1	29
2.	Изготовление полированных шлифов	Шлиф	14	1,06	1	15
	Всего:					44

Исходя из данных полученных в таблице 7.2, рассчитывается время на изготовление одного прозрачного шлифа и аншлифа:

- 1 прозрачный шлиф: $29/14=2,07$ (в бригадо-часах);
- 1 аншлифа: $15/14=1,07$ (в бригадо-часах).

Общая норма расходов времени на изготовление из горных пород и руд прозрачных и полированных шлифов:

- Прозрачные шлифы: $29/8=3,6$ (бригадо-смен);
- Аншлифы: $15/8=1,9$ (бригадо-смен).

На изготовление 18 прозрачных и 18 полированных шлифов, с учетом 8 часового рабочего дня, потребуется: $44/8=5,5$ дней. Таким образом, для изготовления шлифов и аншлифов, с учетом издержек времени, необходимо 6 дней.

Расчет материальных затрат на лабораторные работы

В соответствии с пунктом 3 Методики ВПСН стоимость лабораторных исследований составляет следующие виды затрат:

- Основная заработная плата;
- Отчисления на социальные нужды;
- Материалы;
- Амортизация;
- Услуги.

Расчет заработной платы

Таблица 6.3 - Основная заработная плата

№ п/п	Наименование должностей	Кол-во человек	Оклад за месяц (в рублях)	Оклад за 6 дней (в рублях)	Район. коэф-т (для Томска)	Итого зарплата (в рублях)
1.	Шлифовщик горных пород IV разряда	1	25000	7140	1,3	9282
2.	Подсобный рабочий I разряда	1	10000	2856	1,3	3713
	Итого по зарплате					12995

Расчет заработной платы осуществляется с учетом Томского районного коэффициента 1.3. Рассчитывается для одного шлифовальщика и одного подсобного рабочего при пятидневной рабочей неделе и восьмичасовом рабочем дне. Работы проводились в ноябре 2016, количество рабочих дней в этом месяце составило 21 (Таблица 6.3).

Расчет отчислений на социальные нужды

Отчисления на социальные нужды производятся согласно Федеральному закону от 4 декабря 2015 г. № 363-ФЗ “О бюджете Фонда социального страхования Российской Федерации на 2016”. Лабораторные работы по

изготовлению прозрачных и полированных шлифов относятся к IX классу профессионального риска, ставка отчисления по ним в Фонд страхования от несчастных случаев составляет 1% (Таблица 6.4).

Таблица 6.4 - Отчисления на социальные нужды (за 6 дней)

№ п/п	Вид отчисления	Общая сумма заработной платы в рублях	Ставка отчисления (в %)	Итого по каждому виду отчисления (в рублях)
1.	Пенсионный фонд	12995	22	4289
2.	Фонд социального страхования		2,9	377
3.	Фонд обязательного медицинского страхования		5,1	663
4.	Фонд страхования от несчастных случаев		1	130
Итого:			31	5459

Материалы.

Перечень основного оборудования, применяемого при изготовлении прозрачных и полированных шлифов, согласно таблице 13.7 главы 13 ССН-92, Вып. 7, приведен в таблице 6.5.

Таблица 6.5 - Перечень основного оборудования лаборатории

№ п/п	Наименование	Единица измерения	Количество	Стоимость (в рублях)
1.	Кварцевоотрезной станок	штука	1	56050
2.	Микроскоп поляризационный агрегатный рабочий рудный, ПОЛАМ-Р-312	штука	1	113000
3.	Микроскоп поляризационный ПОЛАМ Л-211	штука	1	139000

Продолжение таблицы 6.5.

№ п/п	Наименование	Единица измерения	Количество	Стоимость (в рублях)
4.	Станок камнерезный алмазный КРС-11-	штука	1	78693
5.	Станок шлифовальный СШН-1	штука	1	57800
6.	Станок настольно-сверлильный одношпиндельный НС-12А	штука	1	60000
8.	Шкаф сушильный вакуумный (с вакууметром термopарным) ШСВ-45к	штука	1	176000

Таблица 6.6 - Перечень лабораторной посуды, реактивов и материалов, применяемых при изготовлении прозрачных и аншлифов (согласно таблице 13.9 главы 13 ССН-92, Вып. 7 и таблице 2 СНОР-93, Вып.7)

№ п/п	Наименование	Единица измер.	Кол-во	Сметная стоимость (в рублях)	
				За единицу товара	Всего
	Лабораторная посуда	штука			
1.	Банки стеклянные с крышками 0,1-0,2 л	штука	2	177,0	354,0
2.	Бутыль 20 л	штука	1	765,0	765,0
3.	Колбы плоскодонные 1000 мм	штука	1	600,0	600,0
4.	Стаканы фарфоровые N 7, 1000 мм	штука	1	231,0	231,0
5.	Чаши кристаллизационные ЧКТ-90, d=310 мм, выс. 90 мм	штука	1	436,0	436,0
	Реактивы				
6.	Натрий углекислый, ч.д.а.	кг	0,7	43,80	30,66
7.	Окись алюминия, ч.д.а.	кг	0,2	100,0	20,0
8.	Окись (III) железа, осч.ч.	кг	0,2	65,0	13,0
9.	Окись хрома (III), ч.д.а.	кг	0,7	372,0	260,4
10.	Окись хрома (II), ч.д.а.	кг	0,7	400,0	280,0

№ п/п	Наименование	Едини ца измер.	Кол- во	Сметная стоимость (в рублях)	
				За единицу товара	Всего
11.	Пихтовое масло	кг	0,7	580,0	406,0
12.	Спирт-ректификат, осч.	л	2	35,0	70,0
13.	Этиленгликоль, ч.д.а.	кг	0,5	265,0	132,5
	Материалы				
14.	Канифоль таловая кристаллическая	кг	1	38,0	38,0
15.	Микрошлифопорошок К36, N M-5	кг	0,3	79,0	23,7
16.	Микрошлифопорошок К36, N M-7	кг	0,3	110,0	33,0
17.	Микрошлифопорошок К36, N M-10	кг	0,5	150,0	75,0
18.	Микрошлифопорошок К36, N M-14	кг	0,5	200,0	100,0
19.	Микрошлифопорошок К36, N M-20	кг	0,3	240,0	72,0
20.	Микрошлифопорошок К36, N M-28	кг	1,5	733,0	1099,5
21.	Стекла покровные, 24x24 мм	штука	100	363,0	36300, 0
22.	Стекла предметные	штука	100	10,0	1000,0
23.	Шеллак	кг	0,3	560,0	168,0
24.	Шлифовальное зерно К39 N 50-16	кг	0,5	47800,0	23900, 0
25.	Шлифовальный порошок К37 N 12-10	кг	0,5	800,0	400,0
	Материалы для оформления результатов проведенных работ				
26.	Блокнот малого размера	штука	1	53,0	53,0
27.	Карандаш механический	штука	2	24,0	48,0
28.	Линейка чертежная, 20 см	штука	1	7,0	7,0
29.	Ручка шариковая	штука	3	25,0	75,0
	Итого:				66990, 76

Амортизация

Расчет амортизации производится только оборудования (таблица 6.7).
 Норма амортизации вычисляется линейным методом по формуле 2 (Налоговый кодекс часть 2, глава 25 статья 259 п.1):

$$\frac{1}{n} + 100\% \quad (2)$$

где n – срок службы оборудования.

Таблица 6.7 - Амортизация основного оборудования лаборатории

№ п/п	Наименование	Цена за единицу, принятая в СНОР (в рублях)	Срок службы	Ежемесячные амортизационные отчисления (в рублях)
1.	Кварцевоотрезной станок	56050	10 лет	467,1
2.	Микроскоп поляризационный ПОЛАМ Л-211	139000	5 лет	579,2
3.	Микроскоп полиризационный агрегатный рабочий рудный, ПОЛАМ-Р-312	113000	5 лет	470,8
4.	Станок камнерезный алмазный КРС-110	78693	10 лет	655,8
5.	Станок шлифовальный СШН- 1	57800	10 лет	481,7
6.	Станок настольно-сверлильный одношпиндельный НС-12А	60000	10 лет	500,0
7.	Станок камнерезный СКРН-1	69000	10 лет	575,0
8.	Шкаф сушильный вакуумный (с вакууметром термopарным) ШСВ-45к	176000	10 лет	1466,7
	Итого			5196,3

Услуги

Для написания ВКР кроме изготовления шлифов, выполнялись другие лабораторные исследования вещества.

Таблица 6.8 - Услуги по проведению лабораторных исследований.

Вид работ	Ед.измерения	Объем работ	Единичная сметная расценка (в рублях)	Сметная стоимость работ (в рублях)
Определение зольности углей	проба	53	100	5300
Электронно-зондовый микроанализ	проба	6	201	1206
Рентгенофлуорисцентный анализ (РФА)	проба	14	1500	21000
Масс-спектрометрический анализ с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS)	проба	53	3400	180200
Итого:				207706

Общая стоимость работ

Общая сметная стоимость работ представлена таблицей по форме СМ4 (таблица 6.9).

Таблица 6.9 - Форма 4. Сметные нормы по статьям основных расходов на проведение комплекса лабораторных исследований

Статьи расхода	Сметная стоимость (в рублях)	Источник принятой нормы
Основная заработная плата	12995	ССН-92, Вып.7, гл.13; СНОР-93, Вып.7
Отчисления на социальные нужды	5459	ФЗ от 4 декабря 2015 г. № 363-ФЗ "О бюджете ..."

Продолжение таблицы 6.9

Статьи расхода	Сметная стоимость (в рублях)	Источник принятой нормы
Материалы	66990.76	ССН-92, Вып.7, гл.13; СНОР-93, Вып.7
Амортизация	5196,3	Налоговый кодекс, ч.2, гл. 25, ст. 259, п.1
Услуги	207706	На договорной основе
Всего:	279893.06	

Расчет единичной сметной расценки изготовления шлифа (аншлифа) приведен в таблице 6.10.

Таблица 6.10 - Расчет единичной сметной расценки изготовления шлифа (аншлифа)

Наименование расходов	Единица измерения	Количество единиц	Стоимость единицы, руб.	Сумма основных расходов
Основная заработная плата:				
Шлифовщик горных пород IV разряда	ч.-см.	6	1190	7140
Подсобный рабочий I разряда	ч.-см.	6	476	2856
ИТОГО:	"	12		9996
ИТОГО с инд. 1.3				12995
Отчисления на социальные нужды 31.0%				5459
ИТОГО:				5459
Материалы				66990.76
Амортизация оборудования				5196.3
ИТОГО основных расходов				90641.06
Единичная сметная расценка				3237,18

В результате расчетов можно сказать, что стоимость исследования составила 279893.06 рублей, а единичная сметная расценка изготовления шлифа (аншлифа) составила 3237.18 рублей.

7 «Социальная ответственность при исследовании палеовулканизма, как источника редких металлов в углях Изыхского месторождения Минусинского бассейна»

Освоение и разработка угольных месторождений связаны с проблемами по охране недр и рациональному использованию минеральных ресурсов, а также с выполнением мероприятий, предотвращающих нанесение ущерба окружающей среде.

Данная выпускная квалификационная работа представляет собой научно-исследовательскую работу. Основной объем работ (построение карт, графиков, набор текста) выполнен на персональном компьютере, поэтому в разделе «Социальная ответственность при исследовании палеовулканизма, как источника редких металлов в углях Изыхского месторождения Минусинского бассейна» рассматривается «Производственная безопасность при работе на персональных компьютерах».

В данном разделе рассматриваются условия труда учебно-научной лаборатории микроэлементного анализа. Рабочее место расположено на пятом этаже здания (20 корпус ТПУ), имеет естественное и искусственное освещение. Размеры помещения 10x8 м. Общая площадь помещения 80м². Площадь на одно рабочее место с персональным компьютером составляет не менее 4м², а объем – не менее 14 м³. В аудитории имеется 12 персональных компьютеров. Выполнение данной выпускной квалификационной работы осуществлялось с помощью прикладного программного обеспечения. При этом использовались: цветной монитор, клавиатура, мышь, системный блок, лазерный принтер.

Цель данного раздела: проанализировать опасные и вредные факторы при данном виде организационной деятельности и решить вопросы обеспечения защиты от них на основе требований действующих нормативно-технических документов.

7.1 Профессиональная социальная безопасность

Работы на электронно-вычислительных машинах проводятся в помещении, соответствующем требованиям санитарных правил и норм. В таблице 7.1 представлены основные опасные и вредные факторы по ГОСТ 12.0.003-74 [21].

Таблица 7.1 - Основные элементы производственного процесса камеральных работ, формирующие опасные и вредные факторы.

Наименование видов работ	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ с измен. 1999 г.)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1	2	3	4
Обработка информации на ПК (построение графиков, диаграмм; обработка базы данных; написание анализа)	1. Недостаточная освещенность рабочей зоны; 2. Отклонение параметров микроклимата в помещении; 3. Шум на рабочем месте 4. Неврно-психические нагрузки (умственное перенапряжение)	1. Электрический ток 2. Пожароопасность	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [2] СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [3] СанПиН 2.2.4.548-96 [4] СНиП 23-05-95 [5] ГОСТ 12.1.038-82 [6] НПБ 105 – 95 [7] ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ [8]

7.1.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению (производственная санитария)

1. Недостаточная освещенность рабочей зоны.

Недостаточное освещение влияет на функционирование зрительного аппарата, то есть определяет зрительную работоспособность, на психику человека, его эмоциональное состояние, вызывает усталость центральной нервной системы, возникающей в результате прилагаемых усилий для опознания четких или сомнительных сигналов. Недостаточная освещенность может возникать при неправильном выборе осветительных приборов при искусственном освещении и при неправильном направлении света на рабочее место при естественном освещении. Реальная освещенность на рабочем месте взята из материалов аттестации рабочих мест по условиям труда.

Оценка освещенности производилась в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [22]. В таблице 7.1.1 приведены нормируемые и фактические показатели искусственного освещения. Нормируемые показатели представлены для кабинетов, рабочих комнат, офисов, представительств в административных зданиях (министерства, ведомства, комитеты, префектуры, муниципалитеты управления, конструкторские и проектные организации, научно-исследовательские учреждения). Реальная освещенность на рабочем месте взята из материалов аттестации рабочих мест по условиям труда.

Таблица 7.1.1 - Нормируемые и фактические показатели искусственного освещения [29]

Рабочая поверхность и плоскость нормирования освещенности (Г-горизонтальная) и высота плоскости над полом, м	Освещенность (при общем освещении), лк		Показатель дискомфорта М, не более		Коэффициент пульсации освещенности, Кп, %, не более	
Г – 0,8	Фактическая	Допустимая	Фактический	Допустимый	Фактический	Допустимый
	400	300	40	40	15	15

Исходя из табличных данных, можно сказать, что освещенность соответствует нормативным данным, следовательно, освещение оказывает благоприятное влияние на качество рабочего процесса и безопасность учащихся.

2. Отклонение показателей микроклимата в помещении

Основной документ, регулирующий санитарно-гигиенические условия работы за компьютером - СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования

к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» [23].

В этом документе прописываются общие требования к помещениям для размещения компьютерной техники, микроклимату, составу воздуха и освещению производственных помещений, уровням шума на рабочем месте и оборудованию рабочих мест.

С целью создания нормальных условий для персонала установлены нормы производственного микроклимата. В производственных помещениях, в которых работа на ПЭВМ является основной, согласно СанПиН 2.2.4.548-96 [24] должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата, как показано в таблице 1.2. В данной лаборатории созданы настоящие условия, удовлетворяющие нормам микроклимата с ПЭВМ.

Таблица 7.1.2 - Оптимальные параметры микроклимата.

Сезон года	Категория тяжести выполняемых работ	Температура С ⁰		Относительная Влажность, %		Скорость движения воздуха, м/сек	
		Фактич.	Оптимальные	Фактич.	Оптимальные	Фактич.	Оптимальные
1	2	3	4	5	6	7	8
Холодный	Легкая	23	22-24	45	40-60	0.1	0.1
	Легкая	25	23-25	45	40-60	0.1	0.1
Теплый							

Одним из необходимых условий нормальной жизнедеятельности человека является обеспечение нормальных метеорологических условий в

помещениях, оказывающих существенное влияние на тепловое самочувствие человека и его работоспособность.

Существуют различные способы улучшения микроклимата при экономном расходовании энергии. Эти способы можно сгруппировать следующим образом:

1) Способы улучшения качества воздушной среды без сокращения расхода энергии:

- Корректный выбор расчетных параметров внутреннего и наружного воздуха.

- Использование приточных установок, не загрязняющих воздух.

- Повышение степени очистки приточного воздуха.

- Сбалансированный воздухообмен.

- Повышение эффективности вентиляции.

- Правильное размещение воздухозаборных устройств.

2) Способы энергосбережения без ухудшения качества воздушной среды:

- Утилизация тепла удаляемого воздуха.

- Местное регулирование параметров воздуха в помещении.

3) Способы улучшения качества воздушной среды при одновременной экономии энергии:

- Контроль источников загрязнения воздуха и уменьшение объема загрязнений.

- Использование локализирующего воздухоудаления.

- Нормированная подача наружного воздуха.

- Использование естественной вентиляции и охлаждения.

- Усовершенствование системы регулирования и обслуживания [4].

3. Шум на рабочем месте.

Шумовое загрязнение среды на рабочем месте неблагоприятно воздействует на работающих: снижается внимание, увеличивается расход энергии при одинаковой физической нагрузке, замедляется скорость психических реакций и т.п. В результате снижается производительность труда и качество выполняемой работы. В рабочей лаборатории шумы превышающие уровень 60 Дб, установленный ГОСТ 12.1.003-99 [30], отсутствуют. Здание находится вдали от центральных улиц, автомобильных и железных дорог и аэропортов.

4. Нервно-психические нагрузки (умственное перенапряжение).

В ходе выполнения научно-исследовательской работы необходимо в сжатые сроки изучать большое количество научной литературы: статьи из научных журналов, монографии по определенной тематике, данные геологических исследований. Анализировать исходный материал, выполнять построение карт параметров, таблиц, геологических моделей. Оценка интеллектуальных нагрузок, по показателям напряженности трудового процесса произведена согласно Р 2.2.2006-05 [30].

Согласно таблице Р 2.2.2006-05, по содержанию работы, задачи, решаемые в процессе исследовательской работы относятся к вредному напряженному труду 1 степени (Решение сложных задач, с выбором по известным алгоритмам); по восприятию информации и ее оценке – решаемые задачи относятся к классу труда допустимой вредности (восприятие сигналов с последующей коррекцией действий и операций); по распределению функций по степени сложности задания, решаемые задачи относятся к классу труда допустимой вредности (обработка, выполнение задания и его проверка), по характеру выполняемой работы решаемые задачи относятся к классу труда

допустимой вредности (работа по установленному графику, с возможной коррекцией по ходу деятельности) [30].

5. Электромагнитные поля и излучения

Основным вредным фактором, воздействию которого подвергается инженер-исследователь при работе за компьютером, является электромагнитное излучение. Оно пагубно влияет на костные ткани, ухудшает зрение, повышает утомляемость, а также способствует ослаблению памяти и возникновению онкологических заболеваний.

Безопасные уровни излучений регламентируются нормами СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 [23] и представлены в таблице 5.1.5.

Таблица 5.1.5 – Временные допустимые уровни (ВДУ) электромагнитных полей, создаваемых ПЭВМ на рабочих местах [23]

Наименование параметров		ВДУ
Напряженность электрического поля	<i>в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц</i>	25 В/м
	<i>в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц</i>	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	<i>в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц</i>	250 нТл
	<i>в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц</i>	25 нТл
Напряженность электростатического поля		15 кВ/м

С целью снижения вредного влияния электромагнитного излучения при работе с компьютером необходимо соблюдать следующие общие гигиенические требования [23]:

Длительность работы без перерыва взрослого пользователя должна быть не более 2 ч, ребенка – 10÷20 мин, в зависимости от возраста. В процессе работы следует менять содержание и тип деятельности (чередовать ввод данных и редактирование). Согласно требованиям санитарных норм

необходимы обязательные перерывы при работе за компьютером, во время которых рекомендовано делать упражнения для глаз, рук и опорно-двигательного аппарата.

1. Рабочее место с компьютером должно располагаться по отношению к окнам таким образом, чтобы лучи света падали слева. Если в помещении находится несколько компьютеров, то расстояние между экраном одного монитора и задней стенкой другого должно быть не менее 2 м, а расстояние между боковыми стенками соседних мониторов – 1,2 м. Оптимальным расстоянием между экраном монитора и глазами работника является $60\div 70$ см, но не ближе 50 см.
2. Для ослабления влияния рассеянного рентгеновского излучения от монитора ПК рекомендуется использовать защитные фильтры (экраны).

7.1.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

1. Электрический ток.

Исходя из составленной таблицы 7.1, проведем анализ опасных факторов. Оборудование, к которому относятся ЭВМ представляют большую опасность с точки зрения поражения электрическим током. Это связано с возможным наличием оборудования, оказавшегося под напряжением в результате повреждения изоляции. Смертельно опасным для жизни человека считают ток, величина которого превышает 0,05А, ток менее 0,05А – безопасен (до 1000 В) [31]. Для предотвращения электротравматизма необходимо организовывать работы согласно ПТЭ [11] и ПТБ [31] потребителей и (ПЭУ) [32]. Для предотвращения электротравм следует соблюдать требования, предъявляемые к обеспечению электробезопасности работающих на ПЭВМ: все узлы компьютера должны питаться от одной фазы электросети, корпуса системного блока и внешних устройств должны быть заземлены радиально с

одной общей точкой; для отключения компьютерного оборудования должен быть использован отдельный пункт с автоматами и общим рубильником; все соединения ПЭВМ и внешнего оборудования должны проводиться при отключенном электропитании. Аудитория, в которой проводились камеральные работы с использованием ПЭВМ отвечает вышеперечисленным требованиям [31].

Основные мероприятия, направленные на ликвидацию причин травматизма: систематический контроль за состоянием изоляции электропроводов, разработка инструкций по техническому обслуживанию и эксплуатации средств вычислительной техники и контроль за их соблюдением; соблюдение правил противопожарной безопасности; своевременное и качественное выполнение работ по проведению планово-профилактических работ и предупредительных ремонтов [31].

2. Пожароопасность

Лабораторное помещение по степени пожароопасности относится к классу Д в соответствии с ГОСТ 12.1.004-91 [33].

Причинами пожара могут быть:

- токи короткого замыкания;
- неисправность электросетей;
- незнание или небрежность обслуживающего персонала;
- курение в неположенных местах.

В связи с этим в лаборатории необходимо выполнять следующие нормы пожарной безопасности:

- для предохранения сети от перегрузок запрещается включать дополнительные не предусмотренные потребители;
- работы в лаборатории проводить только при исправном состоянии оборудования, электропроводки;
- иметь средства для тушения пожара (огнетушитель);

- иметь в наличии план эвакуации людей, который должен висеть на видном месте;

- оборудование размещать так, чтобы был достаточный проход к выходу.

Так же в лаборатории запрещается:

- пользоваться открытым огнем, курить;

- производить зарядку аккумуляторных батарей;

- хранить легко воспламеняющиеся вещества, за исключением спирта для технологических целей (1 литр).

Для локализации или ликвидации возгорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Здание должно соответствовать требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, порошковых огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу.

7.2 Экологическая безопасность

Утилизация персонального компьютера является наиболее опасной экологической ситуацией, так как вся оргтехника включает в свой состав как органические составляющие (пластик различных видов, материалы на основе поливинилхлорида, фенолформальдегида), так и почти полный набор металлов.

Техногенный мусор в виде отслуживших свой срок компьютеров не может быть уничтожен самой природой. Более того, их громоздкость и наличие внутри ядовитых химических веществ не позволяют подвергать эту технику уничтожению способом сжигания.

Порядок утилизации компьютеров:

1) создание комиссии на предприятии, имеющем технику, подлежащую утилизации. Это внутренняя комиссия, которая создается для коллективного принятия решения о том, какая именно техника может быть списана.

2) Составление экспертного заключения о том, что техника действительно «отжила свое» и должна быть списана. В качестве эксперта может выступать как независимый специалист, так и сотрудник компании, имеющий диплом, подтверждающий его компетентность в работе с данной техникой.

3) Составление акта технической экспертизы, подтверждающего, что техника уже вышла из строя и не подлежит ремонту либо же что ремонт её уже нецелесообразен.

4) Составление акта списания компьютерной техники с обязательным отображением в бухгалтерском учете предприятия.

5) Утилизация техники на соответствующем предприятии, имеющем право на переработку компьютеров.

6) Получение официального подтверждения в виде документа, сообщающего о том, что техника была утилизирована в соответствующем порядке и опасные отходы не будут загрязнять окружающую среду.

Такие металлы, как свинец, сурьма, ртуть, кадмий, мышьяк входящие в состав электронных компонентов переходят под воздействием внешних условий в органические и растворимые соединения и становятся сильнейшими ядами. Утилизация пластиков, содержащих ароматические углеводороды, органические хлорпроизводные соединения является насущной проблемой экологии, поэтому вся оргтехника должна утилизироваться по правилам.

Отдельного положения, регулирующего утилизацию именно техники и компьютеров, в законодательной базе нет. Утилизация и переработка осуществляются согласно общим положениям. Списанные компьютеры относятся к отходам и должны быть утилизированы в порядке, указанном в законодательстве в сфере обращения с отходами. Отходы, содержащие в себе части цветных металлов, относятся к категории металлолома и подпадают под соответствующую категорию. Если техника содержит в себе опасные для окружающей среды вещества – тяжелые металлы, соли, – она подпадает под категорию опасных отходов [34].

7.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации, которые могут произойти: техногенного характера, например, пожар или короткое замыкание, а также стихийного, экологического характера, например, наводнение, паводок. Для того, чтобы предотвратить нежелательные и вредные для здоровья ситуации, важно, чтобы на предприятии была установлена система безопасности, и каждый рабочий был ознакомлен с техникой безопасности, знал план эвакуации.

Пожар опасный вид ЧС, поэтому вопросы обеспечения пожарной и взрывной безопасности имеют государственное значение.

Пожар – это неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства. Главными факторами пожара, приводящими к гибели людей и причиняющими материальный ущерб, являются высокая температура и токсичный состав продуктов горения. При пожаре нужно опасаться также обрушений конструкций зданий, взрывов технологического оборудования и приборов, провалов в прогнивший пол здания или грунт, падения подгоревших деревьев. Опасно входить в зону задымления. Чтобы избежать пожара, необходимо знать основные причины его возникновения:

Пожары от электроприборов возникают в случае перегрузки сети мощными потребителями, при неверном монтаже или ветхости электросетей, при пользовании неисправными электроприборами или приборами с открытыми спиралями и оставлении их без присмотра.

Своевременное и грамотное использование средств защиты является эффективной защитой человека в ЧС. К средствам защиты относят средства индивидуальной защиты (СИЗ) и коллективные средства защиты (КСЗ).

По назначению СИЗ классифицируют для защиты органов дыхания и кожи, а по принципу действия на фильтрующие и изолирующие.

Для защиты от поражающих факторов ЧС, используются КСЗ. К поражающим факторам относят высокие температуры, вредные газы при

пожаре, взрывоопасные, радиоактивные, сильнодействующие ядовитые и отравляющие вещества; ударная волна.

В результате каких-либо неисправностей оборудования может возникнуть аварийная ситуация. Создание лаборатории, размещенной в высотном здании, с большим штатом работающих, придает значение вопросам вынужденной эвакуации из них людей при пожаре и в ситуациях иного рода.

Одной из основных причин гибели людей при пожаре является ни огонь и температура, а токсичные продукты горения. Поэтому противодымная защита зданий, направленная на не задымлённость эвакуационных путей, отдельных помещений и удаление продуктов горения в определенном направлении, является первостепенной задачей противопожарной профилактики. В надлежащих местах должны быть вывешены планы эвакуации людей из здания [33].

Чтобы своевременно обнаружить и своевременно принять меры к ликвидации пожара, необходимо знать признаки его возгорания:

- появление незначительного пламени, которому может предшествовать нагревание или тление предметов;
- наличие запаха перегревшегося вещества и появление дыма;
- неожиданно погасший свет или горящие в полнакала электролампы;
- характерный запах горячей резины, пластмассы – это признаки загоревшейся электропроводки;
- потрескивание.

Безопасная эвакуация состоит в следующем:

- уходить следует по наиболее безопасному пути, двигаясь как можно ближе к полу, защитив органы дыхания мокрой тканью;
- спускаться только по лестницам. Во время пожара запрещено пользоваться лифтом и другими механическими средствами: при отключении электроэнергии они застревают между этажами. Не спускаться по водосточным трубам, коммуникационным стоякам и с помощью простыней – падение почти неизбежно.

7.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

При разработке данного раздела учитываются необходимые нормы и требования законов Российской Федерации при работе за компьютером. Продолжительность рабочего дня составляет 8 часов.

В соответствии с приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 12 апреля 2011 г. N 302н работы профессионально связанные с эксплуатацией ЭВМ не входят в перечень вредных и (или) опасных производственных факторов и работ.

В соответствии с пунктом 13.1 статьи 13 Постановления Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 03.06.2003 № 118 [23], лица, работающие с ЭВМ более 50% рабочего времени (профессионально связанные с эксплуатацией ЭВМ), должны проходить обязательные предварительные при поступлении на работу и периодические медицинские осмотры в установленном порядке.

Нормальная продолжительность рабочего времени согласно статье 91 Трудового кодекса РФ не может превышать 40 часов в неделю.

В соответствии с Типовой инструкцией по охране труда при работе на персональном компьютере ТОИ Р-45-084-01 [35], продолжительность непрерывной работы с компьютером без регламентированного перерыва не должна превышать двух часов. Продолжительность и частота перерывов зависит от категории работы с компьютером и уровня нагрузки (таблица 7.4.1).

Согласно статье 92 Трудового кодекса РФ сокращенная продолжительность рабочего времени при проведении работ профессионально связанных с эксплуатацией ПЭВМ не предусмотрена.

В соответствии со статьей 108 Трудового кодекса РФ в течение рабочего дня (смены) работнику должен быть предоставлен перерыв для отдыха и питания продолжительностью не более двух часов и не менее 30 минут, который в рабочее время не включается.

Таблица 7.4.1 - Категории работ с компьютером

Категории работы с компьютером	Уровень нагрузки за смену при разных видах работ		
	А	Б	В
	кол-во знаков	кол-во знаков	часы
I	до 20000	до 15000	до 2
II	до 40000	до 30000	до 4
III	до 60000	до 40000	до 6

При 8-часовой рабочей смене и работе на компьютере регламентированные перерывы следует устанавливать:

- для I категории работ – через два часа от начала рабочей смены и через два часа после обеденного перерыва продолжительностью 15 минут каждый;

- для II категории работ – через два часа от начала рабочей смены и через 1,5-2 часа после обеденного перерыва продолжительностью 15 минут каждый или продолжительностью 10 минут через каждый час работы;

- для III категории работ – через 1,5-2 часа от начала рабочей смены и через 1,5-2 часа после обеденного перерыва продолжительностью 20 минут каждый или продолжительностью 15 минут через каждый час работы.

Безопасные условия труда на производстве определяются должностными инструкциями и инструкциями по технике безопасности, производственной санитарии и пожарной безопасности.

Разработана «Система управления охраной труда», которая обеспечивает решение следующих основных задач: организация управления охраной труда; обучение и инструктирование работающих безопасности труда; безопасное использование оборудования; безопасность производственных процессов; обеспечение работающих средствами индивидуальной защиты, спецодеждой и спецобувью; создание нормальных санитарно-гигиенических

условий труда; организация лечебно-профилактического и санитарно-бытового обслуживания работающих; пропаганды вопросов охраны труда; расследование и учет несчастных случаев, профзаболеваний и аварий. Все работы должны выполняться в строгом соответствии с инструкциями, разработанными и утвержденными для каждого рабочего места. Весь комплекс проектируемых работ регламентируется различными нормативными документами [23,31,34], которые охватывают все виды предусмотренных работ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С использованием современного аналитического оборудования, а так же точных методов анализа вещества выполнены исследования тонштейнов и вмещающих их углей Изыхского месторождения Минусинского угольного бассейна с целью выявления геохимических особенностей данных углей, и влияние тонштейнов, как источника накопления ценных элементов-примесей в углях.

Проведенные геохимические исследования, выполненные на основе фактического материала, позволяют не только подтвердить значительную роль вулканизма в формировании угленосных отложений Минусинского бассейна, но и сделать вывод о глобальном влиянии вулканогенных процессов С-Р возраста на формирование редкометалльного геохимического фона.

Анализ полученных результатов показал, что тонштейны, способны весьма существенно влиять на элементный состав угольных пластов, обогащая приконтактные участки, как сверху так и снизу, примыкающие к тонштейнам, комплексом разнообразных химических элементов, в том числе редких и радиоактивных. Особенности же геохимического спектра накапливающихся элементов-примесей зависят непосредственно от состава исходной пирокластики. Примечательно что концентрация некоторых элементов в углях притонштейновой зоны выше чем концентрация в самих тонштейнах. Связанно это с разной способностью к миграции различных химических элементов.

Список публикаций студента

1. **Вопилов И.С.** Природа тонштейнов Иркутского угольного бассейна и их экогеохимическое значение. // VIII всероссийская научная студенческая конференция с элементами научной школы имени профессора М.К. Коровина «Творчество юных – шаг в будущее». Изд-во ТПУ, 2015 г.

2. **Вопилов И.С.** Минералого-геохимические особенности тонштейнов Черногорского месторождения Минусинского угольного бассейна. // труды XX Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых. Изд-во ТПУ, 2016 г.

Список использованных источников

1. Арбузов С.И., Волостнов А.В., Ильенок С.С., Рыбалко В.И. Природа тонштейнов Азейского месторождения Иркутского угольного бассейна. // Известия ТПУ. - 2012. - Т.321, №1: Науки о Земле. С 89-97.
2. Арбузов С.И., Ершов В.В. Геохимия редких элементов в углях Сибири. - Томск, Изд.дом «Д-Принт», 468 с.
3. Арбузов С.И., Ершов В.В. Роль вулканизма позднего карбона - перми в формировании геохимического облика углей Минусинского бассейна /// III Всероссийский симпозиум по вулканологии и палеовулканологии "ВУЛКАНИЗМ И ГЕОДИНАМИКА" 5-8 сентября 2006 г. Материалы симпозиума. Т.3. - Улан-Удэ: Изд-во Бурятского научного центра СО РАН, 2006. - С. 628-632.
4. Арбузов С.И., Рихванов Л.П. Геохимические исследования углей Сибири. // Известия ТПУ. - Т 314, Вып 1, 2009 - С 96-100.
5. Балашов Ю.А. Геохимия редкоземельных элементов. М.: Наука, 1976. - 267 с.
6. Ван А.В. Роль пирокластического материала в угленосных отложениях Кузнецкого бассейна // Советская геология, 1968. - №4. – С. 129-138.
7. Воронцов А.А., Ярмолюк В.В. Северо-Монгольская-Забайкальская полихронная рифтовая система. // Литосфера - 2001, №3, с 17-32.
8. Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР. Том 8. - М.: Недра, 1964. 39-48 с.
9. Ершов В.В., Арбузов С.И., Дубовик Н.Е., Ермолова Е.П., Ильенок С.С. Литохимия зол углей Минусинского бассейна. // Известия ТПУ - 2008. - Т.313, №1: Науки о Земле. С. 31-37.
10. Инструкция по изучению и оценке попутных твердых полезных ископаемых и компонентов при разведке месторождений угля и горючих сланцев. М.: Недра, 1987. - 136 с.

11. Сивчиков.В.Е., Донова Н.Б. Стратиграфическое расчленение верхнепалеозойских отложений Южно-Минусинской впадины. // "Lethaearossica" Т.13. 2016 г., С. 1-46.
12. Тейлор С.Р., Мак-Леннан С.М. Континентальная кора: её состав и эволюция. - М.: Мир, 1988. - 384 с.
13. Угольная база России . Том III. Угольные бассейны и месторождения Восточной Сибири (южная часть). - М.: ООО "Геоинформцентр", 2002. - 488 с.
14. Черновьянц М.Г. Тонштейны и их использование при изучении угленосных формаций. - М.: Недра, 1992. - 144 с.
15. Юдович Я.Э. Геохимия ископаемых углей. - Л.: Наука, 1978. -262 с.
16. Юдович Я.Э. Грамм дороже тонны: Редкие элементы в углях. М.: Недра 1989. -160 с.
17. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Основы литохимии. - СПб.: Наука, 2000.- 479 с .
18. Юдович.Я.Э., Кетрис М.П. Ценные элементы-примеси в углях. - Екатеринбург: УрО РАН, 2006. - 538 с.16. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Токсичные элементы примеси в углях. - Екатеринбург: УрО РАН, 2005. - 656 с.
19. Seredin.V.V, Finkelman.R.B. Metalliferous coals: A review of the main genetic and geochemical types. // International Journal of Coal Geology. (2008), doi: 10.1016/j.coal.2008.07.016.
20. Shifeng Dai, Xibo Wang, Yiping Zhou. Chemical and mineralogical compositions of silicic, mafic, and alkali tonsteins in the late Permian coals from the Songzao Coalfield, Chongqing, Southwest China. // Chemical Geology - 2011, V.282, P 29-44.

Нормативная литература.

21. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы.
22. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.

23. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».
24. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы».
25. СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» приложения и токов.
26. ГОСТ 12.1.019-79 (с изм. №1) ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
27. НПБ 105 – 95. «Нормы пожарной безопасности. Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности».
28. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
29. Правила Технической эксплуатации электрических станций и сетей российской федерации.
30. Р-2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
31. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.
32. Правила Технической эксплуатации электрических станций и сетей российской федерации.
33. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования
34. Федеральный закон от 24.06.1998 N 89-ФЗ (ред. от 28.12.2016) "Об отходах производства и потребления".
35. ТОИ Р-45-084-01.Типовая инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере.

Приложение А

Lanthanide, yttrium, and zirconium anomalies in the Fire Clay coal bed, eastern Kentucky.

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ5А	Вопилов Иван Сергеевич		

Консультант – лингвист кафедры ИЯПР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Матвеев И.А.	д.ф.н, доцент		

Introduction

The Fire Clay coal bed in the Central Appalachian basin region contains a laterally-persistent tonstein that is found in the coal throughout most of its areal extent. The tonstein contains an array of minerals, including sanidine, b-quartz, anatase and euhedral zircon, that constitutes strong evidence for a volcanic origin of the parting. For this study, five samples of the tonstein and four sets of coal samples underlying the tonstein were collected from five sites in eastern Kentucky. Inductively coupled plasma-mass spectroscopy (ICP-MS) analysis of the tonstein and underlying coal collected from four sites in eastern Kentucky show that although Zr concentrations are high in the tonstein (570–1820 ppm on a coal-ash basis (cab)), they are highest in the coal directly underlying the tonstein (2870–4540 ppm (cab)). A similar enrichment pattern is observed in the concentration of Y plus the sum of the rare earth elements ($Y + \sum\text{REE}$): total $Y + \sum\text{REE}$ concentrations in the five tonstein samples range from 511 to 565 ppm (cab). However, $Y + \sum\text{REE}$ contents are highest in the coals directly underlying the tonsteins: values range from 1965 to 4198 ppm (cab). Scanning electron microscopy of samples from coal which directly underlies two of the tonstein samples show that REE-rich phosphate, tentatively identified as monazite, commonly infills cracks in clays and cells in clarain and vitrain. Zircon is rare and commonly subhedral. On the basis of coal chemistry and grain morphology, we suggest that volcanic components in the tonstein were leached by ground water. The leachate, rich in Y and REE precipitated as authigenic mineral phases in the underlying coal.

Recent studies of the Fire Clay coal bed in eastern Kentucky have demonstrated that the unit was deposited in two distinct stages: the lower split is relatively thin, has high values of sulfur and ash yield, and has maceral and palynomorph associations suggestive of deposition as a planar mire. In places here it was not already terminated by a black, illitic shale, deposition of the lower split was interrupted by a volcanic ash fall preserved as a tonstein. Andrews provided evidence of volcanic ash layers in the uppermost coal that underlies the tonstein. The mire was

re-established above the tonstein and the resulting upper split of the Fire Clay coal bed is generally low in sulfur and ash yield.

Geochemical investigations of the Fire Clay coal bed have followed two approaches. Hower et al. (1997) compared the whole coal geochemistry of the Fire Clay and Pond Creek coal beds, two of the largest producers in eastern Kentucky, with particular emphasis on Pb and As concentrations. Hower et al. (1994, 1997) and Andrews et al. (1994) examined major oxide and minor and trace element chemistry of the coal lithotype samples examined in this study, but REE analyses, were not available until recently.

In this study will discuss the influence of the volcanic ash on the overall ash geochemistry, particularly as expressed in the trends of the lanthanides, Y, and Zr.

1. Previous studies of lanthanide enrichment in coal

Numerous studies of the concentration and activity of lanthanide elements in coals have been conducted. In examinations of a Cretaceous bituminous and two Eocene subbituminous coals from Bulgarian coal basins, Eskenazy observed that leaching of REE and subsequent fixation by organic ligands can occur as pH decreases. Although the most common association of REE in coals is with minerals, primarily clays and phosphates, vitrains often have high Y + Σ REE contents, higher than whole coal. This trend is particularly strong in Pcelarovo basin vitrains overlain by Oligocene pyroclastics (Eskenazy, 1987b). She suggested that the Pcelarovo vitrain REE and associated Zr and Hf enrichments are due to their dissolution from the pyroclastics and their preferential concentration by organic matter.

Vassilev et al. (1995) examined vitrains in a clay lens in an Oligocene subbituminous coal associated with volcanics from the Vulche Pole basin, Bulgaria and found that trace elements comprised 12.7% of the ash yield. They concluded that REE are predominately organically associated, although both monazite and xenotime were identified.

Crowley et al. (1989), in a study of tonsteins in the C coal bed in Utah attributed Zr and REE enrichment in coal underlying the tonsteins to three possible factors:

- leaching of volcanic ash by ground water and subsequent uptake by organic matter,
- leaching of volcanic ash by ground water and subsequent incorporation in minerals
- incorporation of volcanic ash minerals in peat.

They suggested that the primary factor responsible for trace-element enrichment in the coals was tonstein dissolution. Triplehorn and Bohor (1983), Crowley et al. (1993), Ruppert and Moore (1993) and Seredin (1996) reported crandallite and other phosphates, all REE-bearing, as alteration products of volcanic ash. Zielinski (1985), in a study of element enrichment in thin (2 cm) coal horizons below tonsteins, noted that U, Th, and the REE, among other elements were enriched in the coal with Zr and Hf being among the elements resistant to mobilization.

2. Procedure

Complete suites of coal lithotype and parting samples were selected from three localities previously studied Hower et al. (1994) and Andrews et al. (1994)

Two additional tonstein sample sites in the Tilford 7 $\frac{1}{2}$ - min quadrangle, Letcher County, KY were added for this study: a sample of the underlying coal was available for one of the sites. Major oxide and minor element analyses were done by X-ray fluorescence at the University of Kentucky Center for Applied Energy Research following procedures discussed in detail by Hower and Bland. In addition, all five suites of samples were analyzed by inductively coupled plasma-

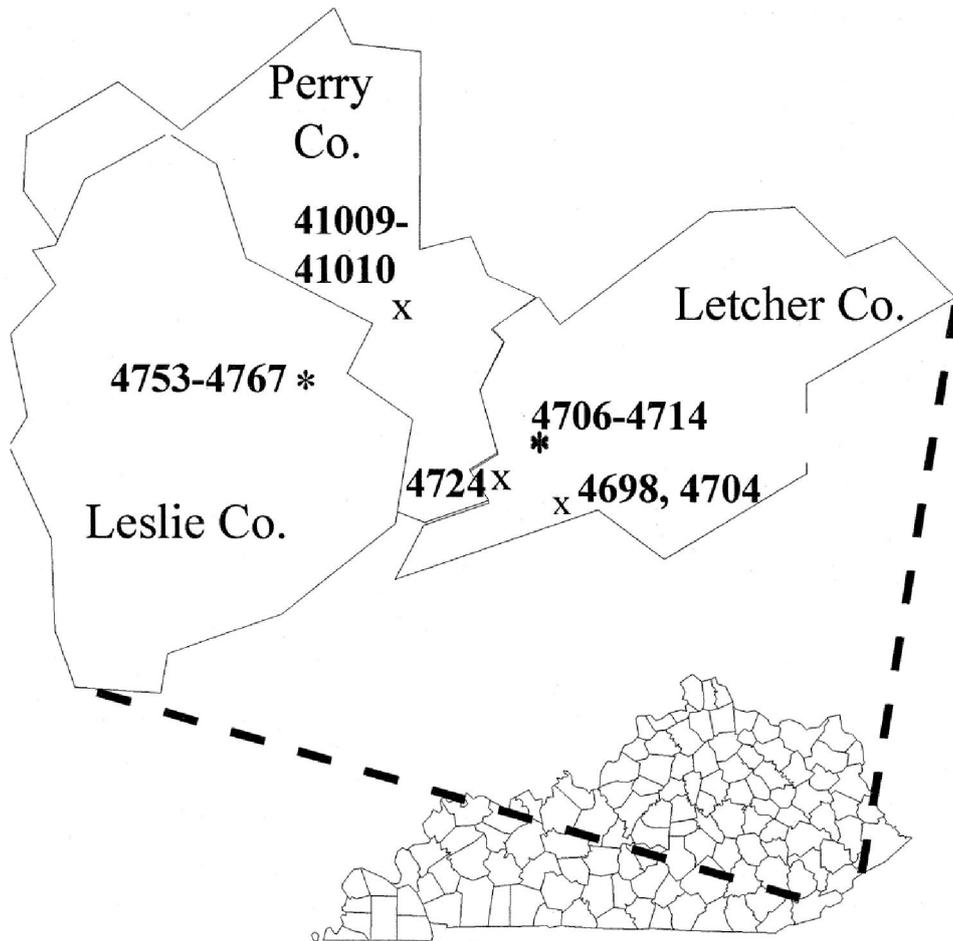


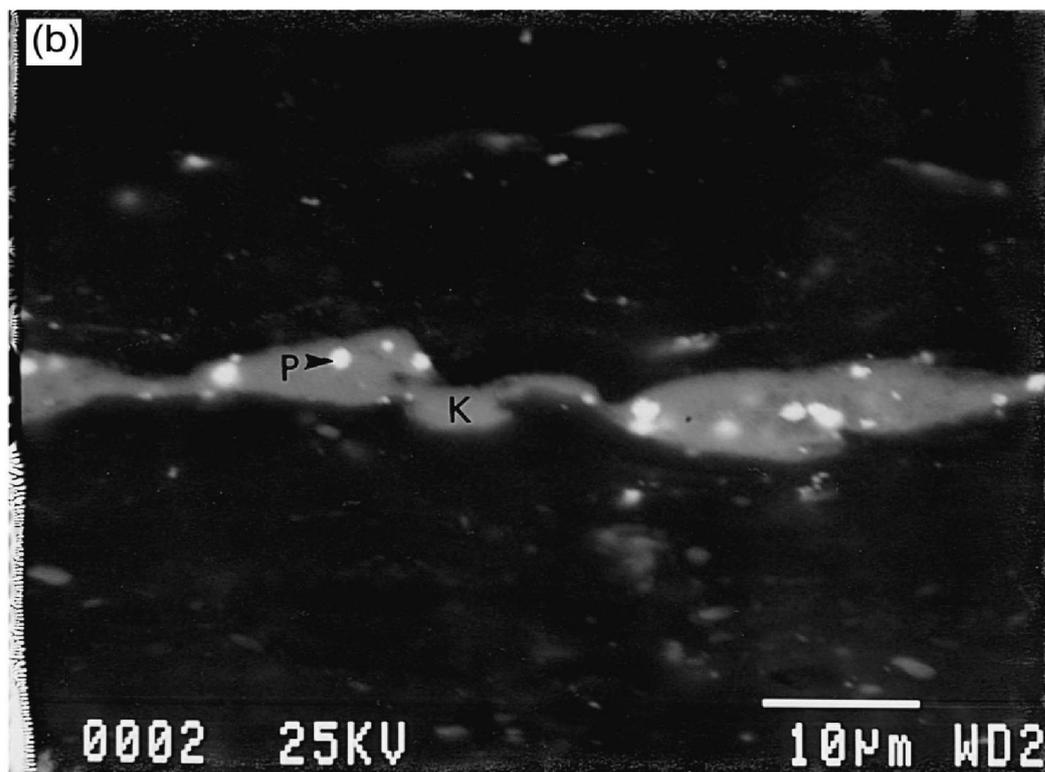
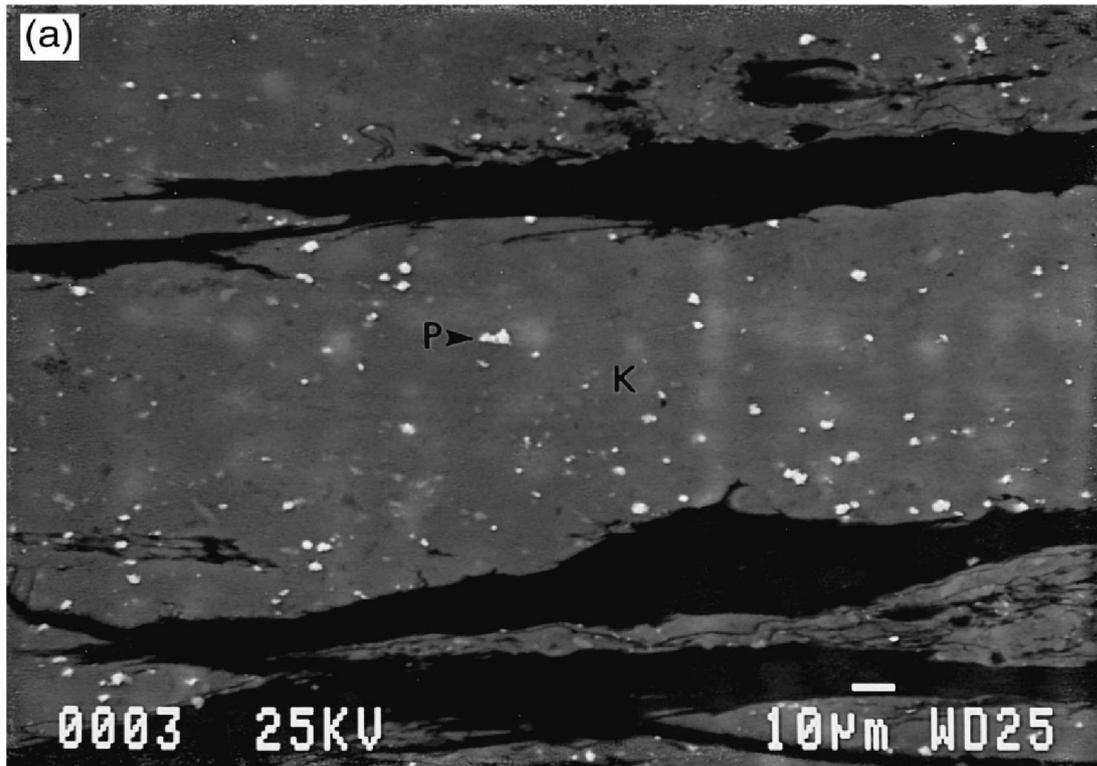
Figure 1 - Location of the study area in eastern Kentucky and location of sample sites within the area. Sites where a full suite of lithotypes and parting samples were analyzed are marked by an asterisk

mass spectroscopy (ICP-MS) at the U.S. Geological Survey laboratories in Denver, CO following procedures outlined by Meier et al. (1996). Two of the tonstein-coal sample pairs (sample № 4698 and 4704 and sample № 41009 and 41010) were examined by scanning electron microscopy (SEM). An attached energy-dispersive X-ray analyzer (EDXA) was used to identify the presence of Zr, Y, and REE in mineral phases.

3. Discussion

The Fire Clay tonstein is dominated by kaolinite, as shown in SEM photomicrographs (Fig. 2A and B) and as reflected in an enrichment of SiO_2 and Al_2O_3 (tables 1 and 2). Sanidine, commonly altered almost entirely to kaolinite, Y-

bearing Ca-phosphates, commonly lacking REE, and euhedral to subhedral zircon which occasionally contain detectable Hf and Y, are the most common accessory minerals in the tonstein samples (Fig. 2C). b-quartz, anatase, and magnetite, accessory minerals that are indicative of a volcanic origin, have also been documented in the Fire Clay tonstein.



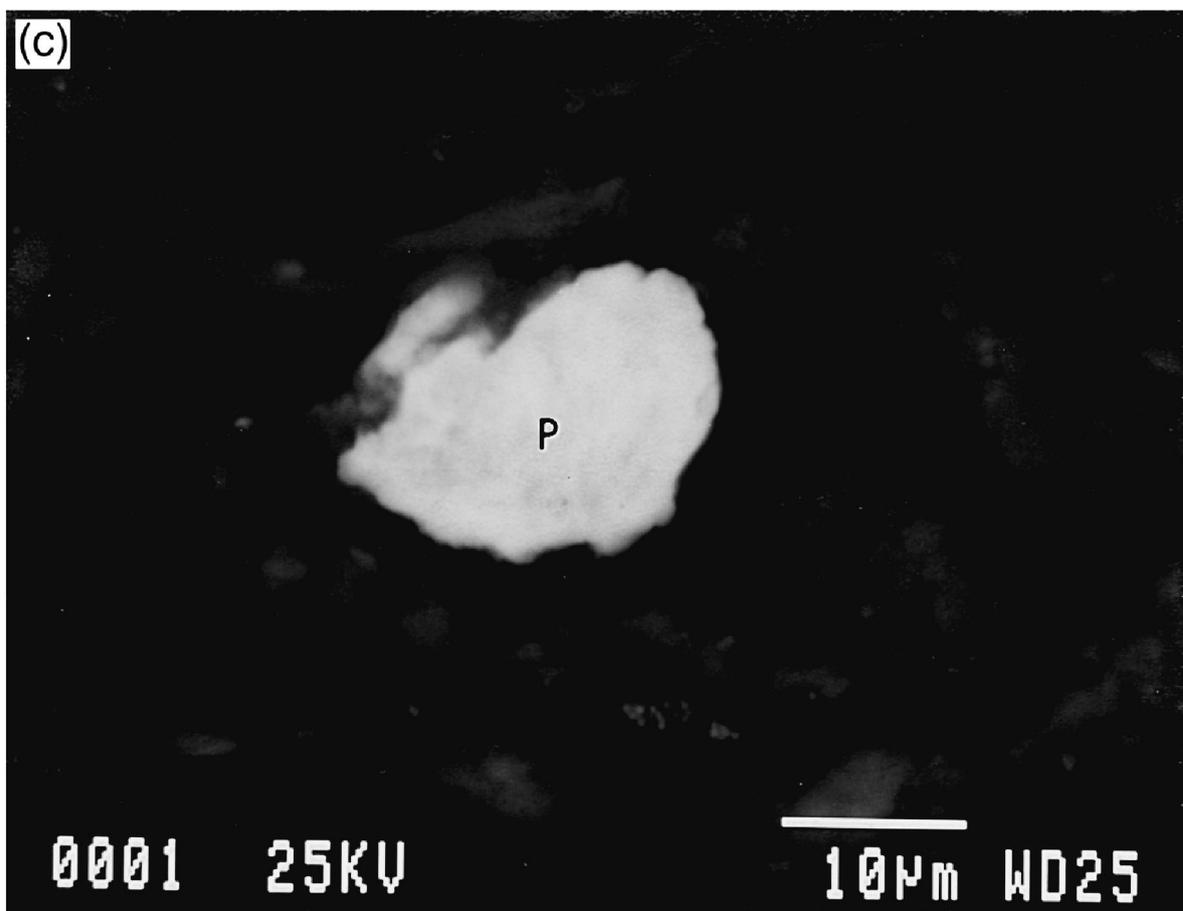


Figure 2 - Scanning electron photomicrographs in back-scatter electron image (BS). BS is sensitive to atomic number—lighter elements appear dark in photomicrographs, heavier elements appear lighter. (A) Ce-, La-, Nd-, Ca-rich phosphate (P), probably monazite (bright spots) in a kaolinite (K) matrix in coal directly underlying the tonstein. (B) Close up of a Ce-, La-rich phosphate (P) in a kaolinite (K) stringer in vitrain in coal directly underlying the Fire Clay tonstein. (C) Ce-, La-, Nd-rich phosphate (P), Fe-oxide, possibly magnetite (Fe), and zircon (Zr) in the tonstein. Sample no. 41009.

Considering the presence of abundant zircon, we should expect to find significant concentrations of Zr in the tonstein samples. Zirconium contents of the Fire Clay tonstein, as well as in a larger sample set investigated by Hower et al. (1994), are indeed higher than the Zr contents of most of the coal lithotype ashes. However, Zr concentrations in tonstein, which range from 570 to 1830 ppm (ash basis), are dwarfed by the concentrations in ashes from the coal lithotype immediately underlying the tonstein. In contrast, coal lithotype sample № 4714, separated from the tonstein by an intervening black, illitic clay, is not enriched in Zr (500 ppm cab). For the two complete sample suites, the coal lithotype

Table 1 - (A) Ash yields, major oxide (percent), and trace elements (ppm) in Fire Clay coal and tonstein samples, as determined by X-ray fluorescence

Location	Sample type	Sample	Ash	S(total)	S(py)	MgO	Na ₂ O	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	SiO ₂	CaO	K ₂ O	P ₂ O ₅	Al ₂ O ₃	SO ₃
Hyden East, Leslie	1 of 11 (top)	4754	3.96	0.88	0.15	0.59	0.66	8.23	1.27	54.64	2.10	1.98	0.08	27.43	1.19
	2 of 11	4755	10.46	5.63	5.30	0.14	0.78	77.51	0.16	9.90	1.27	0.18	0.04	7.63	0.87
	3 of 11	4756	3.77	0.81	0.05	0.29	1.19	4.38	1.37	56.79	1.63	0.47	0.07	31.49	0.77
	4 of 11	4757	13.45	0.85	0.17	0.20	0.70	2.9	2.39	70.15	0.76	0.83	0.07	19.50	0.48
	5 of 11	4758	6.74	0.81	0.04	0.16	0.65	2.03	1.43	58.04	0.79	0.55	0.07	33.95	0.42
	6 of 11	4759	4.91	1.1	0.26	0.26	0.78	10.58	0.97	49.87	1.37	0.38	0.08	33.30	0.69
	7 of 11	4760	10.63	2.33	1.50	0.44	0.03	20.86	0.92	39.02	6.21	0.85	0.12	22.44	7.20
	Flint clay	4761	86.93	0.04	0.04	0.32	0.52	1.49	1.44	55.24	0.47	0.54	0.15	17.93	0.00
	8 of 11	4762	10.23	0.03	0.03	0.37	0.00	1.94	1.15	60.79	2.19	0.97	0.28	29.30	1.44
	9 of 11	4763	25.69	0.08	0.08	0.37	0.44	1.69	1.87	68.72	0.41	1.76	0.07	23.28	0.09
	10 of 11	4765	25.63	0.25	0.25	0.95	0.64	3.74	0.98	60.77	0.71	3.95	0.07	26.55	0.25
	11 of 11	4767	9.92	0.11	0.11	0.62	0.43	3.93	0.92	56.47	1.06	2.44	0.11	31.96	0.30
	(Base)														
Tilford, Letcher	1 of 7 (top)	4706	2.28	0.81	0.11	1.70	1.80	12.19	1.23	35.13	10.17	1.09	0.10	24.07	11.86
	2 of 7	4707	3.54	0.74	0.06	0.83	1.94	8.06	1.29	48.90	4.52	0.78	0.07	29.59	2.59
	3 of 7	4708	4.89	0.84	0.13	0.61	0.82	7.20	1.47	51.43	3.01	0.65	0.08	30.78	1.84
	4 of 7	4709	5.88	0.88	0.19	0.46	0.79	7.74	1.71	54.27	2.04	1.00	0.08	29.18	1.34
	5 of 7	4710	17.10	0.64	0.04	0.31	0.48	1.48	2.25	67.35	0.87	1.56	0.09	23.30	0.31
	6 of 7	4711	9.97	0.79	0.05	0.49	0.20	2.59	1.37	55.53	1.68	1.30	0.21	34.20	0.83
	Flint clay	4712	85.63	0.07	0.06	0.11	0.09	0.91	1.4	54.41	0.71	0.40	0.17	40.71	0.00
	Illitic clay	4713	92.71	0.15	0.11	1.70	0.73	5.44	0.90	59.70	0.30	5.03	0.06	24.68	0.00
	7 of 7	4714	11.29	1.86	0.80	0.90	0.31	14.47	1.10	50.67	1.09	2.70	0.14	26.42	0.45
		(base)													
Tilford, Letcher	Flint clay	4689	85.80	0.04	0.04	0.12	0.37	0.76	1.39	53.90	0.54	0.32	0.18	41.09	0.00
	Underlying coal	4704	33.94	2.13	1.17	0.76	0.03	7.64	1.02	56.36	0.45	2.70	0.15	30.03	0.08
Tilford, Letcher	Flint clay	4724	85.96	1.66	1.29	0.15	0.37	3.04	1.25	52.31	0.49	0.35	0.15	39.98	0.00
Hazard South, Perry	Flint clay	41009	84.93	0.07	n.a.	0.00	0.16	0.70	1.55	57.80	0.46	0.44	0.13	36.84	0.00
	Underlying coal	41010	17.39	0.79	n.a.	0.13	0.00	1.97	1.21	57.00	0.86	0.85	0.17	35.87	0.25

Table continuation

Location	Sample type	Sample	Ash	Mo	Zn	Cu	Ni	Co	Cr	Ba	V	Mn	Rb	Sr	Zr
Hyden East, Leslie	1 of 11 (top)	4754	3.96	4	105	312	193	39	417	3690	560	236	103	2740	491
	2 of 11	4755	10.46	0	0	341	107	0	144	1030	121	0	0	540	117
	3 of 11	4756	3.77	24	87	167	119	27	348	3640	453	16	43	3430	590
	4 of 11	4757	13.45	0	30	124	40	11	431	1760	408	214	64	860	690
	5 of 11	4758	6.74	12	37	140	108	20	495	2720	630	161	17	1680	610
	6 of 11	4759	4.91	16	61	278	191	35	352	2790	472	149	20	2440	590
	7 of 11	4760	10.63	0	149	258	147	36	241	1330	348	337	62	1240	1170
	Flint clay	4761	86.93	0	52	59	28	7	142	1540	98	191	16	530	700
	8 of 11	4762	10.23	0	312	102	176	44	403	1420	630	187	35	1330	2870
	9 of 11	4763	25.69	13	92	117	64	19	429	1050	444	199	132	400	540
	10 of 11	4765	25.63	0	590	105	174	42	485	2170	1060	240	332	810	312
11 of 11	4767	9.92	14	660	302	388	81	750	2370	1900	193	177	1620	396	
	(Base)														
Tilford, Letcher	1 of 7 (top)	4706	2.28	0	183	362	486	116	438	6820	700	198	57	5600	671
	2 of 7	4707	3.54	18	48	221	164	43	331	5950	409	229	51	4700	606
	3 of 7	4708	4.89	18	109	211	122	32	403	6100	460	181	44	2600	510
	4 of 7	4709	5.88	10	110	203	113	30	429	4250	510	187	65	2300	535
	5 of 7	4710	17.10	3	85	99	36	10	455	2210	483	222	112	581	502
	6 of 7	4711	9.97	0	144	125	79	28	331	2360	871	80	111	1200	1300
	Flint clay	4712	85.63	0	57	62	23	5	173	1930	176	201	8	200	614
	Illitic clay	4713	92.71	0	188	87	66	25	336	2170	365	444	325	185	271
	7 of 7	4714	11.29	16	620	399	424	72	497	2360	840	283	172	970	500
	(base)														
Tilford, Letcher	Flint clay	4689	85.80	0	45	60	25	5	172	1440	171	215	5	300	570
	Underlying coal	4704	33.94	0	840	198	326	60	431	1870	820	223	269	442	3200
Tilford, Letcher	Flint clay	4724	85.96	0	46	51	30	11	128	1730	170	164	6	328	630
Hazard South, Perry	Flint clay	41009	84.93	4	46	32	12	0	0	620	63	19	0	1050	1830
	Underlying coal	41010	17.39	6	246	109	108	29	72	850	218	85	6	2610	4545

All elemental values are on an ash basis.

Table 2 - (B) Trace elements (ppm) in the Fire Clay coal and tonstein samples, as determined by inductively-coupled plasma mass spectroscopy

Location	Sample type	Sample	Be	Li	Sc	Th	Ag	As	Au	Bi	Cd	Cs	Ga	Ge	Nb	Pb	Rb	Sb	Sn	Te	U
Hyden East, Leslie	1 of 11 (top)	4754	280	140	110	333	2	750	10	2	0.8	3	250	360	44	130	66	130	20	2	70
	2 of 11	4755	31	48	9	15	2	4000	10	2	0.8	0.4	22	4.3	8	20	9.5	2	10	2	3
	3 of 11	4756	30	210	43	36	2	84	10	2	0.8	0.7	68	9	30	110	9.5	4	20	2	20
	4 of 11	4757	9	71	29	35	2	30	10	2	0.8	3	38	4	40	64	36	2	20	2	11
	5 of 11	4758	26	170	52	56	2	30	10	3	0.8	1	56	7.4	30	120	14	3	10	2	21
	6 of 11	4759	52	190	44	64	2	19	10	2	0.8	0.7	71	9.7	30	96	11	2	10	2	21
	7 of 11	4760	21	83	28	83	2	420	10	2	0.8	4	120	23	54	84	45	2	20	2	50
	Flint clay	4761	2	95	9	66	2	4	10	2	0.8	1	48	2	30	110	31	2	20	2	17
	8 of 11	4762	46	96	71	200	2	6	10	2	1	2	150	31	140	130	30	8.9	30	2	85
	9 of 11	4763	25	83	47	54	3	10	10	2	0.8	6.5	44	8	30	140	87	5.4	10	2	23
	10 of 11	4765	20	120	55	35	2	40	10	2	2	13	81	18	30	160	190	20	10	2	52
11 of 11	4767	67	270	120	63	2	60	10	3	2	6.4	190	130	44	220	81	57	10	2	84	
	(Base)																				
Tilford, Letcher	1 of 7 (top)	4706	670	110	130	33	4,3	480	10	2	0.8	4.3	710	600	89	79	70	51	40	2	24
	2 of 7	4707	41	120	35	38	2	47	10	2	0.8	3	56	8.2	3	88	53	2	20	2	15
	3 of 7	4708	20	180	37	46	2	71	10	2	0.8	3	61	7	4	100	45	3	20	2	18
	4 of 7	4709	25	140	47	47	2	110	10	2	0.8	5.1	63	11	44	92	74	4	20	2	22
	5 of 7	4710	23	67	38	44	2	8	10	2	0.8	11	44	7.2	44	75	120	2	20	2	11
	6 of 7	4711	40	120	44	130	2	10	10	2	0.8	12	180	37	88	130	150	8.4	30	2	87
	Flint clay	4712	2	140	7	48	2	10	10	2	0.8	0.8	58	2	40	150	23	2	20	2	17
	Illitic clay	4713	4	55	23	17	2	9	10	2	0.8	17	56	3	20	40	370	2	10	2	5.9
	7 of 7	4714	52	74	72	75	2	190	10	2	0.8	18	150	48	45	170	230	59	20	2	79
	(base)																				
Tilford, Letcher	Flint clay	4689	2	110	9	76	2	4	10	2	0.8	0,6	41	2	30	120	14	2	20	2	18
	Underlying coal	4704	7	84	32	120	10	84	10	2	1	22	64	13	150	170	330	5.3	40	2	59
Tilford, Letcher	Flint clay	4724	2	130	10	72	2	48	10	2	0.8	0,6	41	2	30	140	17	2	20	2	21
Hazard South, Perry	Flint clay	41009	2	150	9	77	2	4	10	2	0.8	0,7	47	2	30	120	18	2	20	2	24
	Underlying coal	41010	23	150	39	110	4	5	10	2	0.8	3	120	24	76	110	45	2	43	2	10

Table continuation

Location	Sample type	Sample	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Hf	Ta	Y + REE	W
Hyden East, Leslie	1 of 11 (top)	4754	390	140	270	33	130	36	8	40	9	58	12	36	5	33	9	2	1211	30
	2 of 11	4755	67	60	110	12	50	10	2	10	2	10	2	6	0.8	5	2	1	350	10
	3 of 11	4756	190	250	470	54	190	42	5	40	6	37	7	20	3	18	10	3	1345	40
	4 of 11	4757	79	140	240	28	90	20	3	20	3	18	4	11	2	10	10	4	682	8
	5 of 11	4758	210	180	370	44	160	36	4	30	6	35	6	19	3	17	10	2	1132	10
	6 of 11	4759	340	240	470	57	210	49	5	50	8	51	10	30	4	27	10	2	1563	20
	7 of 11	4760	200	270	500	58	200	44	4	40	7	46	9	30	5	29	30	3	1475	20
	Flint clay	4761	49	110	200	24	90	19	1	20	2	13	2	6	0.8	4	20	3	564	2
	8 of 11	4762	430	790	1500	190	660	150	13	130	22	130	25	75	11	72	50	3	4251	10
	9 of 11	4763	110	110	210	25	90	22	4	20	4	28	6	18	3	17	10	3	680	7
	10 of 11	4765	120	110	200	26	100	26	6	20	4	24	5	15	2	13	7	2	680	10
11 of 11	4767	320	160	360	47	190	51	12	50	10	61	12	36	5	34	8	2	1358	30	
	(Base)																			
Tilford, Letcher	1 of 7 (top)	4706	630	220	390	47	190	46	10	60	10	78	17	55	8	54	10	2	1827	20
	2 of 7	4707	210	240	460	53	200	40	5	40	5	33	6	19	3	17	10	2	1343	20
	3 of 7	4708	210	200	400	49	180	40	5	40	6	36	7	20	3	17	10	2	1225	20
	4 of 7	4709	230	190	360	44	170	38	4	40	6	38	7	22	3	19	10	3	1184	10
	5 of 7	4710	120	170	310	36	130	26	3	20	4	25	7	14	2	13	10	3	891	4
	6 of 7	4711	330	430	820	96	350	71	6	70	10	67	13	40	6	38	30	3	2380	20
	Flint clay	4712	47	90	190	24	90	19	1	20	2	14	2	64	0.8	5	20	4	535	3
	Illitic clay	4713	15	70	120	14	50	11	2	9	1	8	2	4	0.7	4	5	2	318	2
	7 of 7	4714	320	240	500	60	240	53	9	50	9	64	13	43	7	43	10	2	1663	20
	(base)																			
Tilford, Letcher	Flint clay	4689	51	100	190	24	90	1	20	2	13	13	2	6	0.7	4	20	3	546	2
	Underlying coal	4704	160	360	740	89	340	72	7	60	9	57	10	30	4	27	50	3	2018	2
Tilford, Letcher	Flint clay	4724	55	100	210	25	100	20	1	20	3	15	2	7	1	6	20	3	588	2
Hazard South, Perry	Flint clay	41009	49	100	200	25	90	20	1	20	2	13	2	5	0.7	4	20	3	555	2
	Underlying coal	41010	280	390	770	94	350	73	6	70	10	66	13	40	6	31	30	3	2238	7

All elemental values are on an ash basis.

immediately overlying the tonstein also has an elevated Zr concentration, although not as high as in the lithotype underlying the tonstein.

Notable is the Zr concentration of 4540 ppm (ash basis) in coal sample № 41010 from the Hazard South 7 $\frac{1}{2}$ - min quadrangle site studied by Andrews et al. (1994) and re-examined for this study. They suggested that plant roots reworked zircons from the tonstein into the underlying coal, but in our SEM-EDXA examinations, zircons are most abundant in tonstein samples (Fig. 2B): small (< 5 μ m), subhedral zircons are present in the underlying coal sample, in some cases in kaolinite lens that may be volcanic, but not as common as they are in tonstein samples. Eskenazy (1978) suggested that Zr in coal may be organically-associated, but we have no evidence to support this interpretation, other than the lack of abundant zircon grains. Some of the Zr may be incorporated in REE-phosphates, and indeed, one of the analyzed REE-phosphates contains trace amounts of Zr. However, additional study is needed to document all of the modes of occurrence of Zr in these samples.

Both U and Th follow the trends noted above for Zr (table 1), consistent with substitution of U for Zr in zircon, but U was not detected in any of the mineral phases in any of the samples analyzed with SEM. Hf, noted by Crowley et al. (1989) as a trace element in zircon, also tends to follow the Zr trend (table 2) and Hf was detected as a trace element in some of the zircons from the tonsteins and the coal samples.

Table 3 - Average concentrations (in ppm) on an ash basis of selected lanthanides, Y and Zr in the Fire Clay coal bed and three other eastern Kentucky coal beds

Coal	№	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Yb	Y	Zr
Coalburg	57	103	189	10	95	17	4	13	3	3	< 1	4	10	76	252
Fire Clay	28	155	290	23	138	25	3	11	4	12	2	10	14	843	536
Pond Creek	32	83	164	15	37	15	4	4	3	6	< 1	2	13	451	290
Clintwood	21	90	165	10	74	17	4	17	4	12	< 1	7	11	92	238

Hower et al (1997) found higher concentrations of Y in the Fire Clay coal bed compared to the Pond Creek, Coalburg, and Clintwood coal beds of eastern Kentucky (Table 3). Yttrium has similar associations as the REE, but in the samples that we examined with SEM, Y most commonly occurs as an accessory element in Ca-phosphates.

With the exception of the high pyritic sulfur, high-As lithotype, all coal lithotypes have REE concentrations exceeding those of the. The five tonstein samples, which range in thickness from 10.4 to 14 cm, have a remarkably similar Y + Σ REE content, a range of 535–588 ppm. The three samples of the underlying coal (ample № 4762, 4704 and 41010), range in thickness from 2.5–9.5 cm, and exhibit a wider Y + Σ REE range: 2018–4251 ppm. The next highest concentrations are generally in the two lithotypes immediately above the tonstein although the basal and upper lithotypes from the Hyden East $7\frac{1}{2}$ -min quadrangle (sample nos. 4754 and 4767) also has a high Y + Σ REE content. In addition, the complete Tilford $7\frac{1}{2}$ -min quadrangle sequence, which contains an illitic shale immediately below the tonstein, also shows a similar sequence: the highest Y + Σ REE concentration is found in the lithotype above the tonstein (sample no. 4711) with high concentrations in the basal and uppermost lithotypes (sample nos. 4707 and 4714, respectively).

Scanning-electron microscopy show the presence of abundant, small (< 2 mm), irregularly-shaped, REE-rich phosphates, tentatively identified as monazite, in the coal samples underlying the tonstein (Fig. 2A and C). Monazite is associated with cracks in kaolinite and illitic clay and cells in clarain and vitrain. In sample no. 41010 from the Hazard South $7\frac{1}{2}$ -min quadrangle site, the presence of monazite is reflected in the chemical analyses (Tables 1 and 2): La-, Ce-, Nd-, and Gd-bearing monazite are the most common REE-rich phosphate (Fig. 2B). Yttrium, while not a rare earth element, has a similar mode of occurrence as the REE: in the coal samples that we examined by SEM-EDXA, Y is most commonly associated with small (< 10 mm) Ca-phosphate phases that also infill cracks and fissures in clay. However, most of these Y-bearing Ca-phosphates lack detectable REE.

In light of the distribution of Zr, Y, and the REE of the coal lithotypes, it is interesting to compare the overall concentrations of the Fire Clay coal bed with other major coal beds in Eastern Kentucky. The average concentrations of the REE, Y, and Zr for the Fire Clay, Coalburg., Pond Creek _correlatives include the Imboden, Path Fork, Blue Gem, coals, among others., and Clintwood coal beds are shown in Table 3. With the exception of a very high value of Gd in the Clintwood coal bed which skews the average REE averages, the highest Zr, Y, and REE values are in the Fire Clay coal bed. The Fire Clay coal bed is the only coal bed that contains a recognized, regionally-extensive tonstein.

Overall, the petrography and trace element trends in the Fire Clay coal bed strongly suggest that the volcanic ash influenced the chemical composition of the entire coal bed. The REE enrichments, the morphology and association of the REE-bearing phosphates with cracks, fissures, and vitrain in underlying coal lithotypes suggests that leaching of the volcanic ash by ground water occurred. Crowley et al. (1989) proposed such a mechanism for REE enrichments observed in the C coal, Utah. Leaching of volcanic minerals and glass may have contributed significant amounts of Y, REE, and P for incorporation in authigenic mineral phases such as monazite and crandallite (?) in the underlying, and perhaps, the overlying coal lithotypes.

Summary

The Fire Clay tonstein significantly influenced the geochemistry of the Fire Clay coal bed in eastern Kentucky. The tonstein itself is enriched in Zr _570–1820 ppm (ash basis), compared to most of the coal lithotypes in the coal bed. However, where coal directly overlies the tonstein, Zr contents are extremely high (2870–4540 ppm, ash basis). The primary mechanism for the Zr enrichment in the underlying coal, may be the incorporation of volcanic ash minerals in peat by plant roots as suggested by Crowley et al. (1989) and Andrews et al. (1994), the incorporation of Zr in REE-phosphates, or an organic-association.

Lanthanide elements show a similar enrichment in the coal directly underlying the tonstein, ranging from 1965 to 4198 ppm (ash basis) for $Y + \sum REE$ compared to 511 to 565 ppm in the tonstein samples. We suggest that the mechanism for the enrichment of $Y + \sum REE$ is leaching of volcanic ash by ground water, and the incorporation of those elements into monazite and Y-bearing Ca- phosphates (crandallite?). The trace element distribution the Fire Clay coal bed suggests that the geochemical influence of the ash fall extended throughout the coal.