

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки 05.04.01 Геология
 Отделение школы (НОЦ) Отделение геологии

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Геохимия и металлоносность углей месторождения Шубарколь (Центральный Казахстан)

УДК 553.94:550.4(574.3)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ91	Культаев Берик Ринатович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Арбузов С.И.	д.г.-м.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ИСГТ ТПУ	Рыжакина Т.Г.	к.э.н		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Романова С.В.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Языков Е.Г.	д.г – м.н		

**Планируемые результаты обучения по основной образовательной программе
подготовки магистров по направлению 05.04.01 «Геология»**

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
Профессиональные компетенции		
P1	<u>Фундаментальные знания</u> Применять <i>базовые</i> и <i>специальные</i> математические, естественнонаучные, гуманитарные, социально-экономические и технические знания в междисциплинарном контексте для решения <i>комплексных инженерных проблем</i> в области <i>прикладной геологии</i> .	Требования ФГОС ВПО (ОК-1, 2, ОК-6, ОК-12, 13, ОК-20, ПК-2, ПК-10, ПК-21, ПК-23,) (АВЕТ-3а,с,h,j)
P2	<u>Инженерный анализ</u> Ставить и решать задачи <i>комплексного инженерного анализа</i> в области поисков, геолого-экономической оценки и подготовки к эксплуатации месторождений полезных ископаемых с использованием современных аналитических методов и моделей.	Требования ФГОС ВПО (ОК-1, 2, 3, ОК-13, ОК-15, ОК-18, ОК-20, ОК-21, ПК-1, ПК-3, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 14 – 17, ПСК-3.1, ПСК-3.5, 3.6), (АВЕТ-3b)
P3	<u>Инженерное проектирование</u> Выполнять <i>комплексные инженерные проекты</i> технических объектов, систем и процессов в области прикладной геологии с учетом <i>экономических, экологических, социальных и других ограничений</i> .	Требования ФГОС ВПО (ОК-1, 4 – 8, 14, ПК-3, 6 – 9, 11, 18 – 20) (АВЕТ-3с).
P4	<u>Исследования</u> Проводить исследования при решении <i>комплексных инженерных проблем</i> в области <i>прикладной геологии</i> , включая прогнозирование и моделирование природных процессов и явлений, постановку эксперимента, анализ и интерпретацию данных.	Требования ФГОС ВПО (ОК-3, 5, 9, 10, 14 – 16, 21, ПК-10, 11, 21 – 25, ПСК), (АВЕТ-3b,c)
P5	<u>Инженерная практика</u> <i>Создавать, выбирать и применять</i> необходимые ресурсы и методы, современные технические и <i>IT</i> средства при реализации геологических, геофизических, геохимических, эколого-геологических работ с учетом <i>возможных ограничений</i> .	Требования ФГОС ВПО (ПК-7 – 9, 28 – 30 ПСК) (АВЕТ-3е, h)
P6	<u>Специализация и ориентация на рынок труда</u> Демонстрировать компетенции, связанные с <i>особенностью</i> проблем, объектов и видов <i>комплексной инженерной деятельности</i> , не менее чем по одной из специализаций: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых</i> • <i>Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания</i> • <i>Геология нефти и газа</i> 	Требования ФГОС ВПО (ОК-8 – 10, 12, 15, 18, 20, 22, ПК-1, ПСК) (АВЕТ-3с,e,h)
Универсальные компетенции		
P7	<u>Проектный и финансовый менеджмент</u> Использовать <i>базовые</i> и <i>специальные</i> знания проектного и финансового менеджмента, в том числе менеджмента рисков и изменений для управления <i>комплексной инженерной деятельностью</i> .	Требования ФГОС ВПО (ОК-1 – 3, 13 – 16, 20, 21, ПК-4 – 6, 15, 18 – 20, 23 – 25, 27 – 30, ПСК-1.2, 2.2) (АВЕТ-3е,k)
P8	<u>Коммуникации</u> Осуществлять эффективные коммуникации в профессиональной среде и обществе, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты <i>комплексной инженерной деятельности</i> в области <i>прикладной геологии</i> .	Требования ФГОС ВПО (ОК-3 – 6, 8, 16, 18, 21, ПК-3, ПК-6, ПСК) (АВЕТ-3g)
P9	<u>Индивидуальная и командная работа</u>	Требования ФГОС ВПО (ОК-

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
	Эффективно работать индивидуально и в качестве <i>члена</i> или <i>лидера команды</i> , в том числе междисциплинарной, с делением ответственности и полномочий при решении <i>комплексных инженерных проблем</i> .	4, 6, 18, ПК-3, 6, 11, 27, 30, ПСК-1.2) (АВЕТ-3d)
P10	<u>Профессиональная этика</u> Демонстрировать личную ответственность, приверженность и готовность следовать нормам профессиональной этики и правилам ведения <i>комплексной инженерной деятельности</i> в области прикладной геологии.	Требования ФГОС ВПО (ОК-7, 8, 19, ПК-9, 16), (АВЕТ-3f)
P11	<u>Социальная ответственность</u> Вести <i>комплексную инженерную деятельность</i> с учетом социальных, правовых, экологических и культурных аспектов, вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности, нести социальную ответственность за принимаемые решения, осознавать необходимость обеспечения устойчивого развития.	Требования ФГОС ВПО (ОК-5, 7, 8, 10, 13, 14, 16 – 21, ПК-27-30) (АВЕТ-3с,h,j)
P12	<u>Образование в течение всей жизни</u> Осознавать необходимость и демонстрировать <i>способность к самостоятельному обучению</i> и непрерывному <i>профессиональному совершенствованию</i> .	Требования ФГОС ВПО (ОК-9 – 12, 14, 20) (АВЕТ-3i)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки 05.04.01 Геология
 Отделение школы (НОЦ) Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Язиков Е.Г.
 (Подпись) (Дата) (ФИО)

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
2ЛМ91	Культаеву Берику Ринатовичу

Тема работы:

Геохимия и металлоносность углей месторождения Шубарколь (Центральный Казахстан)	
Утверждена приказом директора	От 24.12.2020 №359-41/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><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></p>	<p>Предметом исследования являются угли и углевмещающие породы Шубаркольского угольного месторождения (участок Центральный-2).</p>
<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,</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Основные черты геологического строения и угленосности Шубаркольского угольного месторождения 2. Методика исследования 3. Геохимия углей Шубаркольского угольного месторождения

<p><i>конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>4. Финансовый менеджмент 5. Социальная ответственность Заключение Список использованной литературы Приложение А</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Рисунок 1.1 – Геологическая карта Месторождения Шубарколь; Рисунок 1.2 – Стратиграфическая колонка месторождения Шубарколь(Центральный Казахстан) Рисунок 1.3 – Районирование месторождения по углам падения Верхнего горизонта Рисунок 1.4 – Изогипсы почвы Верхнего угольного горизонта Рисунок 1.5 – Районирование Верхнего горизонта по мощности Рисунок 2.1 – Схема опробования пласта 1В21 Рисунок 2.2 - Пласт 2В4, северный борт разреза. Рисунок 2.3 – Виброистриратель Рисунок 2.4 – Анализатор Ртути РА-915+ с пиролитической приставкой «ПИРО-915+» Рисунок 3.1 – Спектры распределения редкоземельных металлов в пробах, отобранных АО «Шубарколь-Комир» Рисунок 3.2 Сравнение среднего содержания элементов-примесей по месторождению Шубарколь(участок Центральный-2) с кларком для золы(Кетрис, Юдович, 2009) Рисунок 3.3 – Кварц в угле. Снимки в режиме обратно-рассеянных электронов и энергодисперсный спектр. Рисунок 3.4 – Распределение U,Th,Zr,Hf,Y в разрезе пласта 2В1(уголь)</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Доцент ИСПП ТПУ Рыжакина Т.Г.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Ст.преподаватель Романова С.В.</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>Coal geochemistry of the Shubarkol coal deposit (Central-2 site)</p>	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

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
2ЛМ91	Культаев Б.Р.		

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ЛМ91	Культаеву Берик Ринатовичу

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение школы (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	05.04.01 Геологии

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	1. Литературные источники;
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	2. Методические указания по разработке раздела;
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	3. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы;
	4. Налоговый кодекс РФ

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>	1. Основные технико-экономические показатели поисковых ГРР
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	2. Расчет затрат времени, труда, материалов и оборудования по видам работ
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	3. Общий расчет сметной стоимости

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Т.Г.	к.э.н.		31.01.2021

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ91	Культев Берик Ринатович		31.01.2021

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2ЛМ91	Культаеву Берику Ринатовичу

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	05.04.01 Геологии

Тема ВКР:

Геохимия и металлоносность углей месторождения Шубарколь(центральный Казахстан)	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p>Объектом исследования являются угли Шубаркольского угольного месторождения. В компьютерном кабинете в 20 корпусе Национального Томского политехнического университета, г. Томск.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>Трудовой кодекс РФ от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 30.04.2021); СанПиН 2.2.2.542-96</p>
<p>2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p>	<p>Вредные факторы:</p>

	1. Недостаточная освещенность рабочей зоны 2. Отклонение параметров микроклимата 3. Нервно-психические перегрузки 4. Повышенный уровень шума 5. Повышенное значение напряжения, замыкание которого может пройти через тело человека; 6. Повышенный уровень статического электричества; 7. Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов; 8. Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.
3. Экологическая безопасность:	Безопасная утилизация бумаги, люминесцентных ламп и составных частей персонального компьютера.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	В данном разделе описывается безопасность при возникновении пожара в аудиториях и корпусах где проводится камеральный этап.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	05.02.2021
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Романова С.В.			05.02.2021

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ91	Культаев Берик Ринатович		05.02.2021

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки (специальность) 05.04.01 Геология месторождений стратегических
 Уровень образования Магистратура
 Отделение школы (НОЦ) Отделение геологии
 Период выполнения _____ (осенний / весенний семестр 2020 /2021 учебного года)

Форма представления работы:

Магистерская диссертации (бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.10.2019	Глава 1. Общие сведения	...
01.11.2019	Глава 2. Геологическая характеристика месторождения Шубарколь	...
01.12.2019	Глава 3. Методика исследования	
08.03.2020	Глава 4. Геохимия углей месторождения «Шубарколь»(Участок Центральный-2)	
20.04.2020	Глава 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
20.05.2020	Глава 6. Социальная ответственность при разработке урана на месторождении буденовское	

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

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

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Е.Г.Языков	Д.Г.-М.Н.,		

Реферат

Выпускная квалифицированная работа 94 страницы, 13 рисунков, 23 таблицы, 36 источников, 1 приложение.

Ключевые слова: Шубарколь, месторождение, уголь, ценные, токсичные, элементы-примеси.

Объектом исследования являются угли Шубаркольского угольного месторождения (участок Центральный-2).

Цель работы - изучение геохимии элементов-примесей в углях Шубаркольского угольного месторождения (участок Центральный-2).

В процессе исследования проводилось определение ряда элементов-примесей атомно-абсорбционным анализом и методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой в 107 пробах угля и углевмещающих пород Шубаркольского месторождения (участок Центральный-2).

В результате исследования было определено содержание элементов-примесей в углях и углевмещающих породах месторождения.

Материалы, полученные в процессе настоящих исследований, могут быть использованы при экологическом контроле качества углепродукции, при разработке технологии полной комплексной переработки углей и углеотходов.

Оглавление

Введение	14
1 Основные черты геологического строения месторождения Шубарколь .16	
1.1 Стратиграфия	16
1.2 Тектоника.....	18
1.3 Характеристика угленосности и качество угля	19
2 Методика исследования	26
2.1 Опробование и лабораторно-аналитические исследования	26
2.2 Пробоподготовка.....	28
2.3 Аналитические методы.....	29
2.3.1 Многоэлементный инструментальный нейтронно активационный анализ (ИНАА).....	29
2.3.2 Анализ масс-спектрометрическим методом с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS).....	30
2.3.3 Атомно-абсорбционный метод определения Hg.....	32
2.3.4 Другие методы анализа	34
3 Геохимия углей Шубаркольского угольного месторождения (участок Центральный-2)	36
3.1 Геохимическая изученность месторождения.....	37
3.2 Содержание элементов-примесей в углях месторождения Шубарколь (участок Центральный-2)	42
3.3 Формы нахождения элементов-примесей в углях.....	48
3.4 Закономерности распределения элементов-примесей в угольных пластах и месторождении.....	50
3.5 Редкометалльный потенциал углей месторождения Шубарколь.....	53
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение . 62	
4.1 Техничко-экономическое обоснование продолжительности и объема работ	62
4.2 Нормы расхода материалов.....	65
4.3 Общий расчет сметной стоимости работ.....	67
5 Социальная ответственность при выполнении научно- исследовательских работ	70
Введение.....	70
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	71
5.2 Производственная безопасность	72

5.3	Анализ вредных и опасных производственных факторов.....	73
5.3.1	Отклонение параметров микроклимата.....	75
5.3.2	Нервно-психические перегрузки.....	76
5.3.3	Повышенный уровень шума.....	77
5.3.4	Повышенное значение напряжение электрической цепи, которое может пройти через тело человека	78
5.3.5	Повышенный уровень статического электричества	79
5.3.6	Электробезопасность. Заземление и зануление.....	80
5.3.7	Повышенная или пониженная температура поверхности оборудования, материала	81
5.3.8	Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны ..	81
5.3.9	Подвижные части производственного оборудования.....	85
5.4	Экологическая безопасность	86
5.5	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	89
	Заключение	90
	Список использованной литературы	91
	Приложение А	

Введение

Угольная промышленность – старейшая горнодобывающая отрасль Республики Казахстан (Карагандинской области), тесно связанная с Шубаркольским угольным месторождением. Угольная промышленность неоднократно преодолевала стоящие перед ней структурные проблемы, но современные тенденции развития топливно-энергетического комплекса в мире (газификация, использование возобновляемых источников энергии) будут только способствовать вытеснению угля с рынка как энергетического сырья. В связи с этим необходимо изыскивать пути нетрадиционного использования угля, что в первую очередь определяется его качественными характеристиками.

Шубаркольское угольное месторождение расположено в Карагандинской области Республики Казахстан. Наиболее близкими населенными пунктами являются: пос. Баршино – 120 км, пос. Жайрем и город Жезказган – 150 км (Педаш и др.,1987).

Рельеф района представляет собой Казахский мелкосопочник, который находится в тесной связи с литологическим составом пород и характером тектонических структур палеозойского фундамента. Гидрографическая сеть развита слабо (Педаш и др.,1987).

Каменный уголь Шубаркольского месторождения отличает низкая (в среднем 2,5-2,7%), но нестабильная зольность. Интервал колебания золы по отдельным пробам составляет от 1,7% до 4,1%. Высокое содержание летучих веществ не позволяет достичь содержания углерода выше 54 %. Недостатком этого угля являются низкие структурная прочность (65,1 %) и термическая стойкость (58,4 %). В то же время его удельное электрическое сопротивление и реакционная способность достаточно высоки (Сафонова и др., 2018).

Цель исследования - изучение геохимии элементов-примесей в углях Шубаркольского угольного месторождения (участок Центральный-2).

Основные задачи:

- определить содержание элементов-примесей в углях и углевмещающих

породах месторождения;

- оценить уровни накопления ценных элементов-примесей в углях;
- определить формы нахождения элементов- примесей в углях;
- оценить редкометальный потенциал углей Шубаркольского угольного месторождения.

Предметом исследования являются угли Шубаркольского угольного месторождения (участок Центральный-2).

1 Основные черты геологического строения месторождения Шубарколь

1.1 Стратиграфия

В геологическом строении месторождения (рисунок 1.1) принимают участие терригенно-карбонатные отложения верхнего девона и нижнего карбона, терригенные породы средне-верхнекаменноугольного возраста, угленосные терригенные отложения нижнеюрского возраста (мезозойские отложения), а также рыхлые продукты выветривания мезозоя и рыхлые отложения кайнозоя. Мезозойские отложения несогласно налегают на палеозойские образования и развиты в центральной части Шубаркольской грабен-синклинали, образуя небольшую мульду того же названия. Отложения представлены мелко- и грубозернистыми песчаниками, алевролитами, аргиллитами, суглинистыми породами и углями. Из всех пород преобладают аргиллиты, алевролиты и угли. Мощность отложений 250-280 м. Слоистость пород горизонтальная. Доминирующей окраской является серая и темно-серая (Педаш и др.,1987).

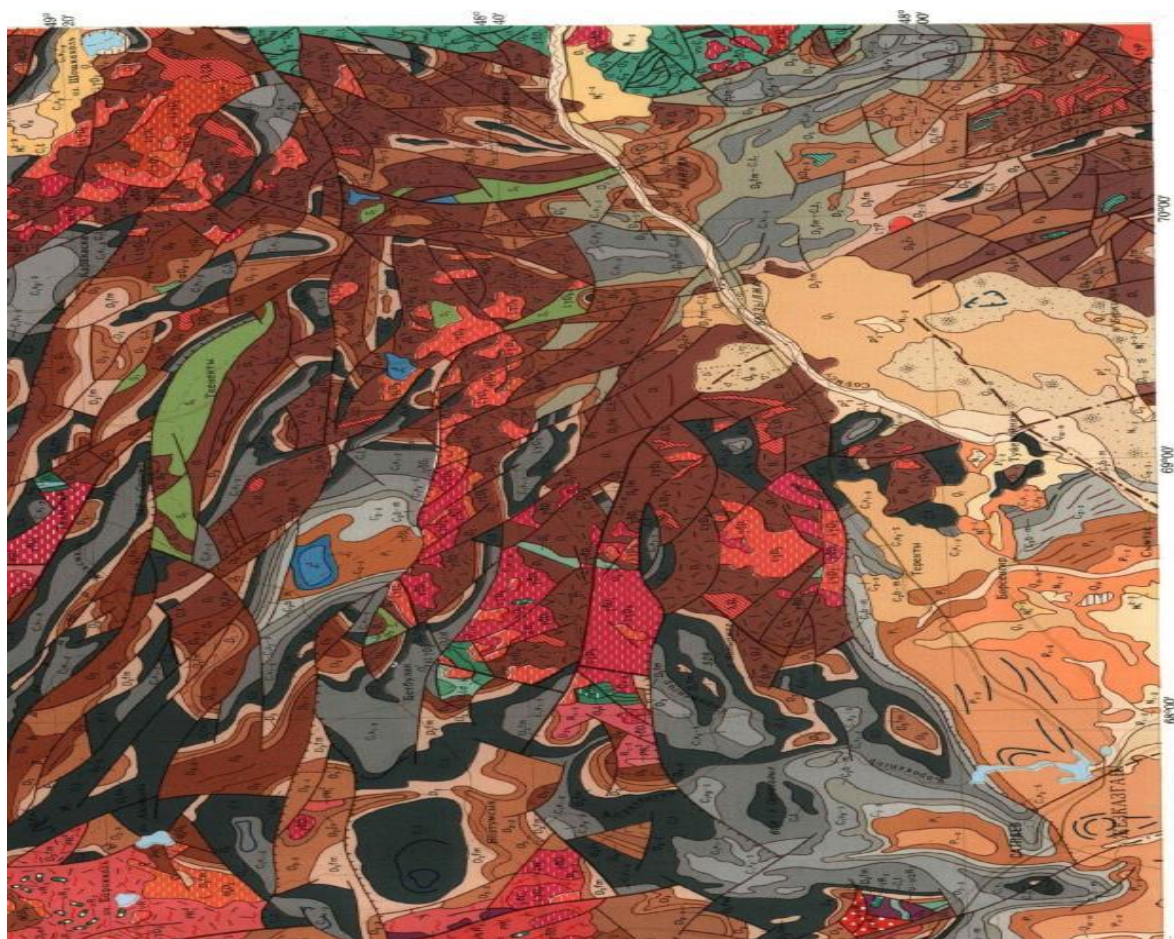


Рисунок 1.1 – Геологическая карта района месторождения (Середин и др.,1998)

Породы кайнозойского возраста, состоящие из неогеновых и четвертичных отложений, встречаются на всей площади месторождения. Неогеновые отложения аральской свиты, мощностью от 0 до 30 м, представлены монтмориллонитовыми пластичными глинами с включением гипса и каолина. Четвертичные отложения представлены делювиальными (щебень, галька, суглинки) и аллювиальными (пески, галечники, супеси, глины) образованиями, мощностью 5-8 м (Педаш и др.,1987).

Девонская система представлена отложениями фаменского яруса, сложенного карбонатными породами местеровского и сульфидеронового горизонтов. Каменноугольная система представлена морскими карбонатными и терригенными отложениями общей мощностью до 6000 м. Нижнюю четвертичную часть системы по мощности до 1150 м занимают известняки. Верхний отдел мощностью до 800 м и средний отдел мощностью до 1500 м представлены, в основном, песчаниками, алевролитами, аргиллитами. Мезозойские отложения представлены породами юрской системы мелко- и грубозернистыми песчаниками, алевролитами, аргиллитами, углистыми породами и углями. Слои конгломератов здесь маломощны и единичны. Мощность юрских отложений 250-280 м. Породы кайнозойского возраста, состоящие из неогеновых и четвертичных отложений, имеют значительное распространение и встречаются на всей площади месторождения (Педаш ,1987).

Неогеновые отложения мощностью от 0 до 30 м представлены монтмориллонитовыми пластичными глинами с включением гипса, боковинами железомарганцевого состава и каолина. Четвертичные отложения представлены овражным аллювием (песками, суглинками, гравием), пойменными накоплениями и делювиальными щебенисто-пылеватыми суглинками. Мощность отложений составляет (5-8) м. (Педаш и др.,1987).

Угленосная толща представлена отложениями нижней и средней юры и сложена аргиллитами, алевролитами, тонкозернистыми песчаниками и пластами угля. Непосредственно под юрой залегает конгломераты, песчаники, алевролиты и

аргиллиты пестрой окраски джезказганской свиты верхнего карбона (Педаш и др., 1987).

Система	Отдел	Ярус, подъярус	Свита, подсвита	Индекс	Условное обозначение	Мощность	Характеристика пород	
Четвертичная				Q			конгломераты, галечники, лессовидные суглинки	
				N_2^3 Q_1		1,0-1,5	лессовидные суглинки, глины, песок	
Неоген	Миоцен			N_1		5-30	галечники, пески, глины зеленые, бурые	
				P_3^2		20	кварцевые пески, алевролиты, глины	
Юрская	Нижний			Y_1		280-330	песчаники, алевролиты, аргиллиты, сажи, угольные горизонты	
Каменноугольная	Верхний		Джезказганская	C_3dz_2		300-1100	конгломераты, песчаники, алевролиты бурого и серого цветов, 3 горизонта кирпично-красных туфо-песчаников	
				C_3dz_1		200-250	конгломераты, красные и серые песчаники, алевролиты, 1 горизонт красного туфо-песчаника	
	Средний		Тоскудукская	Верхняя	C_2tS_2		300	песчаники и алевролиты красноцветные, кремни, пелловые туфы, туфо-песчаники
				Нижняя	C_2tS_1		350-400	красные и серые песчаники и алевролиты, с прослоями кремней. Фауна остракод, фораминифер. Споры и пыльца
	Нижний	Визейский			C_1V_3		200	известняки, песчаники, алевролиты с фауной брахиопод
					C_1V_{1-2}		420-550	известняки, мергели, переслаивающиеся с зеленоцветными песчаниками, алевролитами, брахиоподы
		Турнейский	Верхний	C_1t_2		300-350	кремнистые известняки, мергели, аргиллиты, туфиты	
			Нижний	C_1t_1		350-400	серые органогенные известняки, доломитизированные известняки, мергели, остатки брахиопод, мшаник, остракод	
Девонская	Верхний	Фаменский		D_3f_m		400-500	известняки серые, массивные узловатые. Остатки створок брахиопод	

Рисунок 1.2 – Стратиграфическая колонка района месторождения Шубарколь (Центральный Казахстан)(Маусымбаева.,2020)

1.2 Тектоника

В тектоническом отношении Шубаркольское месторождение юрских углей приурочено к центральной части Сарысу-Тенизского поднятия крупной тектонической структуры Западной части Центрального Казахстана. Шубаркольское месторождение имеет форму вытянутой чаши - мульды длиной до 13 и шириной до 5,5 км. Угленосность представлена тремя угольными горизонтами

(Верхний, Средний и Нижний), приуроченными к юрским отложениям, из которых Верхний горизонт принят для открытой разработки. Его общая мощность составляет 25-30 м. Глубина залегания от 10-30 до 150 м (центре мульды). Угольный горизонт включает в себя породные прослои мощностью от 0,05 до нескольких метров (Педаш и др., 1987).

Верхний угольный горизонт является наиболее мощным и имеет сравнительно простое строение. По общему строению горизонт делится на два мощных пласта 2В и 1В. Пласт 2В распространен на 60% площади месторождения, сложен 3-7 угольными пачками мощностью 0,2-15,0 м, разделенными породными прослоями 0,10-0,80 м. Рабочая мощность пласта составляет 15-22 м. Пласт 1В сложен 2-10 угольными пачками мощностью 0,15-8,3 м, разделенными прослоями мощностью 0,03-0,40 м. Рабочая мощность пласта составляет 4-9 м. Западное и восточное крылья залегают более полого (10° - 20°). Внутреннее строение мульды является простым с углами падения (3° - 5°). Дизъюнктивных нарушений в ее пределах не установлено (рисунок 1.3).

Породные прослои в основном представлены аргиллитами, алевролитами, реже песчаниками и углистыми аргиллитами. В 10-12 м от почвы Верхнего угольного горизонта залегает пласт В0. Он тонкий, преимущественно однопачечный, распространен почти на всей площади мульды, но рабочие мощности (1,0-1,85 м) имеет лишь восточнее 12 разведочной линии.

Средний угольный горизонт является наименее мощным на месторождении. Он представлен 3-7 метровой угольной залежью с изменяющимися мощностью и строением. Рабочая мощность составляет 3,7-4,1 м.

Нижний угольный горизонт представляет собой 25-40 метровую угольную залежь очень сложного строения. Слагающие горизонт пласты преимущественно тонкие, изменчивые по мощности и строению.

1.3 Характеристика угленосности и качество углей

Промышленная угленосность месторождения приурочена к нижней части

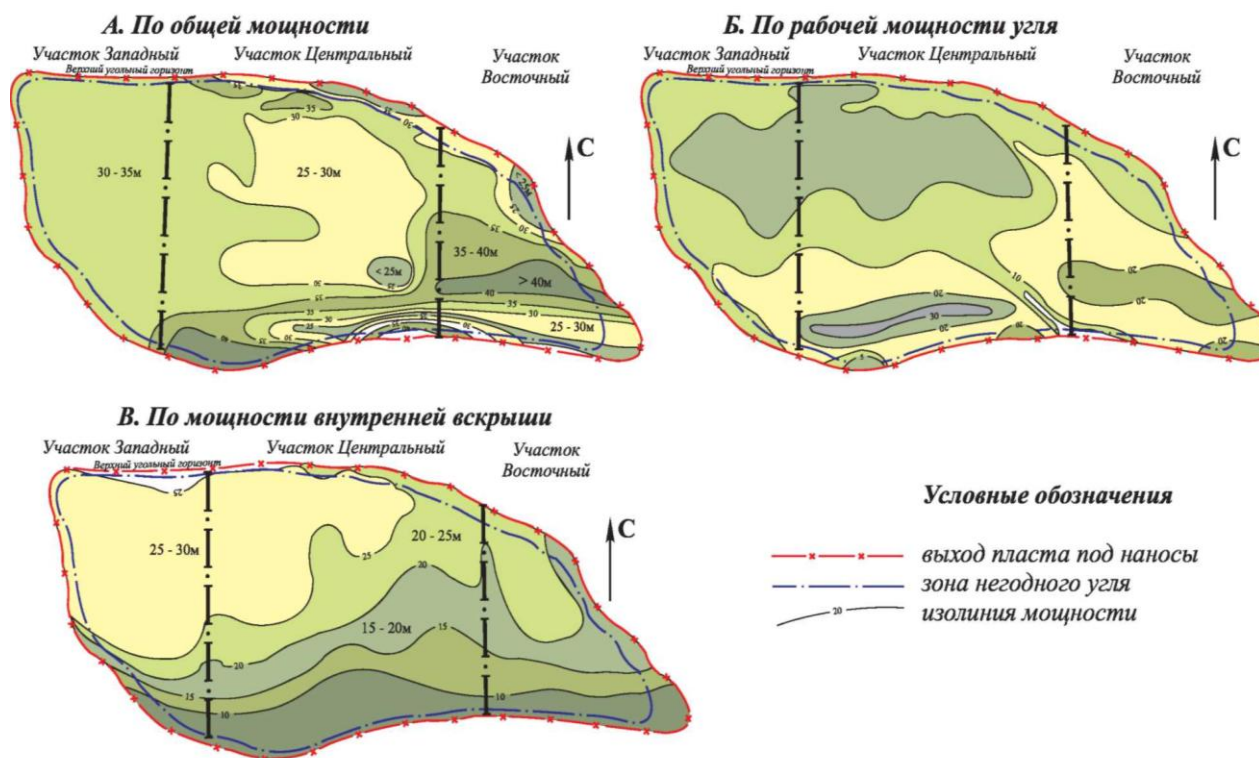


Рисунок 1.5 – Районирование Верхнего горизонта по мощности

Площадь с наиболее простым строением тянется 1,5-2,0 - километровой полосой от северо-западного замка мульды по северному крылу складки до разведочной линии 10 и относится к узлу угленакопления.

В его пределах четко выделяется центр угленакопления, где горизонт представляет собой единую монолитную залежь с эпизодически усложняющимся в отдельных выработках строением. В центре угленакопления просматривается деление горизонта на два угольных пласта 2В и 1 В.

Пласт 2В распространен на 60% площади месторождения и является самым мощным в горизонте (до 22 м). Он сложен 3-5 угольными пачками мощностью (0,4-8,0) м, разделенными преимущественно тонкими прослоями аргиллитов и алевролитов (0,03-0,50) м.

Пласт 1В прослеживается 2,5-3,0 - километровой полосой с юго-запада на северо-восток в центральной части мульды. Мощность пласта 6-9 м и сложен 1-2 пачками угля в западной части месторождения и 2-5-ю в восточной. В южном

направлении происходит увеличение количества угольных пачек и наблюдается закономерное уменьшение рабочей мощности пласта. Пласт, отнесен к выдержанным. Характеристики пластов угля Верхнего горизонта Шубаркольского месторождения приведена в таблице 1.1.

Согласно данным «Отчета с подсчетом запасов для открытой разработки Верхнего горизонта каменноугольного месторождения Шубаркольское (Карагандинская область)», выполненного ТОО «Геоинцентр», Контракт №391 от 20.12.1999 г., г.Алматы, 2008 г., средние мощности угольных пластов, принятые к расчету потерь угля при его добыче приведены в таблице 1.2.

Повсеместно над Верхним угольным горизонтом залегает комплекс пород, часть которых по своим свойствам соответствует горючим сланцам.

Мощность этого комплекса колеблется от 1,10 м до 7,65 м. В нем пачки горючих сланцев переслаиваются с углем, углистыми породами: аргиллитами и алевролитами. Суммарная мощность последних часто превышает мощности пачек горючих сланцев.

По внешнему виду горючие сланцы желтовато-белые, серовато-коричневые, темно-коричневые и черные. По текстурным особенностям различаются массивные, полосчатые, вследствие неодинаковой насыщенности органикой и плитчатые.

Таблица 1.1 – Характеристики пластов Верхнего горизонта(Педаш и др.,1987)

угольные пласты	Мощность пласта, м от - до средняя		Распространение, %			Степень выдержанности
	горная масса	угольная масса	Раб. Площ. к общ. по пластам	от площади горизонта	от запасов по горизонту	
Западный участок						
2В	16,90-21,96 19,12	16,30-20,84 18,58	100	20	61	выдержанный
2В2+3+4	12,75-21,96 14,16	11,68-21,13 13,57	100	2	3	относительно выдержанный
2В ₄	5,37-6,45 5,92	5,12-6,25 5,71	100	1	1	относительно выдержанный

2В3	1,30-3,21 2,04	1,10-3,21 1,78	81	2	0,3	невыдержанный
2В2	1,05-4,44 2,75	1,0-3,54 2,27	44	2	0,2	невыдержанный
2В ₁	1,0-1,45 1,17	0,75-1,35 1,08	15	3	0,2	невыдержанный
1В	8,30-11,96 10,71	6,63-11,16 9,75	100	10	16	выдержанный
	4,82-7,85 6,63	4,72-7,50 6,40	100	14	14	выдержанный
	1,03-5,05 2,47	0,98-4,15 2,37	82	14	4	относительно выдержанный
В0	-	-	-	-	-	невыдержанный
Центральный участок						
2В	12,75-12,91 18,06	11,68-21,13 17,31	100	33	51	выдержанный
2В2+3+4	9,42-15,35 13,13	7,42-15,11 12,63	100	6	7	относительно выдержанный
2В ₄	1,00-5,80 3,89	0,85-5,80 3,55	90	2	4	относительно выдержанный
3В3	1,00-5,49 2,08	0,70-5,16 1,98	54	16	1	невыдержанный
2В2	1,08-4,70 2,80	0,74-3,83 2,52	66	16	2	невыдержанный

Таблица 1.2 - Мощность угольных пластов Верхнего горизонта Шубаркольского месторождения в границах пересчета запасов (кондиции 2008г.)

Наименование	Мощность по пластам, от - до, м				итого по горизонту
	2В	1В			
участок Западный	13,4-19,53	9,07-10,8	6,90-	2,81-	32,18-40,26
	17,08	9,72	7,03	2,90	37,27
			6,92	2,83	
участок Центральный	16,5-21,40	8,10-10,14	4,61-	1,00-	30,21-40,36
	17,9	8,99	6,94	1,88	34,4
			6,05	1,46	

Таблица 1.3 - Количество и мощность угольных и породных комплексов Верхнего горизонта Шубаркольского месторождения (от - до)

Наименование	Количество комплексов, шт.		Мощность комплексов, м	
	угольных	породных	угольных	породных
кондиции 1987 г.				
участок	1,0-5,0	0,0-4,0	1,0-32,2	1,0-18,4
Западный	2,6	1,6	9,4	2,95
участок	1,0-6,0	0,0-5,0	1,0-31,7	1,0-36,7

Центральный	2,9	1,9	7,5	5,2
участок	1,0-6,0	0,0-5,0	1,0-18,6	1,0-27,8
Восточный	3,5	2,5	5,2	6,1
кондиции 2008 г. (в границах пересчета)				
участок	1,0-6,0	0-,0-5,0	2,81-19,53	0,6-3,47
Западный	1,67	0,67	9,1	1,72
участок	2,0-7,0	1,0-6,0	1,0-21,4	0,5-8,24
Центральный	3,85	2,85	9,1	1,3

Горючие сланцы Шубаркольского месторождения характеризуются низким содержанием органических веществ и низкой теплотой сгорания. Запасы горючих сланцев в количестве 409 млн. т. со средней низшей теплотой сгорания 7,2 МДж/кг отнесены к категории С2. Учитывая низкое качество и отсутствие потребности в горючих сланцах, принято решение о нецелесообразности утверждения кондиций для горючих сланцев и подсчета их запасов, они добываются селективно, складироваться отдельно, засыпаются глинистым материалом с целью недопущения их самовозгорания.

Средний угольный горизонт - наименее мощный и представлен 3-7 метровой угольной залежью, с изменяющимися мощностью и строением. Монолитное строение залежь имеет на 1/3 площади месторождения (северная часть).

Узел угленакопления располагается в западной - замковой части структуры и представляет собой площадь (1,0x1,0) км. Пласт сложен 3-7 угольными пачками мощностью (0,05-0,70) м, разделенными тонкими прослоями (0,05-0,30) м. Рабочая мощность горизонта составляет (3,7-4,1) метра.

Нижний угольный горизонт представляет собой (25-40)-метровую угольную залежь очень сложного строения. Слагающие горизонт пласты преимущественно тонкие, очень изменчивые по мощности и строению.

В целом угли месторождения маломинерализованы. Минеральные включения представлены в основном пелитоморфным слюдисто-глинистым веществом. Для углей всех пластов характерно наличие прослоев, насыщенных сферосидеритом. Отмечаются зерна пирита, полуокатанные зерна кварца. По трещинам отдельности отмечаются корочки гипса и каолинита(Сафонова и др.,

2008).

Подсчет микрокомпонентов рядовых углей показал, что угли всех пластов имеют довольно постоянный петрографический состав и характеризуются высоким содержанием компонентов группы витринита в чистом угле 79–91%, плавких компонентов 90-94%. отощающих 6-10%. После обогащения показатели микрокомпонентного состава практически остаются без изменения: сумма плавких компонентов- 89-95%, отощающих 5-11% (Сафонова и др.,2008).

Для характеристики изменения вещественно-петрографического состава в результате обогащения проводился подсчет микрокомпонентов в концентратах плотностью менее 1,4 г/см³ . Результаты подсчета показали, что существенного изменения в органической части углей не наблюдается. Содержание компонентов группы витринита в концентрате исследуемых пластов составляет (на чистый уголь) – 79-91%, плавких компонентов 89-95%, отощающих компонентов – 5-11%. Содержание минеральных включений снижается в концентратах плотностью менее 1,4 г/см³ до 3-4%.

Рядовые угли пласта 2В1 имеют более высокую зольность -17%, содержание компонентов группы витринита 69%, сумма плавких компонентов 85%, сумму отощающих 15%. После обогащения петрографический состав несколько улучшается: количество витринита увеличивается до 73%, содержание плавких компонентов – до 88%, сумма отощающих снижается до 12%.

По технологическим и генетическим признакам угли Верхнего горизонта Шубаркольского месторождения относятся к марке Д, подгруппе 1ДВ, их кодовые номера 0504200 (по ГОСТ 25543-88), 2701 11 100 (по ТН ВЭД). Они имеют слабоспекшийся, слипшийся, спекшийся несплавленный, в единичных случаях порошкообразный характер коксового королька. Теплота сгорания на влажное беззольное состояние равна 37,68кДж/кг(Сафонова и др., 2008).

2 Методика исследования

Угольные месторождения исследуются по аналогичной методике, сначала идет опробование угольных пластов, затем пробоподготовка отобранного материала, после лабораторно-аналитическое исследование, и завершающим этапом следует обработка и интерпретация полученных данных.

2.1 Опробование и лабораторно-аналитические исследования

Опробование углей и углевмещающих пород месторождений выполнялось по сечениям вкрест простирания угольного пласта по направлению от кровли к почве или от почвы к кровле(рис.2.1).

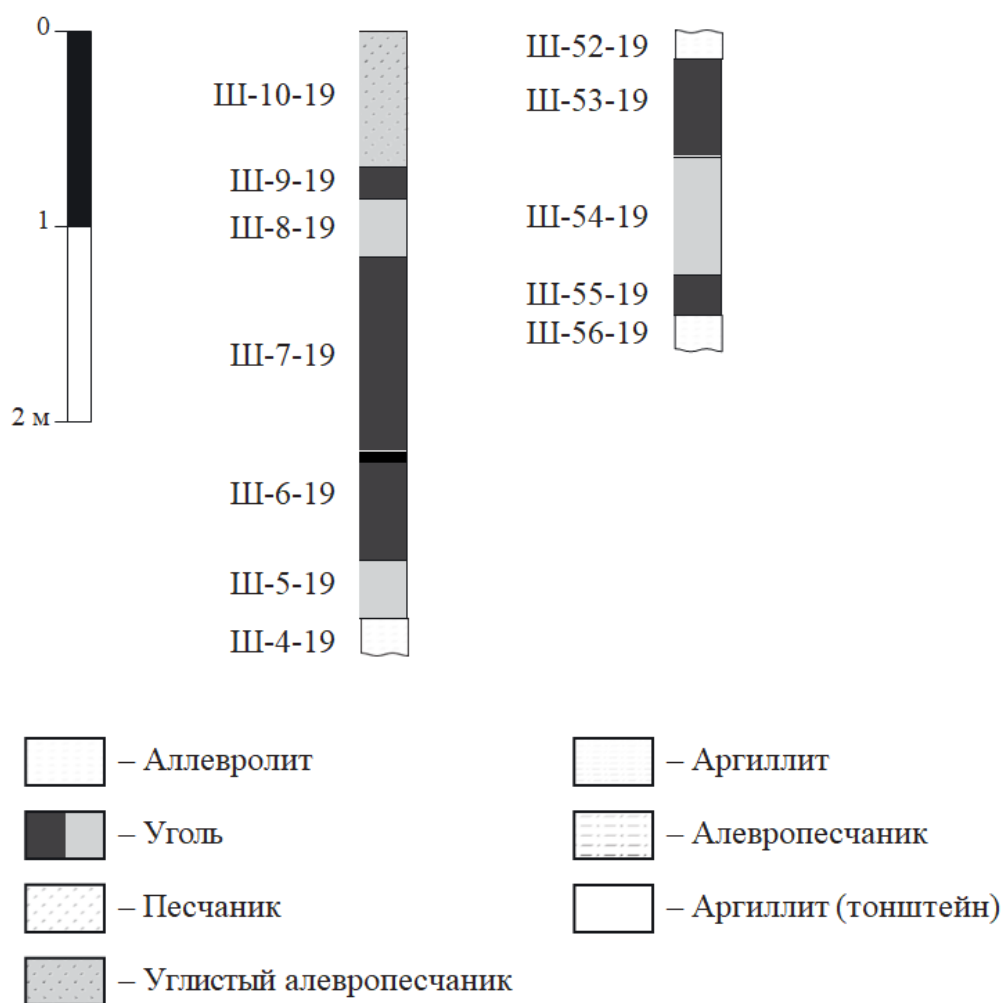


Рисунок 2.1 – Схема опробования пласта 1B21

Всего из угольных пластов и углевмещающих пород с исследуемых

участков было отобрано 107 проб, в том числе 75 проб угля и 32 пробы из углевмещающих пород и партингов.

Кроме того, были взяты 5 проб золошлаков местной котельной.

Таким образом, выполнено опробование всех основных доступных для опробования угольных пластов (1В21, 1В22, 2В1, 2В2, 2В3, 2В4(рис.2.2)). Опробовано 6 угольных пластов в 2 сечениях (12 пластопересечений), отобрано 112 проб угля, углевмещающих пород и внутриугольных партингов, а также золошлаков местной котельной (табл. 2.1).

Таблица 2.1 – Количество и номера проб углей отобранных на Шубаркольском месторождении (участок Центральный-2)

№ п.п	Номер сечения	Угольный пласт	Номера проб	Количество проб, всего	Количество проб угля
1	1	1В21	Ш-4-19 ÷ Ш-10-19	7	5
2	1	1В22	Ш-11-19 ÷ Ш-18-19	10	7
3	1	2В1	Ш-30-19 ÷ Ш-43-19	14	9
4	1	2В2	Ш-19-19 ÷ Ш-29-19	12	9
5	1	2В3	Ш-44-19	1	1
6	1	2В4	Ш-45-19 ÷ Ш-51-19	7	4
7	2	1В21	Ш-52-19 ÷ Ш-56-19	6	4
8	2	1В22	Ш-57-19 ÷ Ш-73-19	17	12
9	2	2В1	Ш-79-19 ÷ Ш-82-19	5	3
10	2	2В2	Ш-74-19 ÷ Ш-78-19; Ш-83-19 ÷ Ш-87-19	11	9
11	2	2В3	Ш-98-19 ÷ Ш-102-19	6	4
12	2	2В4	Ш-88-19 ÷ Ш-97-19	11	8
Всего		6		107	75

Далее была выполнена пробоподготовка, после чего комплексный анализ угля методами масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICP MS) и атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICP AS) – 72 пробы угля и 32 пробы углевмещающих пород; масс-спектрометрический анализ с индуктивно связанной плазмой с химическим разложением угля без предварительного озоления – 69 проб, атомно-абсорбционный анализ методом «холодного пара» – 106 проб угля и углевмещающих пород на содержание ртути.

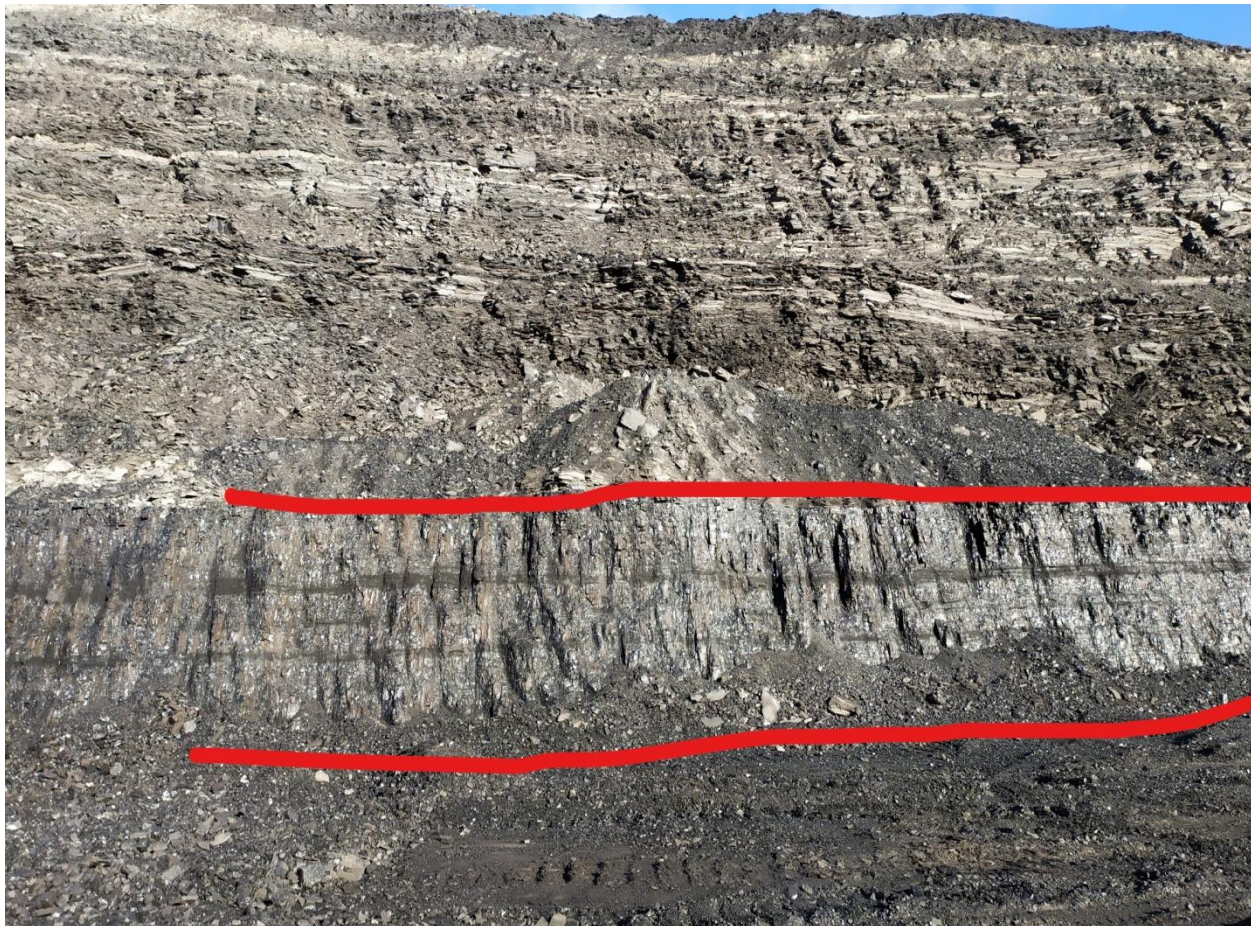


Рисунок 2.2 – Пласт 2B4, северный борт разреза. (Красными линиями выделены кровля и подошва пласта ($h=3.5\text{ м.}; Ad=1.3\%$)).

Выполнен анализ 69 проб угля методами инфракрасной спектроскопии (ИКС). Для 6 групповых проб выполнена пластометрия, выход летучих веществ, определен показатель отражения витринита, изготовлены брикеты, аншлифы и изучен их петрографический состав.

Для 12 образцов выполнены детальные электронно-микроскопические исследования с целью выявления микрофаз, обогащенных ценными и токсичными элементами примесями.

2.2 Пробоподготовка

Пробоподготовка заключалась в дроблении, квартовании и истирании проб для аналитических навесок. Дробление выполнялось на щековых дробилках, истирание на виброистирателе производства ВИМС «ИВ Микро» (рисунок 2.3). Пробы истирались до 200 меш (0,074 мм).



Рисунок 2.3 – Виброистиратель

2.3 Методы обработки

2.3.1 Многоэлементный инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИНАА)

ИНАА используется в качестве основного метода для количественного определения элементов-примесей в углях. Анализы выполнены в ядерно-геохимической лаборатории кафедры геоэкологии и геохимии Национального исследовательского Томского политехнического университета (аналитики А.Ф. Судыко и Л.В. Богутская). Лаборатория создана в 1984 г. и функционирует на базе единственного в Сибири исследовательского ядерного реактора ИРТ-Т НИИ ядерной физики при ТПУ. Лаборатория аккредитована в системе Госстандарта России (Аттестат аккредитации РОСС RU.0001.518623 от 10.10.2011г). Пределы определения элементов вышеуказанным методом приведены в таблице 2.2.

Нейтронно-активационный анализ обладает рядом преимуществ по сравнению с другими аналитическими методами. Отсутствие химической подготовки пробы исключает погрешности за счет привноса или удаления элементов вместе с реактивами. Дробление и истирание проб необходимо лишь для стандартизации процесса взвешивания и упаковки проб перед облучением. Так

как аналитический сигнал снимается с ядер химических элементов, то физическое и химическое состояние пробы не влияет на результат анализа. Влияние изменения состава матрицы пробы определяется лишь интерферирующими и поглощающими нейтроны элементами. А поэтому методы нейтронно-активационного анализа с успехом применяются с одними и теми же СОС как для углей, так и для золы угля и горных пород. Это позволяет одним методом в различных пробах определять в широком диапазоне (от % до 0,01 г/т) содержания химических элементов. При этом следует отметить, что углерод и органические соединения в пробе способствуют улучшению параметров анализа повышают точность и снижают пределы определения, что подтверждается проведенными методическими работами по разработке нейтронно-активационного анализа углей (Рихванов и др., 1990).

Таблица 2.2 -Пределы определения содержаний химических элементов в углях, золах углей и углистых породах методом ИНАА

Элемент	Предел, г/т	Элемент	Предел, г/т
Na	20	Ba	8
Ca	300	La	0,03
Sc	0,02	Ce	0,05
Cr	0,2	Sm	0,01
Fe	100	Eu	0,01
Co	0,1	Tb	0,05
Ni	20	Yb	0,1
Zn	2	Lu	0,01
Rb	0,6	Hf	0,01
As	1	Ta	0,05
Sr	7	Au	0,01
Ag	0,5	Th	0,2
Cs	0,3	U	0,1
Sb	0,2	Br	0,3

2.3.2 Анализ масс-спектрометрическим методом с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS)

Анализ масс-спектрометрическим методом с индуктивно связанной

плазмой (ICP-MS) выполнен в аналитическом центре Дальневосточного геологического института ДВО РАН, г.Владивосток. Анализ малых элементов выполнен на Agilent 7500c ICP MS (Agilent Technologies, Япония) в варианте сплавления с метаборатом лития и на Agilent 7700x ICP MS в варианте разложения в смеси кислот (HF, HNO₃ и HClO₄).

В основе метода масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ICP-MS) лежит использование аргоновой индуктивно-связанной плазмы в качестве источника ионов и масс-спектрометра для разделения и последующего детектирования этих ионов.

Перед анализом проба измельчается до 0,071 мм. Методом квартования отбирается навеска 1-5 г в фарфоровый тигель и помещается в холодную муфельную печь. Постепенно повышают температуру до 500 °С и обжигают пробы 2 часа. Низкие температуры озоления обеспечивают сохранность элементов-спутников в золе угля.

Для вскрытия образца используется навеска 0,1 г. Пробу переводят в раствор методом кислотного разложения. Вскрытие проводят смесью фтороводородной и азотной кислот в системе микроволновой пробоподготовки Millistone Start D с предварительной стадией выдерживания реакционной смеси при температуре ≈70 °С. Разложение проводят при температуре 200 °С и мощности 700 Вт. Пробу охлаждают до комнатной температуры, количественно переносят в фторопластовые стаканчики объемом 50 мл, обмывая 5% раствором азотной кислоты. Затем пробы последовательно переводят в хлориды и нитраты. На партию проб (10 проб) одновременно готовят не менее одной холостой пробы для проверки чистоты используемых реактивов.

Непосредственно перед ICP-MS анализом пробу разбавляют. Коэффициент разбавления составляет 1000.

При проведении ICP-MS измерений для контроля изменения чувствительности прибора, обусловленными временными флуктуациями,

матричными эффектами и т.д. используется внутренний стандарт (индий). Для дополнительного отслеживания дрейфа чувствительности, а также качества проведения пробоподготовки используют внешний стандарт, представляющий собой стандартный образец состава горной породы, близкой по составу анализируемым образцам и подготовленной в тех же условиях.

Масс-спектральное определение содержания элементов в анализируемых образцах проводят при следующих параметрах работы Agilent 7500сх, Agilent Technologies, Япония (таблица 2.3).

Для достижения максимальной чувствительности масс-спектрометра в рабочем диапазоне масс проводят настройку прибора с использованием раствора, содержащего по 1 мкг/л Li, Mg, Y, Ce, Tl и Co. Для обеспечения стабильного режима работы спектрометра необходимо обеспечить постоянный температурный режим в лабораторном помещении во время измерений. Изменение температуры при измерениях не должно превышать 1,5 °С.

Таблица 2.3 – Параметры работы Agilent 7500сх, Agilent Technologies

Выходная мощность генератора	1500 Вт
Тип распылителя	MicroMist (микроаэрозольный)
Распылительная камера	охлаждаемая
Расход плазмообразующего потока Ar	0,9 л/мин
Расход вспомогательного потока Ar	0,2 л/мин
Скорость подачи пробы	0,1 об/мин

Определение элементов проводят в рамках процедуры сканирования в диапазоне масс от 5 до 242 а.е.м. Анализируемые образцы измеряют партиями 5–15 образцов в зависимости от содержания в них основных элементов и уровней содержания определяемых элементов, чередуя с внешним стандартом.

Обработка масс-спектров и расчет содержания элементов в пробах проводят с помощью программного обеспечения масс-спектрометра и электронных таблиц.

2.3.3 Атомно-абсорбционный метод определения Hg

Содержание ртути в угле и углевмещающих породах определяли

методом беспламенной атомной абсорбции на приборе «РА-915+» с пиролитической приставкой «ПИРО-915» с использованием пакета программ RA915P (ПДН Ф 16.1:2.23-2000) в сетевом центре коллективного пользования Национального исследовательского Томского политехнического университета (СЦКП) (рисунок 2.4). Диапазон измерений данного метода для массовой доли общей ртути в пробах составляет от 5 до 10000 мкг/кг. Границы относительной погрешности измерений при числе наблюдений $n = 2$ (для каждой пробы было проанализировано по 3 навески, в качестве результирующего значения бралось среднеарифметическое по трем измерениям), доверительной вероятности $P = 0,95$ и диапазоне измерений массовой доли общей ртути от 100 до 10000 мкг/кг составляет 25%. Предел обнаружения ртути составляет 2 мкг/кг. Принцип действия приставки ПИРО-915+ основан на восстановлении до атомарного состояния содержащейся в пробе связанной ртути методом пиролиза без предварительной минерализации и последующем переносе образовавшейся атомарной ртути из атомизатора в аналитическую кювету газом-носителем (воздухом).



Рисунок 2.4 - Анализатор ртути РА-915+ с пиролитической приставкой «ПИРО – 915+»

Регистрация атомов ртути осуществляется анализатором РА-915+, при этом результат анализа выводится на компьютер. Массовая доля ртути в пробе определяется по величине интегрального аналитического сигнала с учетом предварительно установленного градуировочного коэффициента, полученного

эмпирическим способом на основе измерений проб образца с известным содержанием ртути (290 нг/г). В качестве стандарта использовали также угольный стандарт CLB-1 (U.S. Geological Survey) с содержанием ртути 0,2 мг/кг.

Навески предварительно измельченных и высушенных при комнатной температуре образцов угля составляли 50-70 мг. Границы относительной погрешности измерений составили 20–28%, в зависимости от массовой доли ртути в образцах, при доверительной вероятности 0,95 и двух параллельных измерениях.

Методом атомно-абсорбционной спектрометрии исследовано 106 проба угля и углевмещающих пород.

В виду малочисленности имевшихся к 1985 г. Данных (Юдович , Кетрис ,1985) и с учетом того, что ртутоносные угли анализировались гораздо чаще, чем угли с фоновыми содержаниями Hg, кларки ртути были оценены весьма приблизительно: 0,1-0,2 г/т для бурых и ~0,3 г/т для каменных углей с неопределенной погрешностью. Но в 2004 г. М. П. Кетрис (Кетрис, 2004) произвела расчет новых угольных кларков ртути на основании около 90 выборок для каменных углей (около 48,6 тыс. анализов) и 48 выборок для бурых углей (около 3,6 тыс. анализов):

- каменные угли: $0,10 \pm 0,01$ г/т (уголь)
- бурые угли: $0,10 \pm 0,01$ г/т (уголь)

2.3.4 Другие методы анализа. Методика определения группового состава бурого угля.

Сущность метода заключается в последовательном выделении из воздушно-сухого угля битумов, гуминовых кислот и остаточного угля. Разницу от 100 % за вычетом битумов, гуминовых кислот и остаточного угля составляют органические кислоты и потери.

Битумы экстрагируют кипящим бензолом в аппарате Грефе в течение 4 часов. Бензол отгоняют, а остаток высушивают при температуре 70 °С до

постоянной массы.

Определение выхода общих гуминовых кислот (ГК^{daf}) заключается в обработке воздушно сухого остатка после извлечения битумов щелочным раствором пирофосфата натрия на встряхивателе в течение одного часа, последующей экстракцией пробы 1 % раствором гидроксида натрия на кипящей водяной бане в течение 2 часов и осаждении гуминовых кислот избытком 5 % соляной кислоты и определении массы гуминовых кислот.

Выход свободных гуминовых кислот (ГК^{daf}) определяется таким же способом, только исключается стадия обработки пирофосфатом натрия, которая необходима для разрушения связанных в виде солей гуминовых кислот.

Остатки после извлечения гуминовых кислот промывают дистиллированной водой до нейтральной реакции, высушивают до воздушно сухого состояния и рассчитывают выход на сухое беззольное топливо.

Органические кислоты + потери = $100 \% - (\text{В}^{\text{daf}} + \text{ГК}^{\text{daf}} + \text{Оу}^{\text{daf}})$, %.

3 Геохимия углей месторождения Шубарколь (участок Центральный-2)

Каменный уголь относится к осадочной породе биогенного происхождения. В нем содержится в среднем около 12% воды, 32% летучих веществ и от 75 до 95% углерода (Кизильштейн., 2002). В его состав также входят такие неорганические компоненты, как Fe, Al, Si, Mg, Ca, K, Na и различные элементы-примеси. В значительных количествах среди элементов-примесей могут накапливаться как ценные, так и экологически опасные элементы. Это говорит о том, что угольные месторождения могут рассматриваться не только в качестве топлива для энергетики, но также и как источник ценных металлов, в том числе редких и благородных.

В химическом составе неорганического вещества (НОВ) 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.

В настоящее время существует множество способов комплексной утилизации органического и минерального вещества углей, сводящей к минимуму отходы производства. Кроме того, стоимость редких металлов, присутствующих в углях, в некоторых случаях может превысить стоимость самого угля. Такие металлоносные угли могут рассматриваться как редкометалльные руды, а их органическое вещество как попутный продукт.

В России принята следующая типизация химических элементов НОВ углей (Жаров и др., 1996).

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

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.

В настоящее время исследования угля ориентированы в первую очередь на оценку распределения и форм нахождения потенциально токсичных элементов (Hg, As, Sb, Se, Be, F, Pb, V, Ni, Cr, Mn), в том числе и радиоактивных (U, Th), и лишь во вторую очередь - на возможность попутного извлечения ценных ЭП (Ge, U, Ga, а также Sc, Mo, Au, Ag, Re, PGE).

3.1 Геохимическая изученность месторождения

Металлоносность углей оценивают через определение геохимической специализации углей объекта, суммарной металлоносности и соответствия выявленных на объекте содержаний требованиям по рудоносности («оценочных кондиций») и токсичности («порог токсичности») углей.

Определяющим критерием металлоносных углей является положительная

геохимическая специализация углей того или иного объекта, представляющая собой перечень элементов, коэффициент концентрации (КК) которых выше 2. Показатель КК элемента, по Я.Э. Юдовичу, рассчитывается как отношение содержания элемента в углях объекта к кларку этого элемента в углях. Суммарная металлоносность углей объекта есть сумма КК всех определявшихся в его углях элементов (Σ КК). По этой величине выделяется три группы месторождений с низкометаллоносными (Σ КК 100) углями.

Согласно обобщенным данным, месторождение Шубарколь имеет весьма низкие концентрации элементов-примесей. В то же время в зоне окисления угли обогащены ураном, бором, ванадием, германием, золотом, лантаноидами, кобальтом, медью, никелем, свинцом, ртутью, селеном и цинком. Содержание этой группы элементов в зоне окисления существенно возрастает, достигая промышленно значимых величин. Учитывая локальность таких аномалий, промышленного значения они не имеют, но могут существенно повлиять на качество углепродукции, загрязняя ее токсичными элементами.

Согласно опубликованным данным по выполненным ранее исследованиям, Шубаркольское месторождение в целом характеризуется околокларковыми содержаниями большинства элементов-примесей (табл. 3.1).

При этом отмечено аномальное и повышенное среднее содержание в углях Zn, V, Cs, Sc, Rb, W, La, Eu, Ce, Sm, Ag и Au (Беляев и др., 1989). Установлено обогащение нижних горизонтов угленосной толщи цинком, а верхних-ванадием. Особенно отмечена роль редкоземельных элементов, преимущественно тяжелых лантаноидов и иттрия (Беспаяев и др., 1998), обогащающих верхние и нижние горизонты угленосной толщи. Здесь же установлены максимальные содержания скандия, цезия, вольфрама и рубидия. По данным полуколичественного спектрального анализа отмечено аномальное содержание германия (Беляев и др., 1989).

Низкая зольность угля предполагает значительное концентрирование большой группы элементов в зольных остатках вплоть до формирования промышленных концентраций. Предполагается, что золошлаковые отходы от

сжигания углей Шубарколя могут представлять промышленный интерес как источник группы редких, преимущественно редкоземельных, элементов.

Углевмещающие породы характеризуются рядовыми содержаниями большинства изученных химических элементов (табл. 3.2).

Здесь же отмечены резкие колебания содержаний марганца, бария, фосфора, циркония и цинка по литологическому разрезу. Так, содержание марганца по разрезу колеблется от 50 до 10000 г/т. Максимумы приурочены к аргиллитам. Здесь же отмечены аномалии фосфора (0,5 %), бария (1,0 %), циркония (0,2 %) и цинка (0,1 %) (Беляев и др., 1989).

Таблица 3.1- Распределение элементов-примесей в угольных горизонтах Шубаркольского месторождения (Беляев и др., 1989)

Элементы	Угольный горизонт		
	Верхний	Средний	Нижний
1	2	3	4
Содержание токсичных элементов, г/т			
Hg	<u>0,001–0,037</u> 0,009/100	<u>0,002–0,009</u> 0,005/100	<u>0,002–0,044</u> 0,017/100
As	<u>0–8,82</u> 2,05/78	<u>1,81–4</u> 2,9/100	<u>0–35,47</u> 5,95/90
Ni	<u>0–7,7</u> 2,96/90	<u>2,3–3,9</u> 3,1/100	<u>1,6–16,1</u> 5,05/100
Co	<u>0,24–14</u> 3,7/100	<u>3,54–5,4</u> 4,47/100	<u>0–14</u> 6,09/90
Cr	<u>0–18,75</u> 12,98/93	<u>15,21–43,65</u> 29,43/100	<u>0–70,1</u> 17,6/83
Pb	<u>Сл. –18,83</u> 5,52/30	Сл.	<u>0–13</u> 4,36/67
Zn	<u>30–100,9</u> 34,8/82	<u>42,42–121,6</u> 82/100	<u>0–1519</u> 256,2/75
Sb	<u>0–1,75</u> 0,34/93	<u>0,08–0,13</u> 0,1/100	<u>0–0,88</u> 0,26/90
Be	<u>0–7,55</u> 1,8/97	Сл.	<u>0–3,72</u> 1,24/100
Mo	<u>0–35,57</u> 6,48/78	Сл.	<u>0–12,24</u> 4,08/67
V	<u>Сл. –123,8</u> 28,12/100	<u>12,22–18,28</u> 15,25/100	<u>6,94–77,38</u> 38,48/100

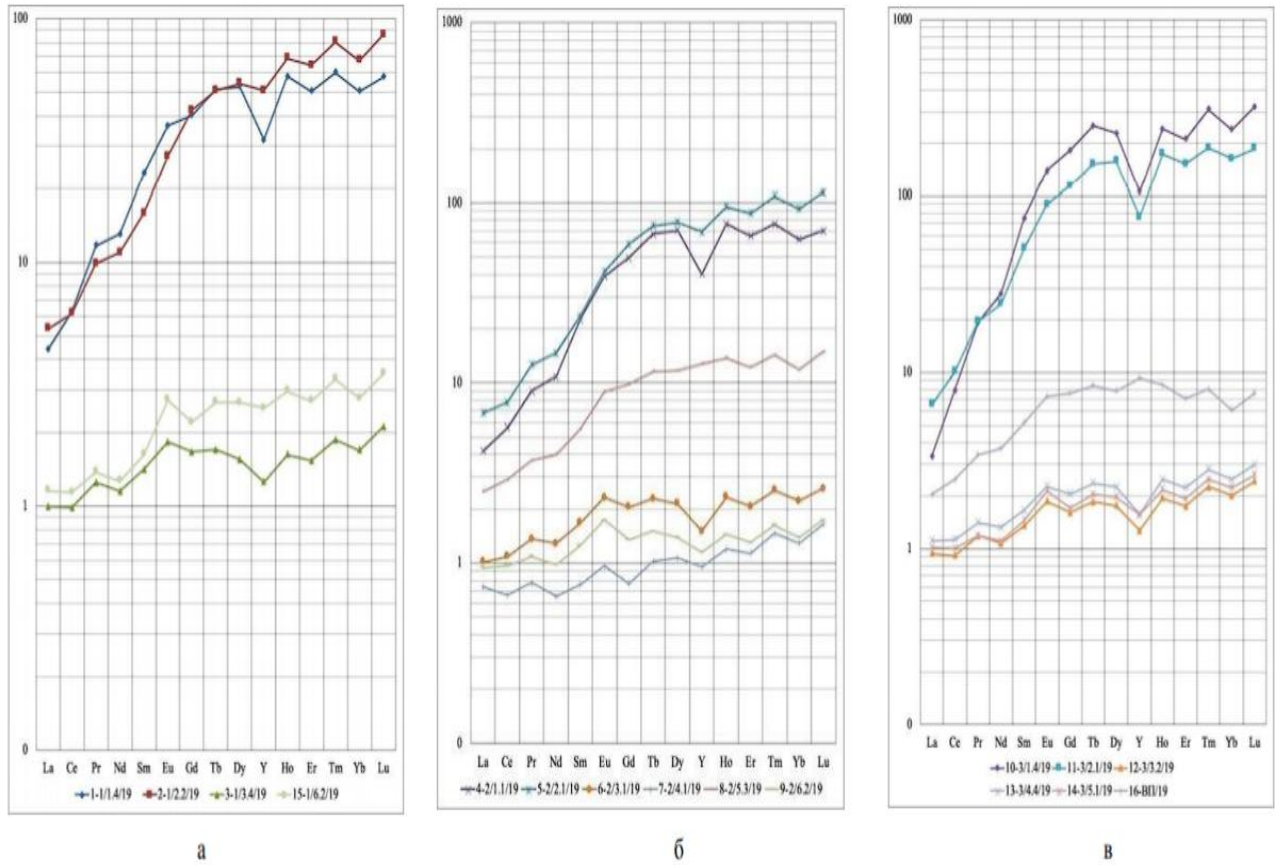
Примечание. В числителе крайние пределы содержаний (минимальные и максимальные), в знаменателе – среднее содержание и через косую черту – коэффициент встречаемости.

Таблица 3.2 - Распределение элементов-примесей во вмещающих породах Шубаркольского месторождения (Беляев и др., 1989)

Порода Элемент	Аргиллиты	Песчаники	Алевро- литы	Углистые аргиллиты	Горючие сланцы
1	2	3	4	5	6
Hg	$\frac{0-0,03}{0,01/19}$	–	$\frac{0-0,03}{0,02/6}$	–	$\frac{0-0,03}{0,008/25}$
Pb	$\frac{10-30}{17,2/100}$	$\frac{10-30}{17,2/100}$	$\frac{10-20}{18,5/100}$	$\frac{5-20}{9/100}$	$\frac{10-20}{18/100}$
As	$\frac{0-70}{6,4/13}$	$\frac{0-50}{18,3/37}$	$\frac{0-50}{14,3/29}$	–	$\frac{0-70}{5,5/8}$
V	$\frac{50-150}{93/100}$	$\frac{70-100}{99/100}$	$\frac{70-150}{101,5/100}$	$\frac{10-100}{42,5/100}$	$\frac{70-100}{97,5/100}$
Mn	$\frac{50-10000}{3253,3/100}$	$\frac{100-10000}{1621/100}$	$\frac{15-5600}{566/100}$	$\frac{70-3000}{282/100}$	$\frac{100-3000}{1334/100}$
Ni	$\frac{10-100}{37,3/100}$	$\frac{20-70}{35/100}$	$\frac{15-50}{33/100}$	$\frac{5-50}{16/100}$	$\frac{20-50}{30,5/100}$

Примечание. В числителе крайние пределы содержаний (минимальные и максимальные), в знаменателе – среднее содержание и через косую черту – коэффициент встречаемости.

При общем росте содержаний вверх по разрезу, характер кривых распределения редкоземельных металлов (рисунок 3.1) с относительным обеднением по лантану и церию и обогащением элементами от самария до лютеция, свидетельствуют о процессах выветривания в верхней части угольного пласта с относительным обогащением по группам средних и тяжелых редкоземельных металлов (Маусымбаева., 2020).



а – скважина 1; б – скважина 2, в – скважина 3

Рисунок 3.1 – Спектры распределения редкоземельных металлов в пробах, отобранных АО «Шубарколь-Комир»(нормирование NASK)(Маусымбаева.,2020г.)

3.2 Содержание элементов-примесей в углях месторождения Шубарколь(участок Центральный-2)

Исследован большой спектр элементов-примесей в углях, золах углей и углевмещающих породах участка Центральный-2 Шубаркольского месторождения. Изученный спектр включает все основные токсичные и ценные элементы-примеси, изучение которых рекомендовано для углей и даже те, изучение которых ранее не проводилось из-за отсутствия доступных методик их массового определения. Дополнительно изучена группа редких и благородных металлов, ранее редко изучаемых в углях из-за сложной аналитики. Для исследованных угольных пластов Шубаркольского месторождения (1В21, 1В22, 2В1, 2В2, 2В3,2В4) такие работы ранее не проводились. Имеющиеся данные, полученные ранее в процессе геологоразведочных работ, основаны преимущественно на полуколичественных спектральных анализах, не позволяющих корректно оценить состав и содержание элементов-примесей в углях.

По изученным данным результатов анализа углей участка Центральный-2 Шубаркольского месторождения, пластов (1В21,1В22,2В1,2В2,2В3,2В4), содержание элементов-примесей отличается сравнительно низким их содержанием (табл.3.3).

Среднее содержание элементов-примесей для разреза в целом ниже кларковых значений, определенных М.П. Кетрис и Я.Э. Юдовичем для каменных углей мира (Юдович, Кетрис, 2009). Исключением является кобальт, повышенные содержания которого отмечены по всему разрезу, особенно контрастно в пластах 2В1 и 2В3. Надкларковыми содержаниями характеризуются также цезий и барий.

Таблица 3.3-Среднее содержание элементов-примесей в пластах угля, г/т

Элементы	Пласты угля								Среднее для участка	Кларк для угля*
	1В21	1В22	2В1н.п.	2В1в.п.	2В2н.п.	2В2в.п.	2В3	2В4		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Li	1,1	3,79	6,1	6,6	3,4	4,8	2,5	3,3	3,7	14±1
Be	0,36	1,14	2,9	1,2	0,57	1,72	3,5	0,73	1,1	2,0±0,1
Sc	0,56	3,40	6,0	4,1	1,8	3,8	7,8	2,9	3,0	3,7±0,2
V	1,35	12,8	30,9	20,6	7,5	17,2	30,5	11,0	12,8	28±1
Cr	2,50	6,7	13,9	8,1	5,0	7,4	7,6	6,1	6,4	17±1
Co	4,8	14,0	31,7	10,9	4,1	5,4	20,2	5,2	9,7	6,0±0,2
Ni	10,1	19,8	19,6	10,9	9,3	7,0	13,2	6,0	11,7	17±1
Cu	10,1	9,0	13,5	13,6	8,3	8,7	9,0	7,2	9,3	16±1
Zn	3,7	11,1	69,6	8,3	6,4	10,6	23,3	16,2	14,8	28±2
Ga	0,40	2,9	4,8	5,0	2,6	3,9	4,8	3,3	3,0	6,0±0,2
Ge	0,09	1,50	1,6	0,91	0,26	0,9	5,4	0,69	0,95	2,4±0,2
As	1,1	1,9	5,7	3,2	2,7	4,0	4,8	2,3	2,7	9,0±0,7
Se	0,15	0,39	0,76	0,59	0,32	0,46	0,5	0,28	0,37	1,6±0,1
Br	3,2	4,1	3,7	3,0	5,6	3,1	3,4	3,9	4,0	6,0±0,8
Rb	0,30	5,0	13,2	10,5	10,2	6,6	5,0	7,1	6,9	18±1
Sr	7,3	20,5	19,5	108	37,0	75,7	14,6	164	63,0	100±7
Y	2,6	5,6	13,7	8,4	4,2	6,9	8,6	5,4	5,9	8,2±0,5
Zr	3,7	27,1	56,4	37,7	22,9	69,7	165,1	36,4	35,8	36±3
Nb	0,20	0,84	1,4	1,6	0,83	1,3	1,7	1,1	0,98	4,0±0,4
Mo	0,81	1,70	3,3	1,3	0,56	1,9	7,2	1,3	1,6	2,1±0,1

Продолжение таблицы 3.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ag	0,027	0,086	0,16	0,12	0,054	0,15	0,26	0,09	0,092	0,10±0,02
Cd	0,034	0,077	0,24	0,082	0,047	0,09	0,14	0,05	0,076	0,2±0,04
Sn	0,07	0,27	0,44	0,50	0,32	0,45	0,42	0,42	0,33	1,4±0,1
Sb	0,06	0,88	1,4	0,62	0,23	1,4	3,3	0,53	0,71	1,0±0,09
Te	0,002	0,0037	0,012	0,008	0,017	0,020	0,023	0,016	0,011	
Cs	0,031	0,67	4,0	1,4	1,4	1,2	1,5	1,2	1,2	1,1±0,12
Ba	39,9	137	352	240	87,4	133	83,2	319,0	176	150±20
La	2,0	5,5	9,2	11,2	6,7	7,4	3,6	7,2	6,4	11±1
Ce	3,6	12,1	19,4	23,6	13,4	16,9	8,4	14,8	13,4	23±1
Pr	0,41	1,4	2,4	2,5	1,3	1,7	1,0	1,5	1,4	3,4±0,2
Nd	1,5	4,9	8,5	8,4	4,5	6,6	4,0	4,6	4,9	12±1
Sm	0,29	0,95	1,78	1,59	0,83	1,3	0,95	0,89	0,97	2,2±0,1
Eu	0,06	0,21	0,41	0,31	0,14	0,26	0,24	0,17	0,20	0,43±0,02
Gd	0,31	0,90	1,98	2,0	0,76	1,3	1,26	0,85	0,95	2,7±0,2
Tb	0,045	0,16	0,35	0,26	0,11	0,20	0,20	0,15	0,16	0,31±0,02
Dy	0,27	0,81	1,94	1,28	0,65	1,10	1,27	0,84	0,87	2,1±0,1
Ho	0,058	0,18	0,44	0,27	0,13	0,23	0,27	0,18	0,19	0,57±0,04
Er	0,16	0,44	1,21	0,71	0,37	0,60	0,78	0,50	0,50	1,0±0,07
Tm	0,014	0,043	0,14	0,08	0,039	0,07	0,09	0,05	0,054	0,30±0,02
Yb	0,12	0,38	1,02	0,61	0,33	0,50	0,65	0,43	0,43	1,0±0,07
Lu	0,12	0,053	0,17	0,088	0,04	0,068	0,10	0,057	0,075	0,20±0,01
Hf	0,07	0,49	1,1	0,93	0,52	1,30	2,8	0,79	0,72	1,2±0,1
Ta	0,012	0,050	0,094	0,085	0,054	0,062	0,088	0,079	0,060	0,3±0,02
W	0,11	0,39	0,56	0,42	0,20	0,63	1,1	0,42	0,38	0,99±0,11

Окончание таблицы 3.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Re*	0,0007	0,0011	0,00079	0,00076	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,00088	
Tl	0,30	0,73	0,44	0,31	0,45	0,50	0,18	0,25	0,43	0,58±0,04
Au	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,0044
Hg	88,2	64,7	59,2	286	104	39,3	156	39,1	88,9	100±10
Pb	1,3	4,5	7,4	5,8	2,8	5,7	4,5	3,4	3,9	9,0±0,7
Th	0,31	2,3	3,6	4,6	2,1	3,0	2,4	2,4	2,4	3,2±0,1
U	0,19	1,4	2,2	1,5	0,67	1,4	2,4	0,92	1,1	1,9±0,1

Примечание. * – По (Ketris, Yudovich, 2009); жирным шрифтом выделены значения, превышающие кларк для угля.

Ввиду своей аномальной низкочисленности золы углей Шубаркольского месторождения представляют более высокую промышленную ценность на попутное извлечение ценных компонентов. Видим, что по ИННА золы углей отвечают промышленным показателям по таким элементам, как Co, Yb (табл 3.4). Так же встречаются элементы превышающие порог токсичности.

На рис.3.2 видно, что среднее содержание по месторождению таких элементов, как Sc, Co, Zn, Br, Ba, Yb, Hs, Th превышают кларк для золы углей (Юдович, Кетрис, 2009).

Таблица 3.4 Элементы-примеси в золе углей по результатам ИННА.

зола	Средневзвешенное северный борт	Средневзвешенное западный борт	Средневзвешенное по месторождению	кларк	минимальные возможно промышленно значимые	потенциально токсичные
Na	1,37	1,71	1,54	0,85		
Ca	2,91	2,40	2,57	1,70		
Sc	44,0	34,8	39,4	24,0	50,0	
Cr	115	115	111	120	7000	100
Fe	3,08	4,62	3,94	3,80		
Co	175	155	165	37,0	100,00	100,00
Zn	323	187	254	170	2000	200
As	30,1	34,1	32,2	46,0		300
Br	59,1	77,0	68,3	32,0		
Rb	93,5	104,8	99,3	110,0	175	
Sb	9,9	9,9	9,9	7,5	150	6,0
Cs	16,3	17,3	16,8	8,0	150	
Ba	3270	1755	2499	980		
La	82,7	86,1	84,4	76,0	750	
Ce	231	215	223	140		
Nd	76,9	80,8	78,9	75,0		
Sm	18,2	14,6	0,03	14,0		
Eu	3,42	2,91	3,08	2,60		
Tb	2,57	2,05	2,23	2,10		
Yb	9,59	8,73	9,07	6,90	7,5	
Lu	1,37	1,20	1,20	1,30		
Hf	13,2	14,7	14,0	9,0	25,0	
Ta	1,03	1,20	1,03	2,0	5,0	
Hg	0,86	2,23	1,54	0,87	5,0	1
Th	32,9	27,6	30,1	23,0		
U	20,7	14,7	17,6	15,0		

Примечание: Зеленым выделены элементы отвечающие промышленным содержаниям, желтым выделены РЗЭ.

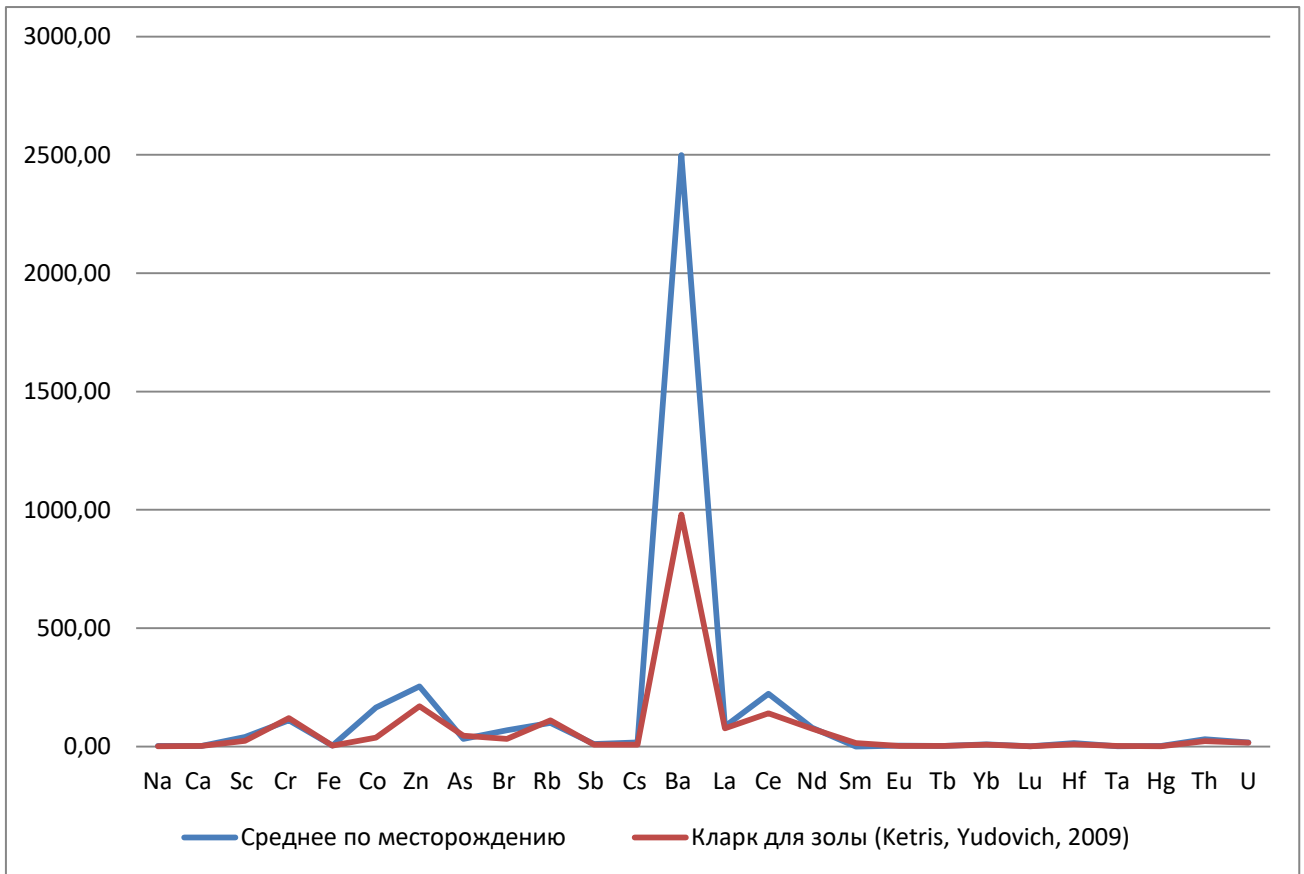


Рисунок 3.2 Сравнение среднего содержания элементов-примесей по месторождению Шубарколь(участок Центральный-2) с кларком для золы(Кетрис, Юдович, 2009)

3.3 Формы нахождения элементов-примесей в углях

В процессе исследования элементов-примесей в углях выполнено изучение минеральных фаз в 11 пробах угля в 1 пробе золы угля. Кроме того, исследован групповой состав угля с целью ориентировочной оценки доли органического вещества в концентрировании элементов-примесей. Ниже приведена характеристика микроминералов в изученных препаратах угля.

Две пробы угля были разделены на фракции группового состава. Последовательно выделялись битумы и гуминовые кислоты. Обе пробы характеризуются крайне низким выходом гуминовых кислот (1,7 и 2,6 %), выход битумов составляет 0,3 %. Методом нейтронно-активационного анализа изучен состав элементов-примесей в каждой выделенной фракции, а также в промежуточных продуктах и выполнен расчет баланса вещества по каждому элементу. Анализ элементного состава угольных фракций показал, что редкоземельные элементы концентрируются в остаточном угле, что говорит о возможной их связи с неорганическим веществом (табл. 3.5).

Таблица 3.5- Распределение лантаноидов по фракциям группового состава (проба Ш-96-19)

	Выход фракций, %	Содержание La, г/т	Выход во фракцию, %
Исходный уголь	100	5,6	100,0
Битум	0,3	0,06	0,3
Остаток после битума	99,7	5,6	99,7
Общие ГК	2,6	82,7	38,6
Остаточный уголь	97,10	3,5	61,1
	Выход фракций, %	Содержание Ce, г/т	Выход во фракцию, %
Исходный уголь	100	11,9	100,0
Битум	0,3	0,12	0,3
Остаток после битума	99,7	11,9	99,7
Общие ГК	2,6	154	33,5
Остаточный уголь	97,1	8,1	66,2
	Выход фракций, %	Содержание Sm, г/т	Выход во фракцию, %
Исходный уголь	100	0,77	100,0
Битум	0,3	0,01	0,3
Остаток после битума	99,7	0,77	99,5
Общие ГК	2,6	12,1	41,0
Остаточный уголь	97,10	0,46	58,6

	Выход фракций, %	Содержание Eu, г/т	Выход во фракцию, %
Исходный уголь	100	0,22	100,0
Битум	0,3	0,00	0,3
Остаток после битума	99,7	0,22	99,7
Общие ГК	2,6	3,6	42,3
Остаточный уголь	97,1	0,13	57,4
	Выход фракций, %	Содержание Tb, г/т	Выход во фракцию, %
Исходный уголь	100	0,23	100,0
Битум	0,3	0,00	0,3
Остаток после битума	99,7	0,23	99,9
Общие ГК	2,6	4,90	55,2
Остаточный уголь	97,1	0,11	44,7
	Выход фракций, %	Содержание Yb, г/т	Выход во фракцию, %
Исходный уголь	100	0,78	100,0
Битум	0,3	0,01	0,3
Остаток после битума	99,7	0,78	99,8
Общие ГК	2,6	7,2	23,8
Остаточный уголь	97,10	0,61	75,9
	Выход фракций, %	Содержание Lu, г/т	Выход во фракцию, %
Исходный уголь	100	0,11	100,0
Битум	0,3	0,00	0,3
Остаток после битума	99,7	0,11	99,3
Общие ГК	2,6	0,85	20,4
Остаточный уголь	97,10	0,088	79,0

Так же в процессе изучения отдельных образцов угля были выявлены большое количество различных минералов.

Кварц представлен частицами неправильной формы (натечными, уплощенными), корродированными зернами. Следов окатанности нет. Размеры зерен в среднем 2-5 мкм, отдельные кристаллы достигают 50 мкм в длину (рис. 3.3).

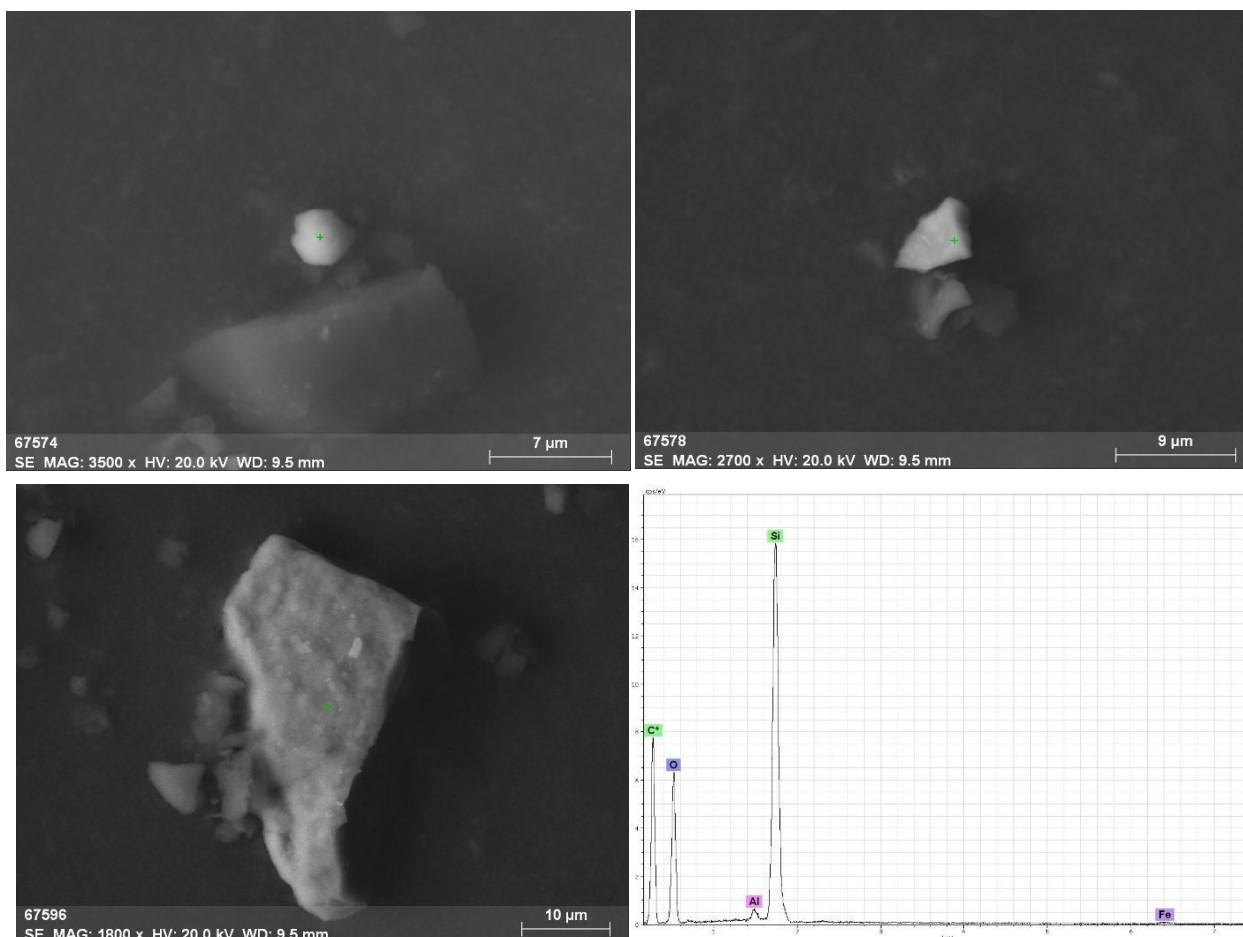


Рисунок 3.3 Кварц в угле. Снимки в режиме обратно-рассеянных электронов и энергодисперсионный спектр

3.4 Закономерность распределения элементов-примесей в угольных пластах и месторождении

Распределение элементов в разрезе в целом по пластам неравномерно. Пласты 2В1 и 2В3 обогащены на фоне других пластов большой группой элементов. В них установлено вышекларковое содержание Sc, Be, Co, V, Y, Zr, Hf, Mo, Ag, Sb, Cs, и Hg. В пласте 2В1, кроме того, установлено превышение по сравнению с угольным кларком содержаний Zn, Ba и Th, а в пласте 2В3 – германия и урана.

Повышенное по сравнению с кларком содержание Co и Ni отмечено в пласте 1В22. Пласт 2В2 имеет повышенные содержания циркония, серебра и цезия, а пласт 2В4 – стронция, бария и цезия.

Каких-либо отчетливых закономерностей распределения элементов по разрезу угольной толщи не просматривается. В нижней части исследованного

разреза большой группой элементов обогащен пласт 2В1, в верхней – 2В3.

В целом пласты характеризуются следующими особенностями:

Пласт **1В21** является самым низкзолным, показатели зольности на данном этапе разработки доходят до 1%. Низкзолность пласта обуславливает низкое содержание элементов-примесей в пласте.

Пласт **1В22** несмотря на низкие показатели зольности ($A^d = 5,9 \%$), обогащен кларковыми содержаниями таких элементов, как Co, Ni, Tl.

Пласт **2В1**. Уголь пласта, особенно нижняя пачка, обогащен относительно кларка Be, Sc, V, Co, Ni, Zn, Y, Zr, Mo, Ag, Cd, Sb, Cs, Ba и Hg. Как видно, здесь сочетаются как литофильные, так и халькофильные элементы. Первые, вероятно, связаны с наличием гранитоидов в обрамлении бассейна, а вторые – с вулканогенно-гидротермальным оруденением также в обрамлении бассейна. Угли этого пласта отличаются максимальным средним содержанием Co, Zn, Cd, Hg, Cs, Ba и Th.

Пласт **2В2** имеет рядовые содержания элементов-примесей. Надкларковыми показателями обладают элементы Zr, Ag, Sb, As.

Пласт **2В3** самый маломощный пласт, зольность средняя для участка. Отличается аномальным содержанием Be, Sc, Co, Zr, Mo, W, Ag, Sb и U при повышенных по сравнению с кларком для угля содержаниями также V, Cs и Hg.

Пласт **2В4** имеет низкую зольность. Отличается аномальным содержанием Sr, Cs, Ba.

Группа элементов представлена элементами-литофилами: типа **U, Th, Zr, Hf, Y**. За исключением урана это элементы-гидролизаты и в условиях зоны гипергенеза они мигрируют очень слабо. Их накопление обусловлено кластогенным механизмом поступления в угли. Источником повышенных содержаний этих элементов в углях могут служить гранитоидные массивы в обрамлении угленосной впадины. Для них характерна связь с зольностью и распределение, в основном, отчетливо коррелирует с зольностью (рис. 3.4)

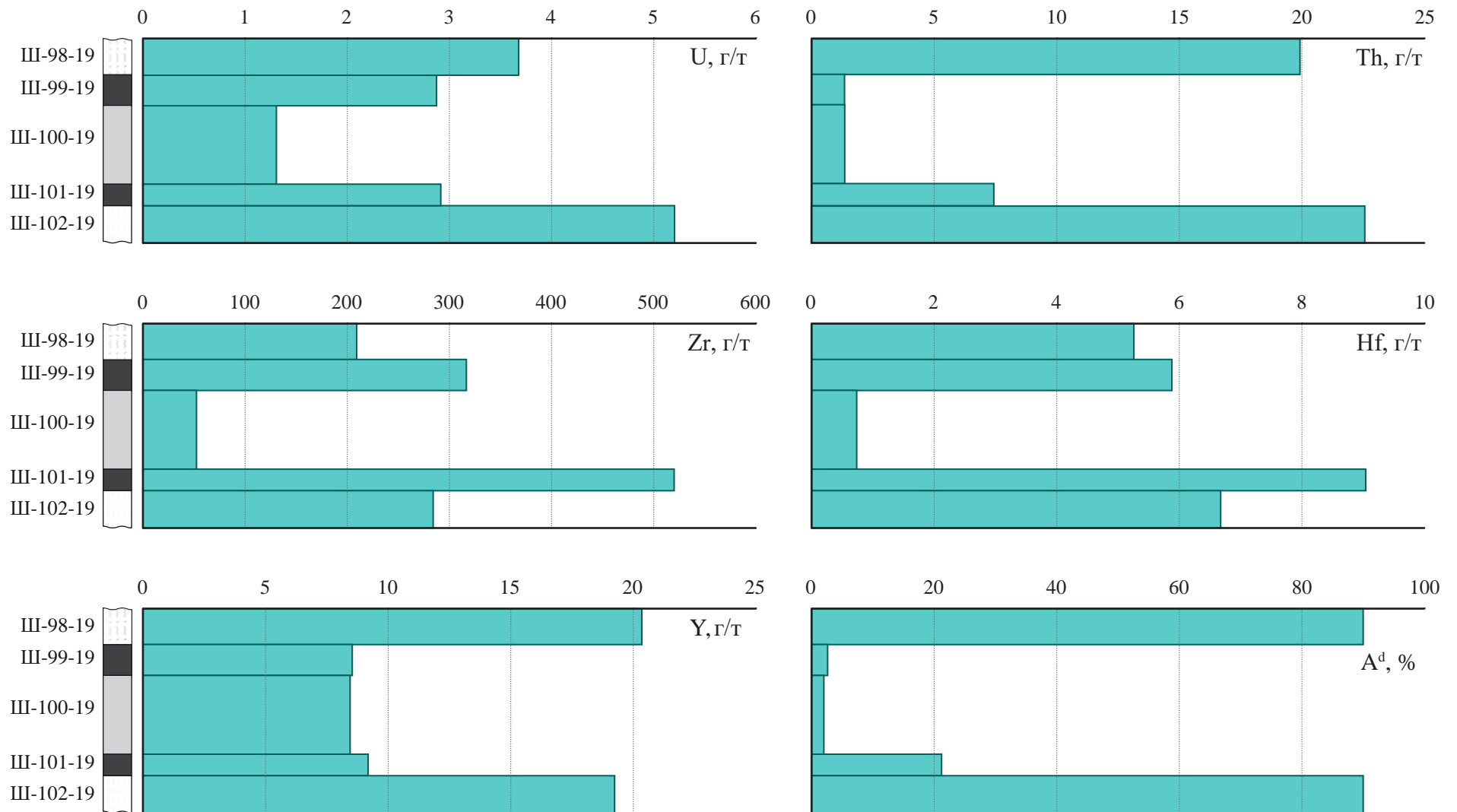


Рис. 3.4 Распределение U, Th, Zr, Hf, Y в разрезе пласта 2В1 (уголь)
(Условные обозначения см. рис.2.1)

3.5 Рекометалльный потенциал углей месторождения Шубарколь

Определение значимости содержаний элементов-примесей в углях очень значимо. Но ввиду неразвитости технологий извлечения, большинство химических элементов из углей и золошлаков извлечь невозможно. С учетом выше сказанного определить значимость промышленного содержания того или иного элемента составляет большую трудность. Существуют технологии извлечения для германия и лития. Так же существовал опыт по извлечению золота из золошлаков Рефтинской ГРЭС (Леонов и др., 1998). Для более точного анализа необходимы детальные анализы для этих химических элементов, а также многочисленные опыты по их извлечению. В настоящее время наиболее часто используются оценочные данные, изложенные в «Инструкция по изучению и оценке попутных твердых полезных ископаемых и компонентов при разведке месторождений угля и горючих сланцев», изданной еще в СССР в 1987 г. Кроме того, есть и другие рекомендации (Середин., 2004, Вялов и др., 2019). Все эти рекомендации отличаются друг от друга (табл. 3.6), но надежного обоснования не имеет ни одна из них.

Таблица 3.6- Минимальные возможно промышленно значимые содержания ценных элементов-примесей в углях и золах углей по данным из разных источников, в г/т

Элементы	Инструкция, 1986 ²	Жаров и др, 1996 ³		Середин, 2004 ⁴	Вялов и др., 2019 ⁵	
	уголь	уголь	зола угля	зола угля	уголь	зола угля
1	2	3	4	5	6	7
Li	100	35	175			
Be	50	5	50	300	7,2	36
B	200	2000	10000			
Sc		10	50	100	5–10	
Ti		1500	7500		195–390	1944
V	100	100	500	1000	22–45	224
Cr		1400	7000			
Mn	1000	2000	10000			
Co	100	20	100			
Ni	100	100	500			
Cu	100	100	500		10–20	100
Zn	100	400	2000		50–100	500
Ga	20	20	100	100	5–10	50

Ge	10 (3)	30 (3,5)	150	300	50 (3)	
As	300				210–420	
Se	50	1	5			0,59–55,4
Rb	100	35	175		7	71,4
Sr	1000	400	2000		67,5–132	675
I	2	3	4	5	6	7
Sr	1000	400	2000		67,5–132	675
Y		15	75	300		
Zr	500	120	600	2000	67–134	670
Nb	100	10	50	300	7–14	70
Mo	100	6	30	1000	10–20	100
Pd		0,005	0,025			0,012–0,003
Pt		0,005	0,025			0,012–0,003
Ag	2	1	5	10		0,2–10
Cd	10	1,0	5,0		1–2	10
In	10	0,2	1,0			0,04
Sn	50	20	100		20–40	200
Sb	300	30	150	1000	6	30
Te		1	5			1
Cs	100	30	150	150		2,4
La		150	750			
Yb		1,5	7,5			
P3Э+Y	500			1000	34–68	340
Hf		5	25		2,3–4,6	23
Ta		1	5			
W	50	30	150	1000		35
Re	1	0,1	0,5			0,045
Au	0,1	0,02	0,1	0,2 ¹		0,1
Hg	1–05	1	5		0,28–0,36	
Tl	10	1	5		1,7	
Pb	50	240	1200		90–180	
Bi	20	1	5		3–6	30
U				1000	10–39	100–390

При анализе данных в целом по участку Центральный-2 месторождения Шубарколь промышленных содержания в углях не обнаружено, что не скажешь о золах. В золах углей промышленным содержаниям отвечают цирконии и группа редкоземельных элементов (табл.3.7, табл. 3.8).

Таблица 3.7-Среднее содержание элементов-примесей в углях в сопоставлении с возможными минимально промышленно значимыми содержаниями, г/т

Элементы	Пласты угля								Порог токсичности	Возможно промышленно значимое*
	1В21	1В22	2В1н.п.	2В1в.п.	2В2н.п.	2В2в.п.	2В3	2В4		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Li	1,1	3,79	6,1	6,6	3,4	4,8	2,5	3,3		35
Be	0,36	1,14	2,9	1,2	0,57	1,72	3,5	0,73	50	5
Sc	0,56	3,40	6,0	4,1	1,8	3,8	7,8	2,9		10
V	1,35	12,8	30,9	20,6	7,5	17,2	30,5	11,0	100	100
Cr	2,50	6,7	13,9	8,1	5,0	7,4	7,6	6,1	100	1400
Co	4,8	14,0	31,7	10,9	4,1	5,4	20,2	5,2	100	20
Ni	10,1	19,8	19,6	10,9	9,3	7,0	13,2	6,0	100	100
Cu	10,1	9,0	13,5	13,6	8,3	8,7	9,0	7,2		100
Zn	3,7	11,1	69,6	8,3	6,4	10,6	23,3	16,2	200	400
Ga	0,40	2,9	4,8	5,0	2,6	3,9	4,8	3,3		20
Ge	0,09	1,50	1,6	0,91	0,26	0,9	5,4	0,69		30
As	1,1	1,9	5,7	3,2	2,7	4,0	4,8	2,3	300	
Se	0,15	0,39	0,76	0,59	0,32	0,46	0,5	0,28	1000	1
Br	3,2	4,1	3,7	3,0	5,6	3,1	3,4	3,9		
Rb	0,30	5,0	13,2	10,5	10,2	6,6	5,0	7,1		35
Sr	7,3	20,5	19,5	108	37,0	75,7	14,6	164		400
Y	2,6	5,6	13,7	8,4	4,2	6,9	8,6	5,4		15
Zr	3,7	27,1	56,4	37,7	22,9	69,7	165	36,4		120
Nb	0,20	0,84	1,4	1,6	0,83	1,3	1,7	1,1		10

Продолжение таблицы 3.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Mo	0,81	1,70	3,3	1,3	0,56	1,9	7,2	1,3		6
Ag	0,027	0,086	0,16	0,12	0,054	0,15	0,26	0,09		1,0
Cd	0,034	0,077	0,24	0,082	0,047	0,09	0,14	0,05	1,2	1,0
Sn	0,07	0,27	0,44	0,50	0,32	0,45	0,42	0,42		20
Sb	0,06	0,88	1,4	0,62	0,23	1,4	3,3	0,53	6	30
Te	0,002	0,0037	0,012	0,008	0,017	0,020	0,023	0,016		1,0
Cs	0,031	0,67	4,0	1,4	1,4	1,2	1,5	1,2		30
Ba	39,9	137	352	240	87,4	133	83,2	319,0		
La	2,0	5,5	9,2	11,2	6,7	7,4	3,6	7,2		150
Ce	3,6	12,1	19,4	23,6	13,4	16,9	8,4	14,8		
Pr	0,41	1,4	2,4	2,5	1,3	1,7	1,0	1,5		
Nd	1,5	4,9	8,5	8,4	4,5	6,6	4,0	4,6		
Sm	0,29	0,95	1,78	1,59	0,83	1,3	0,95	0,89		
Eu	0,06	0,21	0,41	0,31	0,14	0,26	0,24	0,17		
Gd	0,31	0,90	1,98	2,0	0,76	1,3	1,26	0,85		
Tb	0,045	0,16	0,35	0,26	0,11	0,20	0,20	0,15		
Dy	0,27	0,81	1,94	1,28	0,65	1,10	1,27	0,84		
Ho	0,058	0,18	0,44	0,27	0,13	0,23	0,27	0,18		
Er	0,16	0,44	1,21	0,71	0,37	0,60	0,78	0,50		
Tm	0,014	0,043	0,14	0,08	0,039	0,07	0,09	0,05		
Yb	0,12	0,38	1,02	0,61	0,33	0,50	0,65	0,43		1,5
Lu	0,12	0,053	0,17	0,088	0,04	0,068	0,10	0,057		
Hf	0,07	0,49	1,1	0,93	0,52	1,30	2,8	0,79		5
Ta	0,012	0,050	0,094	0,085	0,054	0,062	0,088	0,079		1

Окончание таблицы 3.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
W	0,11	0,39	0,56	0,42	0,20	0,63	1,1	0,42		20
Re*	0,0007	0,0011	0,00079	0,00076	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001		0,1
Tl	0,30	0,73	0,44	0,31	0,45	0,50	0,18	0,25	0,3	1,0
Au	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002		0,02
Hg	0,088	0,065	0,059	0,286	0,104	0,039	0,156	0,039	1,0	1,0
Pb	1,3	4,5	7,4	5,8	2,8	5,7	4,5	3,4	50	240
Th	0,31	2,3	3,6	4,6	2,1	3,0	2,4	2,4		
U	0,19	1,42	2,2	1,5	0,67	1,4	2,4	0,92		

Примечание. * – По (Инструкция ..., 1987); жирным шрифтом выделены значения, превышающие минимальные возможно промышленно значимые содержания.

Таблица 3.8-Среднее содержание элементов-примесей в золе угля в сопоставлении с возможными минимально промышленно значимыми содержаниями, г/т

Элемент	Пласт								Сред- нее для участка	Возможно промышленно значимое*
	1В21	1В22	2В1н.п.	2В1в.п.	2В2н.п.	2В2в.п.	2В3	2В4		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Li*	50,5	64,0	97,2	91,0	47,3	65,8	52,5	45,1	60,7	175
Be	15,1	20,7	43,3	14,5	8,3	22,4	79,4	9,8	17,8	20
Sc	23,0	54,7	77,7	48,0	25,7	51,1	135	41,1	46,4	50
V	61,5	240	382	280	120	255	771	159	215	500
Cr	94,8	115	161	107	73,4	104	172	81,3	100	7000
Co	238	299	530	171	63,1	82,7	493	80,5	182	100
Ni	362	314	254	112	109	89,5	231	67,7	164	500
Cu	202	131	183	128	106	105	146	98,2	123	500
Zn	167	167	848	82,7	84,4	117	356	190	200	2000
Ga	16,0	43,7	42,8	49,5	35,9	50,3	89,7	41,3	42,3	100
Ge*	4,0	25,3	25,1	12,5	3,6	12,4	112	9,3	15,6	150
As	36,3	31,1	62,0	25,9	25,3	38,4	83,1	27,1	32,9	
Br*	149	69	60	42	78	43	72	53	66	
Rb	12,6	56,9	63,7	56,2	118	82,4	97,5	79,8	77,4	175
Sr	314	335	210	1377	552	1139	302	2327	1045	2000
Y	116	103	224	113	70,6	113	201	86,3	106	75
Zr	173	493	865	517	367	893	3328	557	605	600
Nb	7,8	13,8	18,0	19,0	12,1	17,4	36,5	17,4	15,8	50
Mo	30,1	27,6	45,9	15,6	7,0	21,3	130	14,8	22,4	30

Продолжение таблицы 3.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ag*	1,3	1,5	2,6	1,7	0,76	2,1	5,4	1,3	1,5	5,0
Cd*	1,60	1,29	3,76	1,13	0,65	1,26	3,03	0,72	1,25	5
Sn	3,9	7,6	6,5	5,1	6,1	5,2	4,6	32,0	12,7	100
Sb	6,4	15,9	19,7	7,8	3,9	15,8	55,7	6,9	11,1	150
Cs	2,0	10,7	20,8	11,4	20,4	19,2	32,1	18,2	16,4	150
Ba	1788	2489	6388	2950	1171	1883	1942	4198	2882	
La	73,4	79,5	81,2	96,8	84,5	97,1	78,0	85,5	85,0	750
Ce	139	176	182	200	168	208	175	171	176,5	
Pr	14,3	18,9	21,6	19,7	16,8	22,4	21,1	16,7	18,3	
Nd	64,4	78,5	88,5	81,1	63,4	91,4	85,7	62,9	72,8	
Sm	13,4	16,5	21,2	16,7	12,6	19,6	20,8	11,7	15,0	
Eu	3,2	3,9	5,36	3,53	2,29	3,84	5,11	2,7	3,32	
Gd	15,8	17,8	27,0	18,7	12,5	19,3	25,3	13,0	16,4	
Tb	1,9	2,3	4,3	2,6	1,6	2,5	0,16	1,82	2,1	
Dy	12,2	15,0	27,2	15,5	10,5	16,0	26,9	11,8	14,5	
Ho	2,4	2,7	5,7	2,8	1,8	2,9	5,4	2,2	2,7	
Er	7,3	8,4	18,1	8,8	6,0	9,1	16,2	7,2	8,5	
Tm	0,82	0,99	2,0	1,05	0,69	1,10	1,89	0,88	1,0	
Yb	5,7	7,2	15,0	7,5	5,3	7,8	13,8	6,2	7,3	7,5
Lu	0,76	0,93	2,2	0,99	0,68	1,03	2,06	0,85	0,99	
Hf	5,0	13,3	15,9	15,0	9,9	21,4	63,5	14,9	14,9	25
Ta	0,52	1,1	1,5	1,6	0,96	1,3	0,88	1,9	1,3	5,0
W	4,2	6,0	7,4	5,3	2,5	7,0	20,5	5,5	5,5	150
Tl*	13,8	12,3	7,0	4,3	6,3	6,8	3,7	3,5	7,0	5,0

Окончание таблицы 3.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Au	0,025	0,011	0,015	0,020	0,015	0,0096	0,014	0,015	0,015	0,1
Hg*	4,1	1,1	0,95	4,0	1,4	0,54	3,2	0,53	1,5	1,0
Pb	47,7	65,9	54,3	51,1	32,7	64,1	74,3	40,5	49,1	1200
Th	11,7	32,3	29,1	42,7	31,0	44,3	47,4	33,3	33,4	
U	8,0	24,5	24,8	18,9	10,7	20,9	44,8	13,4	17,6	
сумма РЗЭ**	470,2	532	725	588	458	615	679	480	530	500

Примечание. * – по (Инструкция ..., 1987); ** – РЗЭ + У.

Отдельные угольные пласты аномально обогащены молибденом (до 130 г/т), скандием (до 135 г/т), серебром (до 5,4 г/т), бериллием (до 79 г/т). Отдельные пласты (2В3 и 2В1) аномально обогащены целой группой элементов и могут рассматриваться как редкометалльное комплексное оруденение. В пласте 2В3 в золе угля выше минимально промышленных значений содержание целой группы металлов: Ве (79.4 г/т), Sc (135 г/т), V (771 г/т), Со (493 г/т), Y (201 г/т), Zr (3328 г/т), Мо (130 г/т), Ag (5,4 г/т), Hf (63,5 г/т), сумма РЗЭ+Y (679 г/т).

Как следует из этих данных, за исключением кобальта, ресурсы всех изученных элементов соответствуют мелким по масштабам месторождениям. В том числе незначительными ресурсами, сопоставимыми с мелкими месторождениями, характеризуются цирконий и редкоземельные элементы.

Ресурсы кобальта в целом для участка Центральный-2 месторождения превышают 5 тыс. тонн, что соответствует среднему по запасам месторождению. Выдержанный характер распределения кобальта в пределах пласта позволяет высоко оценить его потенциал как попутного элемента в пределах участка Центральный-2 месторождения Шубарколь. При детализации опробования и переводе ресурсов в категорию запасов, цифры не должны существенно измениться.

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Техничко-экономическое обоснование продолжительности и объема работ

Цель данной выпускной квалификационной работы заключается в изучении ценных и токсичных элементов-примесей в углях Шубракольского угольного месторождения (участок Центральный-2). Для этого необходимо произвести следующие виды работ, которые выполняются последовательно: полевые (литогеохимические), лабораторные и камеральные. На основании технического плана рассчитываются затраты времени и труда (таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Виды и объемы проектируемых работ за период 2019-2020 гг.(технический план)

№	Виды работ	Объем		Условия производства работ	Вид оборудования
		Ед. изм.	Количество		
1	Литогеохимические	проба	107/107	Отбор проб угля	
2	Лабораторные работы	проба	107/107	пробоподготовка	
		проба	107/107	Определение 28 химического элемента	ИНАА
		проба	107/107	Беспламенная атомная абсорбция «холодного пара»	"РА-915+" с пиролитической приставкой "ПИРО915"
		проба	75/107	Определение 61 химического элемента	ICP-MS
3	Камеральные работы			Обработка данных, анализ материала	ПК

Полевые работы. Содержание работ: выбор пунктов отбора проб, отбор проб угля вручную, маркировка пакетов для проб, этикетирование и упаковка проб, изучение и описание материалов проб, отражение и закрепление на маршрутной карте пунктов наблюдения, сушка материала проб, регистрация проб в журнале. Опробование углей и углевмещающих пород выполнялось по

сечениям вкрест простирания угольного пласта по направлению от кровли к почве и от почвы к кровле. При изучении угольных пластов избирательно опробовались кровля и почва пласта, прослой неугольных пород, прикровельные и припочвенные части угольных пластов. Всего отобрана 107 проб угля и углевмещающих пород.

Лабораторные работы. Лабораторно-аналитические исследования проводились с применением комплекса современных методов анализа в аккредитованных лабораториях Международного инновационного научнообразовательного центра «Урановая геология» на базе кафедры геоэкологии и геохимии Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета.

- ИНАА используется в качестве основного метода для количественного определения элементов-примесей в углях. Анализы выполнены в ядерно-геохимической лаборатории кафедры геоэкологии и геохимии Национального исследовательского Томского политехнического университета (аналитики А.Ф. Судыко и Л.В. Богутская). Лаборатория создана в 1984 г. и функционирует на базе единственного в Сибири исследовательского ядерного реактора ИРТ-Т НИИ ядерной физики при ТПУ. Лаборатория аккредитована в системе Госстандарта России (Аттестат аккредитации РОСС RU.0001.518623 от 10.10.2011г).

- Лаборатория микроэлементного анализа. Содержание ртути в угле определялось методом беспламенной атомной абсорбции на приборе "РА-915+" с пиролитической приставкой "ПИРО-915" с использованием пакета программ RA915P (ПНД Ф 16.1:2.23-2000).

- Центральная лаборатория Дальневосточного геологического института, г. Владивосток. Анализ масс-спектрометрическим методом с индуктивно связанной плазмой (ICP MS) выполнен на установке Agilent 7500сх производства Agilent Technologies, Япония. Были изучены 75 проб угля.

Камеральные работы. Камеральная обработка материалов включает: сбор и систематизацию информации об изучаемой

территории;дополнительный сбор исходных данных и их систематизацию в после полевой период; изучение результатов анализов проб и их систематизация; анализ характера распределения 60 элементов-примесей; собственно расчет геохимических показателей; оформление полученных данных в виде таблиц, графиков, диаграмм.

Расчет затрат времени и труда по видам работ

Для расчета затрат времени и труда использовались нормы, изложенные в ССН-93 выпуск 2 «Геолого-экологические работы». Из этого справочника взяты следующие данные:

- норма времени, выраженная на единицу продукции;
- коэффициент к норме. Расчет затрат времени выполняется по формуле(2):

$$N = Q \times НВР \times K , (2),$$

где N-затраты времени (смена);Q-объем работ (шт.);

НВР- норма времени из справочника сметных норм (смена);K-

Коэффициент за ненормализованные условия;

Все работы были выполнены геологом и рабочим.

Используя технический план, в котором указаны все виды работ, определялись затраты времени на выполнение каждого вида работ в сменах (таблица 4.2).

Таблица 4.2 – Расчет затрат времени и труда

№	Вид работ	Объем		Норма времени по ССН (НВР)	Коэф-ты (К)	Документ	Итого времен и на объем (N)
		Ед. изм	Кол- во (Q)				
1	2	3	4	5	6	7	8
1	отбор проб угля	проба	107	0,12	-	пункт 107 ССН, вып. 2	17,4
Итого на литолого-геохимические работы							17,4 смен
2	Определение ртути атомно-абсорбционным методом	проба	107	0,26		табл. 1 ССН-92, вып 7А	37,7
Итого на лабораторные работы							37,7 смен

3.1	Предварительное изучение результатов анализов проб	элементо-определения	107	0,15	-	табл. 60 ССН, вып. 2	21,75
3.2	Камеральная обработка материалов (с исполъз. ЭВМ)	Масштаб работ 1:50000- 1:25000	107	0,29	-	табл. 61 ССН, вып. 2	42,05
Итого на камеральные работы						63,8 смен	
Итого						118,9 смен	

Всего в месяце 25 смены, это получается, что все работы займут 4,7 месяца.

4.2 Нормы расхода материалов

Нормы расхода материалов для литогеохимических, лабораторных и камеральных работ также определялись согласно ССН, выпуск 3, а также инструкциям и методическим рекомендациям (таблица 4.3).

Таблица 4.3 – Нормы расхода материалов на проведение работ

Наименование и характеристика изделия	Единица	Цена, руб.	Норма расхода	ССН	Сумма, руб.
Литогеохимические работы					
Журнал регистрационный	шт.	56*2	9,37	ССН, вып. 2, табл. 49, пункт 5	1089,76
Карандаш простой	шт.	4	18,74	ССН, вып. 2, табл. 49, пункт 6	74,96
Резинка ученическая	шт.	5	4,69	ССН, вып. 2, табл. 49, пункт 14	23,45
Пакеты полиэтиленовые фасовочные	шт.	18	73	ССН, вып. 2, табл. 50, пункт 3	1314

Книжка этикетная	книжка	20	0,95	ССН, вып. 2, табл. 50, пункт 5	19
Итого:					2521,17
Лабораторные работы					
Фольга алюминиевая 10 м × 30 см	шт.	25	0,082		2,05
Фильтры беззольные «синяя лента»	Уп	5	75		375
Трубка ПВХ	М	5	70		350
Воронки пластмассовые	Шт	45	8		360
Бутылки полиэтиленовые	Шт	50	9,5		475
Перчатки резиновые	Шт	10	10		100,00
Спирт этиловый технический марки А гидролизный	Л	70	1,7	ССН, вып 7а, табл. 5, пункт 169	119
Вата стерильная хирургическая	Кг	150	0,6	ССН, вып 7а, табл. 5, пункт 4	90
Пинцет медицинский	шт.	49	1		49
Атомно- абсорбционный метод определения ртути (аренда прибора)	проба	500	107		53500
ICP-MS	проба	3600	75		270000
Итого:					307420,05
Камеральные работы					
Бумага офисная	пачка (100 л)	170	0,05	ССН, вып. 2, табл. 62, пункт 2	8,5
Карандаш простой	шт.	4	2,5	ССН, вып. 2, табл. 62, пункт 7	10
Резинка ученическая	шт.	7	0,94	ССН, вып. 2, табл. 62, пункт 16	6,58

Линейка чертежная	шт.	20	0,24	ССН, вып. 2, табл. 62, пункт 13	4,8
Ручка шариковая (без стержня)	шт.	15	0,94	ССН, вып. 2, табл. 62, пункт 19	14,1
Стержень для ручки шариковой	шт.	15	2,8	ССН, вып. 2, табл. 62, пункт 22	28
Итого:					71,98
Итого:					310013,2

Расчет затрат на возмещение износа основных средств используемых при выполнении работ, приведен в таблице.

Таблица 4.4 – Расчет затрат на возмещение износа основных средств (амортизационные отчисления)

Наименование основных средств	Ед. изм.	Число единиц	Балансовая стоимость единицы, руб.	Продолжительность использования, месяцев	Норматив годовых отчислений, %	Сумма, руб.
ПК Samsung	шт	3	40000	3	20	2000
Принтер HP	шт	1	9000	3	20	450
МФУ Panasonic	шт	1	16000	3	20	800
Итого	шт	4	65000			3250

4.3 Общий расчет сметной стоимости работ

Общий расчет сметной стоимости оформляется по типовой форме.

Накладные расходы составляют 15% основных расходов. Сумма плановых накоплений составляет 10% суммы основных и накладных расходов. Сумма доплат рабочим равняется 2% от суммы основных и накладных расходов. Резерв на непредвидимые работы и затраты колеблется от 3-6 %.

Сметно-финансовый расчет на проектно-сметные работы представлен в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Сметно-финансовый расчет на выполнение проектно-сметных работ

№	Статьи основных расходов	Оклад за месяц	Районный коэф-т	Итого, руб/мес
1	Геолог	35000	1,6	56000
2	Рабочий	25000	1,6	40000
	Итого в месяц:	96000		
	Итого за 3 месяца	288000		
5	ФЗП			288000
6	Страховые взносы (31,2% от ФЗП)			89856
7	ФОТ			377856
8	Материалы			347013,2
9	Амортизация (20% от стоим. осн. средств)			3250
10	Резерв (3% от ФЗП)			8640
	Итого полевые работы:			1114615,2

Общий расчет сметной стоимости всех работ отображен в таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Общий расчет сметной стоимости работ

№	Наименование работ и затрат	Объём		Полная сметная стоимость, руб.
		Ед. изм	Количество	
I	Основные расходы на геологические работы			
1	Проектно-сметные работы	% от ПР	100	1114615,2
2	Полевые работы			1114615,2
3	Организация полевых работ	% от ПР	1,5	16719
4	Ликвидация полевых работ	% от ПР	0,8	8916
5	Камеральные работы	% от ПР	70	780230
6	Транспортировка грузов и персонала	% от ПР	1	11146
	Итого основных расходов (ОР):			3046241,4
II	Накладные расходы	% от ОР	15	456936,21

	Итого: основные и накладные расходы (ОР+НР)		3503177,61	
III	Плановые накопления	% от НР+ОР	20	700635,52
IV	Компенсированные затраты			
1	Полевое довольствие	% от ОР	3	91387,24
2	Доплаты и компенсации	% от ОР	8	243699,3
	Итого компенсируемых затрат:			335086,54
V	Подрядные работы			
	Лабораторные работы	руб.		344420,05
VI	Резев	% от ОР	3	10332,6
	Итого сметная стоимость			4893652,32
	НДС	%	20	978730,464
	Итого с учётом НДС		5872382,784	

Таким образом, согласно произведенным расчетам, общая стоимость работ составит 5872382,784 рубля.

5 Социальная ответственность при выполнении научно-исследовательских работ по оценке ценных и токсичных элементов-примесей в углях Шубаркольского угольного месторождения(участок Центральный-2)

Введение

Для поддержания своего существования людям необходимо трудиться. Очевидно стремление человечества к повышению эффективности труда – получению максимального эффекта при минимуме затрат. Это предполагает увеличение объемов производства, рост потребления веществ и энергии.

Социальная ответственность – ответственность перед людьми и данными им обещаниями, когда организация учитывает интересы коллектива и общества, возлагая на себя ответственность за влияние их деятельности на заказчиков, поставщиков, работников, акционеров.

Рабочий процесс представляет собой работы камерального и лабораторного типа. Работа по изучению углей и вмещающих их пород Сахалинского угольного бассейна заключалась в проработке литературы, проведении анализов, составлении демонстрационного материала, написании пояснительной записки.

Рабочее место расположено на пятом этаже здания (20 корпус ТПУ), имеет естественное и искусственное освещение. Общая площадь помещения 18 м². Длина помещения 6 м, ширина 3 м. В данной лаборатории использовался анализатор ртути РА 915+ с приставкой Пиро-915+ для определения содержания ртути в углях, и сравнение полученных данных с ПДК для углей. Комплект анализатора ртути: анализатор РА-915+, приставка РП-92; дозатор 1-5 мл; весы лабораторные; программное обеспечение. В аудитории имеется 3 персональных компьютера. Выполнение данной выпускной квалификационной работы осуществлялось с помощью прикладного программного обеспечения. Результаты заносятся в базу данных. Затем они обрабатывались в электронных таблицах «Microsoft Excel» и др.

Целью раздела является анализ опасных и вредных факторов при

данном виде организационной деятельности и решение вопросов обеспечения защиты от них на основе требований действующих нормативно-технических документов.

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

На работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением, выдаются прошедшие обязательную сертификацию или декларирование соответствия средства индивидуальной защиты в соответствии с типовыми нормами, утвержденными в порядке, установленном Правительством Российской Федерации. [Статья 221 ТК РФ].

Для предупреждения заболеваний, связанных с работой на установке необходима рациональная организация труда и отдыха, которая нормируется в соответствии с санитарными правилами. [СанПиН 2.2.2.542-96.] Так как данный вид работ подразумевает возможное наличие угроз для здоровья (таких как работа в запылённом помещении, работа с подвижными частями механизмов), следует обеспечить работника всеми необходимыми мерами защиты – рабочими перчатками; очками, для исключения попадания инородных тел в глаза и область глаз; спец. одеждой, как мерой индивидуальной защиты работника и другими средствами защиты в зависимости от выполняемой человеком работы. Каждому работнику должно быть предоставлено рабочее место с учётом специфики работы.

Рабочее помещение должно оборудоваться системами отопления, кондиционирования воздуха или эффективной приточно-вытяжной вентиляцией. Помещения должны иметь естественное и искусственное освещение. Для внутренней отделки интерьера помещений должны использоваться диффузно-отражающие материалы с коэффициентом отражения для потолка — 0,7-0,8; для стен — 0,5-0,6; для пола — 0,3-0,5.

Поверхность пола в рабочем помещении должна быть ровной, без выбоин, нескользкой, удобной для очистки и влажной уборки, обладать антистатическими свойствами. В помещении должны находиться аптечка первой медицинской помощи.

5.2 Производственная безопасность

Работы на электронно-вычислительных машинах проводятся в помещении, соответствующем требованиям санитарных правил и норм. В таблице 5.1 приведены опасные и вредные факторы.

Таблица 5.1 – Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при лабораторных и камеральных работах.

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этап работ (камеральный)	Нормативные документы
1. Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	ГОСТ 12.1.004-91 [13]; ГОСТ 12.1.005-88 [14]; СанПиН 2.2.4.548-96 [26]; СНиП 41-01-2003 [25]; СП 52.13330.2016 [26] СанПиН 1.2.3685-21
2. Отклонение параметров микроклимата	+	
3. Нервно-психические перегрузки		
4. Повышенный уровень шума		
5. Повышенное значение напряжения, замыкание которого может пройти через тело человека;	+	
6. Повышенный уровень статического электричества;	+	
7. Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов;	+	
8. Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;		

5.3 Анализ вредных и опасных производственных факторов

5.3.1 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.

Оценка освещенности производилась в соответствии с СанПиНом 1.2.3685-21 [26]. В таблице 5.2 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 проведенной проверки соответствия нормам помещений.

Таблица 5.2 – Нормируемые и фактические показатели искусственного освещения (СП 5213330.2016)

Помещения	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Г – горизонтальная, В – вертикальная) и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение	
		КЕО е н, %		КЕО е н, %	
		При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении
Кабинеты, рабочие комнаты	Г – 0,8	3,0	1,0	1,8	0,6
Помещения	Искусственное освещение				
	Освещенность, лк				
	При комбинированном освещении		При общем освещении	Показатель дискомфорта, М, не более	Коэффициент пульсации освещенности, К _п , %, не более
	Всего	От общего			
Кабинеты, рабочие	400	200	300	40	15

комнаты					
---------	--	--	--	--	--

Для определения общего равномерного освещения на горизонтальной поверхности, используется метод светового потока.

Расчет освещения производится для помещения размером 6,5×5×3,1 м. Потолок в аудитории белый, стены бежевые, а пол красно-коричневой окраски. В качестве источников света при искусственном освещении используются светильники типа ЛПО 2×36 с люминесцентными лампами белого света. Основные характеристики: количество и мощность лампы – 2×36 Вт; мощность, потребляемая из сети – 85 Вт; размеры: 1262×205×72 мм; КПД – 54%; световой поток – 2×2850 лм.

Высота светильника над рабочей поверхностью $h = 2,35$ м при высоте рабочей поверхности над полом 0,75 м.

L – расстояние между соседними светильниками или рядом,

l – расстояние от крайних светильников или рядов до стены.

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина, уменьшение которого удорожает устройство и обслуживание освещения, а чрезмерное увеличение ведет к резкой неравномерности освещенности. Для выбранного типа светильника (с косинусным типом кривой): $\lambda = 1,4$, следовательно, оптимальное расстояние между светильниками:

$$L = \lambda \cdot h = 1,4 \cdot 2,35 = 3,29 \text{ (м)}.$$

Оптимальное расстояние l от крайнего ряда светильников до стены в случае, когда рабочие места расположены у стен, рекомендуется принимать равной $0,3 \cdot L$, в данном случае $l = 0,987$ (м).

Определение требуемого количества светильников:

$$N = \frac{E \cdot S \cdot 100 \cdot K_3}{U \cdot n \cdot \Phi_{\lambda}},$$

где E – нормируемая минимальная освещённость по СНиП 23-05-95, лк;

S – площадь помещения, м²;

K_3 – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (для помещений с малым выделением пыли – 1,5)

U – коэффициент использования осветительной установки, %;

Φ_{λ} – световой поток одной лампы, лм;

n – количество ламп в одном светильнике.

Для определения коэффициента использования необходимо знать индекс помещения i , значения коэффициентов отражения стен ρ_{cm} и потолка ρ_n и тип светильника.

$$i = \frac{S}{h(A+B)} = \frac{6,5 \cdot 5}{3,1(6,5+5)} = 0,887$$

$\rho_{cm} = 50\%$, $\rho_n = 70\%$, следовательно $U = 60$.

$$N = \frac{400 \cdot 32,5 \cdot 100 \cdot 1,5}{60 \cdot 2 \cdot 2850} = 5,7$$

Из расчетов видно, что для достижения освещенности в 400 лк в помещении необходимо установить 6 светильников. Так как в аудитории установлено 8 светильников, результаты расчетов указывают на достаточную освещенность помещения.

5.3.2 Отклонение параметров микроклимата

Микроклимат производственных помещений – это климат внутренней среды помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температур воздуха и поверхностей, относительной влажности воздуха, скорости движения воздуха и интенсивности теплового излучения. Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма [26].

Оптимальные микроклиматические условия, при воздействии на человека в течение рабочей смены, обеспечивают сохранение теплового состояния организма и не вызывают отклонений в состоянии здоровья. Допустимые микроклиматические условия могут приводить к незначительным дискомфортным тепловым ощущениям. Возможно временное (в течение рабочей смены) снижение работоспособности, без нарушения здоровья [26].

Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.

Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются [26]:

- температура воздуха;
- температура поверхностей;
- влажность воздуха;

- скорость движения воздуха.

Все категории работ разграничиваются на основе интенсивности энергозатрат организма в ккал/ч (Вт). В данном случае по сезонам года актуальна легкая категория тяжести выполняемых работ. Для этой категории допустимые нормы микроклимата представлены в таблице 5.3 [26].

Таблица 5.3 – Оптимальные нормы микроклимата для помещений с ВДТ и ПЭВМ (СанПиН 2.2.4.548 – 96)

Сезон года	Категория тяжести выполняемых работ	Температура, С ⁰		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/сек	
		Факт.	Оптим.	Факт.	Оптим.	Факт.	Оптим.
Холодный	легкая	23	22-24	45	40-60	0,1	0,1
Теплый	легкая	25	23-23	45	40-60	0,1	0,1

Помещение, в котором выполнялись камеральные работы соответствует нормам микроклимата.

5.3.3 Нервно-психические перегрузки

Длительная непрерывная работа с ПК вызывает усталость и перенапряжение зрения, внимания, нервно-эмоциональное и умственное напряжение. Все это может отрицательно повлиять на производительность труда, качество труда, «эмоциональное здоровье» человека и окружающее его общество. Во избежание перечисленных последствий продолжительность непрерывной работы с ПК без перерыва не должна превышать 2 часов.

При работе на ПК необходимо осуществлять комплекс профилактических мероприятий:

– проводить упражнения для глаз через каждые 20-25 минут работы на ПК, а при появлении зрительного дискомфорта, выражающегося в быстром развитии усталости глаз, рези, мелькании точек перед глазами и т.п., упражнения для глаз проводятся индивидуально, самостоятельно и раньше указанного времени;

- для снятия локального утомления должны осуществляться физкультурные минутки целенаправленного назначения индивидуально;
- для снятия общего утомления, улучшения функционального состояния нервной, сердечно-сосудистой, дыхательной систем, а также мышц плечевого пояса, рук, спины, шеи и ног, следует проводить физкультпаузы.

5.3.4 Повышенный уровень шума

Производственный шум – сочетание различных по частоте и силе звуков.

Звук – колебания частиц воздушной среды, которые воспринимаются органами слуха человека, в направлении их распространения.

Виды шума:

Слышимый шум – 20-20000 Гц; Ультразвуковой диапазон – свыше 20 кГц; Инфразвук – меньше 20 Гц;

Устойчивый слышимый звук – 1000-3000 Гц.

Вредное воздействие шума:

- ✓ сердечно-сосудистая система (неприятные ощущения в области сердца в виде покалываний, сердцебиения, возникающие при нервно-эмоциональном напряжении, выраженная неустойчивость пульса и артериального давления, особенно в период пребывания в условиях шума);

- ✓ нервная система;

- ✓ органы слуха (барабанная перепонка).

К физическим характеристикам шума относятся - скорость распространения; частота; мощность; давление звука (звуковое давление).

Учитывая протяженный частотный диапазон (20-20000 Гц) при оценки источника шума, используется логарифмический показатель, который называется уровнем интенсивности (таблица 5.4).

Таблица 5.4 – Нормы шума для помещений лабораторий (СН 2.2.4/ 2.4.1340-03)

Уровень звукового давления [дБ] окт. со среднегеом. част. [Гц]								Уровень зв. давления [дБ]
63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
91	83	77	73	70	68	66	44	

Допустимый уровень звука с частотой 700-2300 Гц не более 50 дБА.

Исходя из допустимого уровня звука, можно сказать, что шум соответствует нормативным данным, следовательно, является оптимальным показателем, который оказывает благоприятное влияние на качество рабочего процесса.

5.3.5 Повышенное значение в электрической цепи, которое может пройти через тело человек.

Электрические установки, к которым относится практически все оборудование ЭВМ, а также ртутный анализатор РА-915+ представляют для человека большую потенциальную опасность, так как в процессе эксплуатации или проведении профилактических работ человек может коснуться частей, находящихся под напряжением. Специфическая опасность электроустановок – токоведущие проводники оборудования, оказавшегося под напряжением в результате повреждения изоляции, не подают каких-либо сигналов, которые предупреждают человека об опасности.

Электрический ток представляет собой скрытый тип опасности, т.к. его трудно определить в токо- и нетоковедущих частях оборудования, которые являются хорошими проводниками электричества. Смертельно опасным для жизни человека считают ток, величина которого превышает 0,05А, ток менее 0,05А – безопасен (до 1000 В) [19].

Для предотвращения электротравматизма большое значение имеет правильная организация работ, т.е. соблюдение правил технической эксплуатации электроустановок потребителей [19] и правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок [30] и правил устройства электроустановок.

Для предотвращения электротравм следует соблюдать требования, предъявляемые к обеспечению электробезопасности работающих на ПЭВМ [20]:

- 1) все узлы одного персонального компьютера и подключенное к нему

периферийное оборудование питается от одной фазы электросети;

2) корпуса системного блока и внешних устройств заземлены радиально с одной общей точкой;

3) для отключения компьютерного оборудования используется отдельный пункт с автоматами и общим рубильником;

4) все соединения ПЭВМ и внешнего оборудования проведены при отключенном электропитании.

Основными мероприятиями, направленными на ликвидацию причин травматизма, являются:

1) систематический контроль за состоянием изоляции электропроводов, кабелей, изоляционных трубок;

2) разработка инструкций по техническому обслуживанию и эксплуатации средств вычислительной техники и контроль за их соблюдением;

3) соблюдение правил противопожарной безопасности;

4) своевременное и качественное выполнение работ по проведению планово-профилактических работ и предупредительных ремонтов.

При работе с ртутным анализатором соблюдаются требования:

1) Изучение всех разделов настоящего руководства по эксплуатации, схемы, конструкцию прибора и приставок назначение органов управления.

2) Проверка правильности подсоединения приставки к анализатору.

3) Надеть халат, резиновые перчатки.

4) Убедиться в отсутствии видимых дефектов и повреждений на корпусах розеток, шнурах питания и составных частей ртутного анализатора.

5) При работе с приставкой ПИРО-915+ проверка соединения воздушным шлангом входного штуцера термокамеры с выходным штуцером блока питания.

6) Перед началом выполнения задания ознакомление с целью и порядком работы [20].

5.3.6 Повышенный уровень статического электричества

Электризация заключается в следующем: нейтральные тела, в нормальном состоянии не проявляющие электрических свойств, при условии отрицательных контактов или взаимодействий становятся электростатически заряженными. Опасность возникновения статического электричества проявляется в возможности образования электрической искры и вредном воздействии его на человеческий организм, и не только в случае непосредственного контакта с зарядом, но и за счет действий электрического поля, которое возникает при заряде. При включенном питании компьютера на экране дисплея накапливается статическое электричество. Электрический ток искрового разряда статического электричества мал и не может вызвать поражение человека. Тем не менее, вблизи экрана электризуется пыль и оседает на нем. В результате чего искажается резкость восприятия информации на экране. Кроме того, пыль попадает на лицо работающего и в его дыхательные пути.

Основные способы защиты от статического электричества следующие: заземление оборудования, увлажнение окружающего воздуха. Также целесообразно применение полов из антистатического материала.

5.3.7 Электробезопасность. Заземление и зануление.

Как показывает практика, короткое замыкание возникает чаще всего из-за того, что по каким-либо причинам оказывается нарушенной внешняя изоляция проводов или электрического оборудования. Это, в свою очередь, может быть связано и с постепенным старением основных элементов электрической цепи, и с ее механическими повреждениями, и даже с ударом молнии.

В учебно-научной лаборатории микроэлементного анализа все провода находятся в хорошем состоянии, сеть не перегружена, и поэтому лаборатория безопасна для работы.

5.3.8 Повышенная или пониженная температура поверхностей материалов,оборудования

Основным источником термической опасности является ртутный анализатор РА-915+ с пиролитической приставкой ПИРО-915+, так как происходит непосредственное сжигание материала в приставке и в процессе работы прибор очень сильно нагревается. Запрещается самостоятельная работа с прибором при отсутствии заведующего лабораторией, а также запрещено касаться непосредственно самой приставки во время работы во избежание ожогов. Также должен соблюдаться температурный режим в комнате с установкой (из инструкции к прибору, +20 по Цельсию). Для индивидуальной защиты, используются перчатки, халат и очки.

5.3.9 Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны

Производственная пыль является одним из широко распространенных неблагоприятных факторов, оказывающих негативное влияние на здоровье работающих. Целый ряд технологических процессов сопровождается образованием мелкораздробленных частиц твердого вещества (пыль), которые попадают в воздух производственных помещений и более или менее длительное время находятся в нем во взвешенном состоянии.

За последние годы появились крупные учреждения массового обслуживания населения (супер- и гипермаркеты, комбинаты сервисного обслуживания, косметические салоны, выставочные комплексы, залы для обслуживания клиентов финансовых предприятий), в которых движение больших людских и товарных потоков создает повышенное содержание пыли в помещениях.

Производственной пылью называют взвешенные в воздухе, медленно оседающие твердые частицы размерами от нескольких десятков до долей микрона. Многие виды производственной пыли представляют собой аэрозоль.

По размеру частиц (дисперсности) различают видимую пыль размером

более 10 мкм, микроскопическую — от 0,25 до 10 мкм, ультрамикроскопическую — менее 0,25 мкм.

Согласно общепринятой классификации все виды производственной пыли подразделяются на органические, неорганические и смешанные. Первые, в свою очередь, делятся на пыль естественного (древесная, хлопковая, льняная, шерстяная и др.) и искусственного (пыль пластмасс, резины, смол и др.) происхождения, а вторые — на металлическую (железная, цинковая, алюминиевая и др.) и минеральную (кварцевая, цементная, асбестовая и др.) пыль. К смешанным видам пыли относят каменноугольную пыль, содержащую частицы угля, кварца и силикатов, а также пыли, образующиеся в химических и других производствах.

Специфика качественного состава пыли предопределяет возможность и характер ее действия на организм человека. Определенное значение имеют форма и консистенция пылевых частиц, которые в значительной мере зависят от природы исходного материала.

Так, длинные и мягкие пылевые частицы легко осаждаются на слизистой оболочке верхних дыхательных путей и могут стать причиной хронических трахеитов и бронхитов. Степень вредного действия пыли зависит также от ее растворимости в тканевых жидкостях организма. Большая растворимость токсической пыли усиливает и ускоряет ее вредное влияние.

Влияние пыли на организм. Неблагоприятное воздействие пыли на организм может быть причиной возникновения заболеваний. Обычно различают специфические (пневмокониозы, аллергические болезни) и неспецифические (хронические заболевания органов дыхания, заболевания глаз и кожи) пылевые поражения.

Среди специфических профессиональных пылевых заболеваний большое место занимают пневмокониозы — болезни легких, в основе которых лежит развитие склеротических и связанных с ними других изменений, обусловленных отложением различного рода пыли и последующим ее взаимодействием с легочной тканью.

Среди различных пневмокониозов наибольшую опасность представляет силикоз, связанный с длительным вдыханием пыли, содержащей свободную двуокись кремния (SiO_2). Силикоз — это медленно протекающий хронический процесс, который, как правило, развивается только у лиц, проработавших несколько лет в условиях значительного загрязнения воздуха кремниевой пылью. Однако в отдельных случаях возможно более быстрое возникновение и течение этого заболевания, когда за сравнительно короткий срок (2~4 года) процесс достигает конечной, терминальной, стадии.

Производственная пыль может оказывать вредное влияние и на верхние дыхательные пути. Установлено, что в результате многолетней работы в условиях значительного запыления воздуха происходит постепенное истончение слизистой оболочки носа и задней стенки глотки. При очень высоких концентрациях пыли отмечается выраженная атрофия носовых раковин, особенно нижних, а также сухость и атрофия слизистой оболочки верхних дыхательных путей.

Развитию этих явлений способствуют гигроскопичность пыли и высокая температура воздуха в помещениях. Атрофия слизистой оболочки значительно нарушает защитные (барьерные) функции верхних дыхательных путей, что, в свою очередь, способствует глубокому проникновению пыли, т. е. поражению бронхов и легких.

Производственная пыль может проникать в кожу и в отверстия сальных и потовых желез. В некоторых случаях может развиваться воспалительный процесс. Не исключена возможность возникновения язвенных дерматитов и экзем при воздействии на кожу пыли хромощелочных солей, мышьяка, меди, извести, соды и других химических веществ.

Действие пыли на глаза вызывает возникновение конъюнктивитов. Отмечается анестезирующее действие металлической и табачной пыли на роговую оболочку глаза. Установлено, что профессиональная анестезия у токарей возрастает со стажем.

Понижение чувствительности роговицы обуславливает позднюю

обращаемость рабочих по поводу попадания в глаз мелких осколков металла и других инородных тел. У токарей с большим стажем иногда обнаруживают множественные мелкие помутнения роговицы из-за травматизма пылевыми частицами.

Меры профилактики пылевых заболеваний. Эффективная профилактика профессиональных пылевых болезней предполагает гигиеническое нормирование, технологические мероприятия, санитарно-гигиенические мероприятия, индивидуальные средства защиты и лечебно-профилактические мероприятия.

Гигиеническое нормирование. Основой проведения мероприятий по борьбе с производственной пылью является гигиеническое нормирование. Соблюдение установленных ГОСТом предельно допустимых концентраций (ПДК) — основное требование при проведении предупредительного и текущего санитарного надзора.

Систематический контроль за состоянием уровня запыленности осуществляют лаборатории центров санэпиднадзора, заводские санитарно-химические лаборатории. На администрацию предприятий возложена ответственность за поддержание условий, препятствующих превышению ПДК пыли в воздушной среде.

При разработке оздоровительных мероприятий основные гигиенические требования должны предъявляться к технологическим процессам и оборудованию, вентиляции, строительно-планировочным решениям, рациональному медицинскому обслуживанию работающих, использованию средств индивидуальной защиты.

Методы и средства защиты от пыли:

- внедрение непрерывных технологий с закрытым циклом (использование закрытых конвейеров, трубопроводов, кожухов);
- автоматизация и дистанционное управление технологическими процессами (особенно при погрузо-разгрузочных и фасовочных операциях);
- замена порошкообразных продуктов брикетами, пастами, суспензиями,

растворами;

- смачивание порошкообразных продуктов при транспортировке (душевание);
- переход с твердого топлива на газообразное или электроподогрев;
- применение общей и местной вытяжной вентиляции помещений и рабочих мест;
- применение индивидуальных средств защиты (очков, противогазов, респираторов, спецодежды, обуви, мазей).

Лечебно-профилактические мероприятия. В системе оздоровительных мероприятий важен медицинский контроль за состоянием здоровья работающих. В соответствии с действующими правилами обязательным является проведение предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров.

Основная задача периодических осмотров — своевременное выявление ранних стадий заболевания и предупреждение развития пневмокониоза, определение профпригодности и проведение эффективных лечебно-профилактических мероприятий. Среди профилактических мероприятий, направленных на повышение реактивности организма и сопротивляемости пылевым поражениям легких, наибольшую эффективность обеспечивают УФ-облучение, тормозящее склеротические процессы; щелочные ингаляции, способствующие санации верхних дыхательных путей; дыхательная гимнастика, улучшающая функцию внешнего дыхания; диета с добавлением метионина и витаминов.

5.3.10 Подвижные части производственного оборудования

Подвижными частями оборудования являются:

- подвижные столы и стойки станков;
- переносные компьютеры и оборудование.

Источниками движущихся частей также являются транспортные устройства.

Основной величиной характеризующей опасность подвижных частей является скорость их перемещения. Согласно ГОСТ 12.2.009-80 опасной скоростью перемещения подвижных частей оборудования, способных травмировать ударом, является скорость более 0,15 м/с.

Движущиеся части оборудования представляют опасность травмирования рабочего в виде ушибов, порезов, переломов и др., которые могут привести к потере трудоспособности.

В соответствии с ГОСТ 12.2.003-74 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности» движущие части производственного оборудования, если они являются источником опасности, должны быть ограждены, за исключением частей, ограждение которых не допускается функциональным их назначением.

Одним из важных условий безопасного труда является недоступность подвижных частей оборудования, для рабочего, в ходе технологического процесса.

5.4 Экологическая безопасность

Бумага, люминесцентные лампы и составные части персонального компьютера после отработки должны правильно утилизироваться, чтобы не вредить окружающей среде.

Метод утилизации люминесцентных источников света начинается с их сбора и последующей транспортировки на предприятия, которые занимаются демеркуризацией.

Производственные организации и коммерческие структуры обязаны заключать договоры с переработчиками дневных источников освещения. После транспортировки на демеркуризационное предприятие проводится цикл их утилизации.

Использованная бумага (макулатура) собирается и транспортируется организацией, которая занимается переработкой бумаги. Процесс переработки

макулатуры состоит из нескольких этапов. Сначала выполняется роспуск на волокна, осуществляемый в гидроразбивателях, в которых макулатура вращается в водной среде. На этом этапе происходит также отделение включений. После его завершения суспензия содержит волокна и неразбитые частички макулатуры. Затем происходит очистка суспензии макулатурной массы от посторонних примесей.

Каждый персональный компьютер содержит не только ценные цветные металлы, но и целый набор опасных для окружающей среды веществ. Это производные газов, тяжелые металлы, среди которых кадмий, ртуть и свинец. Попадая на свалку, все эти вещества под воздействием внешней среды постепенно проникают в почву, отравляют воздух и воду. Утилизация компьютеров и другой старой техники возможно только на предприятиях, имеющих разрешение на переработку отходов подобного рода. Самостоятельный вывоз техники в места скопления отходов без дальнейшей утилизации является нарушением законов «Об отходах», «О металлоломе» и отдельных нормативно-правовых актов. Эти нарушения предполагают административную ответственность и, возможно, материальное возмещение в случае, если вывоз техники стал угрозой для безопасности людей и окружающей среды. Законодательными нормами не предполагается проведение экспертизы на предмет выявления в технике веществ, подпадающих под особые положения закона «Об отходах». Поэтому при утилизации следует ориентироваться на рекомендации от производителя, а также на нормы эксплуатации, предполагающие списание техники по истечении определенного срока.

5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Нередко, при определенных работах, в лабораториях возникает опасность пожара.

Здание, в котором располагается наша рабочая аудитория по пожарной опасности относится к категории В – производства, связанные с обработкой или

применением твердых сгораемых веществ и материалов (компьютерная техника, предметы мебели).

Условия развития пожара в зданиях и сооружениях во многом определяются степенью их огнестойкости. Степенью огнестойкости называется способность здания в целом сопротивляться разрушению при пожаре. Здания и сооружения по степени огнестойкости подразделяются на пять степеней. Степень огнестойкости здания зависит от возгораемости и огнестойкости основных строительных конструкций и от пределов распространения огня по этим конструкциям.

Степень огнестойкости здания II согласно. Основные части зданий I, II степени огнестойкости являются несгораемыми и различаются только пределами огнестойкости строительных конструкций. В зданиях II степени максимальный предел распространения огня, составляющий 40 см, допускается только для внутренних несущих стен (перегородок).

Огнетушители предназначены для тушения загораний и пожаров в начальной стадии их развития. По виду огнегасительных веществ их подразделяют на: воздушно-пенные, химические пенные, жидкостные, углекислотные, аэрозольные и порошковые.

В настоящее время для производственных помещений предприятия основными являются углекислотные огнетушители. Тушение происходит вследствие изоляции горящего предмета от кислорода и сильного охлаждения зоны горения. Первичными средствами пожаротушения являются ручные огнетушители типа ОУ-2, ОУ-3. Эти огнетушители предназначены для тушения различных веществ, а также электроустановок под напряжением до 10 Кв.

Пожароопасность, главным образом, представлена оголенными токоведущими частями электропроводки, коротким замыканием проводки, перегрузки электросети, статическим электричеством. Возможными причинами возникновения пожара могут быть: неправильное устройство и эксплуатация отопительных систем (использование обогревателей), неисправность вентиляционных систем, неосторожное обращение с огнем персонала и т.д.

Способ тушения пожара зависит как от причины, обусловившей его возникновение, так и от характера горящего объекта. Если в лаборатории возник пожар и есть угроза его распространения, то, пользуясь имеющимися под руками средствами тушения, одновременно нужно вызвать и местную пожарную охрану.

Если загорелись деревянные предметы, пожар можно тушить водой, песком и с помощью огнетушителя. Если горит нерастворимое в воде вещество (например, бензин, скипидар и др.), то нельзя применять для тушения воду, потому что пожар не только не будет ликвидирован, но даже может усилиться. Нерастворимые в воде органические вещества следует тушить песком или же накрыванием асбестом или кошмой. Нужно именно накрывать ими очаг пожара, а не набрасывать, чтобы горящие брызги не разлетались в стороны.

Если горящее вещество растворимо в воде (например, спирт или ацетон), его можно гасить водой. Во всех случаях весьма пригодным средством тушения является четыреххлористый углерод. При соприкосновении с огнем он образует тяжелые пары, обволакивающие горящее место; доступ воздуха уменьшается и горение прекращается.

В исследуемом помещении обеспечены следующие средства противопожарной защиты:

- «План эвакуации людей при пожаре»;
- Памятка соблюдения правил техники пожарной безопасности;
- Системы вентиляции для отвода избыточной теплоты от ЭВМ;
- Углекислотный огнетушитель (ОУ-3-ВСЕ);
- Система автоматической противопожарной сигнализации.

В данном помещении не обнаружено предпосылок к пожароопасной ситуации. Это обеспечивается соблюдением норм при монтаже электропроводки, отсутствием электрообогревательных приборов и дефектов в розетках и выключателях.

Выводы по разделу

В настоящем разделе рассмотрены вредные и опасные производственные факторы касаемые выполняемой работы организационной деятельности и решение вопросов обеспечения защиты от них на основе требований действующих нормативно-технических документов. Помещение, данное для выполнения назначенных работ, соответствует всем нормам.

Заключение

Угли участка Центральный-2 Шубаркольского угольного месторождения являются высококачественным энергетическим топливом, ввиду своей ультранизкозольности, а так же низкие содержания токсичных элементов. Золой углей характеризуются большим содержанием редких и редкоземельных элементов, а так же большим количеством элементов-примесей. Аномально-промышленным значениям отвечает кобальт, промышленный потенциал которого составляет свыше 5 тыс.т., что соответствует среднему по масштабам месторождению. В отдельных пробах установлены аномальные содержания кобальта (0,23 %), скандия (441 г/т), вольфрама (0,12 %) стронция (0,55 %), иттрия (694 г/т), суммы РЗЭ (0,23 %) и других элементов-примесей. Установлено, что накопление ценных и токсичных элементов-примесей в углях связано с особенностями области питания древнего бассейна угленакопления.

Предельно допустимых концентраций (ПДК) элементов-примесей в углях не установлено. При определении потенциальной опасности от использования углепродукции ориентируются на старую инструкцию по изучению и оценке попутных твердых полезных ископаемых и компонентов при разведке месторождений угля и горючих сланцев 1987 года. Сопоставление с этими ориентировочными критериями показывает, что все угли участка Центральный-2 характеризуются низкими содержаниями токсичных и потенциально токсичных элементов-примесей. В целом, можно констатировать, что угли участка Центральный-2 Шубаркольского месторождения являются экологически «чистыми» и могут использоваться без ограничений в энергетике, а также для производства другой продукции.

Список использованной литературы

1. Педаш Е.Т., Ко Н.А., Бойцов О.А. и др. Отчет о детальной разведке Шубаркольского месторождения. – Караганда: ЦКПГО, 1987.
2. Кизильштейн Л.Я. Экогеохимия элементов-примесей в углях. – Ростов-на-Дону: Изд-во СКНУ ВШ, 2002.
3. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Ценные элементы-примеси в углях. – Екатеринбург: УрО РАН, 2006. – 538 с.
4. Ценные и токсичные элементы в товарных углях России, Справочник / Ю.Н.Жаров, Е.С. Мейтов, И.Г.Шарова и др. М.:Недра, 1996.
5. Маусымбаева А.Д. Изучение особенностей вещественного состава и направления комплексного использования углей месторождения Шубарколь(Центральный Казахстан) // Диссертация на соискание степени доктора философии (PhD)- Караганда. -2020. С. 90-92.
6. Шпирт М.Я. Неорганические компоненты твердых топлив/ М.Я.Шпирт, В.Р. Клер, И.З.Перциков – М.:Химия, 1990.-240с.
7. Сафонова А.А., Маусымбаева А.Д., Портнов В.С. и др. Микрокомпонентный состав углей Центрального Казахстана // Уголь. -2018. №9.
8. Педаш Е.Т. Отчет о детальной разведке Шубаркольского угольного месторождения по состоянию геологоразведочных и горных работ на 1апреля 1987г. – Караганда: ЦКПГ, 1987.
9. Беляев В.К., Педаш Е.Т., Ко Н.А. Малые элементы в углях и вмещающих породах Шубаркольского месторождения // Разведка и охрана недр, 1989.– №11.– С.12–16.
- 10.Беспаев Х.А., Париллов Ю.С.,Пучков Е.В., Ганженко Г.Д., Ковриго О.А., Дюсембаева К.Ш., Роднов В.И., Раденко Н.Л., Губайдуллин Ф.Г., Файн Э.Е. Элементы-примеси в месторождения Казахстана. Том II. Распределение отдельных элементов в месторождения. Справочник.-Алматы, 1998.

11. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Элементы-примеси в ископаемых углях. – Л.: Наука, 1985.

12. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Ртуть в углях – серьезная экологическая проблема. – Сыктывкар: Уро РАН, 2009.

13. Вялов В.И., Наставкин А.В. Уровни содержаний промышленно ценных микроэлементов в углях // Химия твердого топлива, 2019.– №5.– 63–67 с.

14. Леонов С.Б., Федотов К.В., Сенченко А.Е. Промышленная добыча золота из золошлаковых отвалов тепловых электростанций // Горный журнал, 1998.

15. Рихванов Л.П., Вертман Е.Г. и др. Разработка метода многоэлементного нейтронно-активационного анализа для комплексной оценки угольных месторождений.– Томск, 1990.– 82 с.

16. Инструкция по изучению и оценке попутных твердых полезных ископаемых и компонентов при разведке месторождений угля и горючих сланцев.– М.: Наука, 1987.–

Нормативная литература

17. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация - Введ. 2017-03-01

18. ГОСТ 12.1.004-91. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.

19. ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

20. ГОСТ 12.1.038-82. ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.

21. ГОСТ 12.4.124-83 Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования.

22. ГОСТ 17.0.0.04-90 Охрана природы. Экологический паспорт

промышленного предприятия. Основные положения.

23. ГОСТ 17.4.3.04-85. Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения.

24. ГОСТ Р МЭК 61140-2000. Защита от поражения электрическим током. Общие поражения электрическим током. Общие положения по безопасности, обеспечиваемой электрооборудованием и электроустановками в их взаимосвязь

25. Инструкция №13-52 по охране труда и правилам безопасности работы на ртутном анализаторе РА-915+ в учебно-научной лаборатории микроэлементного анализа кафедры ГЭГХ. – Томск: Изд. ТПУ, 2011. – 7с.

26. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок, ПОТ Р М-016-2001.

27. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» - М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003. - 97 с.

28. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Санитарные нормы. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

29. СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование

30. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95.

31. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. М: Минздрав России, 1997 – 132 с.

32. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы. ССН. Вып.7: Лабораторные исследования полезных ископаемых и горных пород. – М.: ВИЭМС, 1992. – 352 с.

33. ТОИ Р-45-084-01 «Типовая инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере». - М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2002.

34. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 28.12.2013) // Собрание законодательства Российской Федерации. - 07.01.2002. - N 1 (Ч. 1). - Ст. 3.

35. Постановления Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 03.06.2003 № 118 «О введении в действие санитарноэпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03»

36. СанПин 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и(или) безвредных для человеческих факторов среды обитания М:Минздрав России, 2021.

37. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. "НЦ ЭНАС", М., 2005 (621.3, П-683).

Приложение А

Раздел 1

Coal geochemistry of the Shubarkol coal deposit (Central-2 site)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ91	Культаев Берик Ринатович		

Руководитель ВКР

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

Консультант – лингвист отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель отделения иностранных языков Школы базовой инженерной подготовки ТПУ	Квашнина О.С.			

Coal geochemistry of the Shubarkol coal deposit (Central-2 site)

Bituminous coal is a biogenic sedimentary rock. It contains on average about 12% water, 32% volatiles and 75 to 95% carbon [4]. It also includes inorganic components such as Fe, Al, Si, Mg, Ca, K, Na and various impurity elements. Both valuable and environmentally hazardous elements can accumulate in significant quantities among the impurity elements. This suggests that coal deposits can be considered not only as a fuel for energy, but also as a source of valuable metals, including rare and noble ones.

In the chemical composition of inorganic matter, it is customary to distinguish two groups of elements.

- Basic (ash-forming elements) Si, Al, Fe, Ca, Mg, Na, K (\pm S, P). They also form 99% of the entire rock mass.
- Minor elements, impurity elements (IE), usually constituting no more than 1%. Among the IE there are valuable rare metals such as Ge, Ga, U, Mo, Be, Sc, REE. At the same time, IE includes such elements as Cl, F, Hg, As, Se, etc.

Coal is considered as an energy carrier: it is both a complex mineral resource and a complex “harmful mineral”, the utilization of which is accompanied by a significant negative impact on the human environment.

Currently, there are many ways of complex utilization of organic and mineral matter of coal, minimizing production waste. In addition, the cost of rare metals present in coals may in some cases exceed the cost of the coal itself. Such metalliferous coals can be considered as rare metal ores, and their organic matter as a by-product.

In Russia, the following typification of chemical elements of inanimate coals is adopted [7].

Valuable components - Ge, U, and in a complex with them (i.e., with the possibility of joint extraction) Ga, Pb, Zn, Mo, Se, Au, Ag, PGE.

Potentially valuable - V + Cr + Ni (in complex), W, B, Hg.

Toxic - Hg, As, Be, F, which, when coal is burned, form dangerous concentrations in the atmosphere, waters and soils.

Potentially toxic - toxic in concentrations below the maximum permissible, as well as Pb, V, Ni, Cr, Mn Co.

Technologically harmful - elements that deteriorate the quality of coke, reduce the quality of cast irons and steels. First of all, these are S, P coals for coking and As and Cl in power-generating coals.

Technologically useful - Mo, Ni, Co, Sn, Zn, which catalyze the conversion of coal into liquid fuel.

Thus, the same chemical elements can act in different capacities, which most often depends on their initial concentrations in coal and on the mode of industrial use of coal.

Currently, coal research is focused primarily on assessing the distribution and forms of finding potentially toxic elements (Hg, As, Sb, Se, Be, F, Pb, V, Ni, Cr, Mn), including radioactive (U, Th), and only secondarily - on the possibility of associated extraction of valuable IE (Ge, U, Ga, as well as Sc, Mo, Au, Ag, Re, PGE).

Geochemical study of the field

The metal content of the coals is assessed by determining the geochemical specialization of the object's coals, the total metal content and the compliance of the contents identified at the object with the requirements for the ore content ("estimated conditions") and toxicity ("toxicity threshold") of the coal.

The defining criterion of metalliferous coals is the positive geochemical specialization of the coals of one or another object, which is a list of elements, the concentration coefficient (CC) of which is higher than 2. The CC index of an element, according to Ya.E. Yudovich, is calculated as the ratio of the content of the element in the coals of the object to the clarke of this element in the coals. The total metal content of the object's coals is the sum of the CC of all elements determined in its coals ($\sum CC$). According to this value, there are three groups of deposits with low metal-bearing ($\sum CC < 100$) coals.

According to the generalized data, the Shubarkol deposit has very low concentrations of trace elements. At the same time, in the oxidation zone, the coals

are enriched with uranium, boron, vanadium, germanium, gold, lanthanides, cobalt, copper, nickel, lead, mercury, selenium and zinc. The content of this group of elements in the oxidation zone increases significantly, reaching industrially significant values. Taking into account the locality of such anomalies, they have no industrial significance, but they can significantly affect the quality of coal products, contaminating them with toxic elements.

According to the published data on previous studies, the Shubarkol deposit as a whole is characterized by near-clarke contents of most trace elements (Table 3.1). At the same time, an anomalous and increased average content of Zn, V, Cs, Sc, Rb, W, La, Eu, Ce, Sm, Ag, and Au was noted in the coals (Belyaev, Pedash., 1989). The enrichment of the lower horizons of the coal-bearing strata with zinc, and the upper ones with vanadium has been established. The role of rare earth elements, predominantly heavy lanthanides and yttrium (Bespayev et al, 1998), enriching the upper and lower horizons of the coal-bearing strata was especially noted. The maximum contents of scandium, cesium, tungsten, and rubidium were also found here (Belyaev and Pedash, 1989). Semi-quantitative spectral analysis indicated anomalous germanium content (Bespayev et al, 1998).

Low ash content of coal presupposes significant concentration of a large group of elements in ash residues up to the formation of industrial concentrations. It is assumed that ash and slag waste from the combustion of Shubarkol coals may be of industrial interest as a source of a group of rare, mainly rare-earth, elements.

The coal-bearing rocks are characterized by the ordinary contents of most of the studied chemical elements (Table 3.2)

Sharp fluctuations in the contents of manganese, barium, phosphorus, zirconium and zinc along the lithological section were also noted. Thus, the manganese content in the section ranges from 50 to 10,000 g / t. The maxima are associated with mudstones. Anomalies of phosphorus (0.5%), barium (1.0%), zirconium (0.2%) and zinc (0.1%) were also noted here (Belyaev, Pedash., 1989).

Table 3.1- Distribution of trace elements in the coal horizons of the Shubarkol deposit (Belyaev et al., 1989)

Elements	Coal horizon		
	Upper	Middle	Lower
1	2	3	4
Content of toxic elements, g / t			
Hg	$\frac{0.001-0.037}{0.009/100}$	$\frac{0.002-0.009}{0.005/100}$	$\frac{0.002-0.044}{0.017/100}$
As	$\frac{0-8.82}{2.05/78}$	$\frac{1.81-4}{2.9/100}$	$\frac{0-35.47}{5.95/90}$
Ni	$\frac{0-7.7}{2.96/90}$	$\frac{2.3-3.9}{3.1/100}$	$\frac{1.6-16.1}{5.05/100}$
Co	$\frac{0.24-14}{3.7/100}$	$\frac{3.54-5.4}{4.47/100}$	$\frac{0-14}{6.09/90}$
Cr	$\frac{0-18.75}{12.98/93}$	$\frac{15.21-43.65}{29.43/100}$	$\frac{0-70.1}{17.6/83}$
Pb	$\frac{Sl. -18.83}{5.52/30}$	Sl.	$\frac{0-13}{4.36/67}$
Zn	$\frac{30-100.9}{34.8/82}$	$\frac{42.42-121.6}{82/100}$	$\frac{0-1519}{256.2/75}$
Sb	$\frac{0-1.75}{0.34/93}$	$\frac{0.08-0.13}{0.1/100}$	$\frac{0-0.88}{0.26/90}$
Be	$\frac{0-7.55}{1.8/97}$	Sl.	$\frac{0-3.72}{1.24/100}$
Mo	$\frac{0-35.57}{6.48/78}$	Sl.	$\frac{0-12.24}{4.08/67}$
V	$\frac{Cl. -123.8}{28.12/100}$	$\frac{12.22-18.28}{15.25/100}$	$\frac{6.94-77.38}{38.48/100}$

Note: In the numerator, the extreme limits of the contents (minimum and maximum), in the denominator — the average content, and through the slash — the frequency of occurrence.

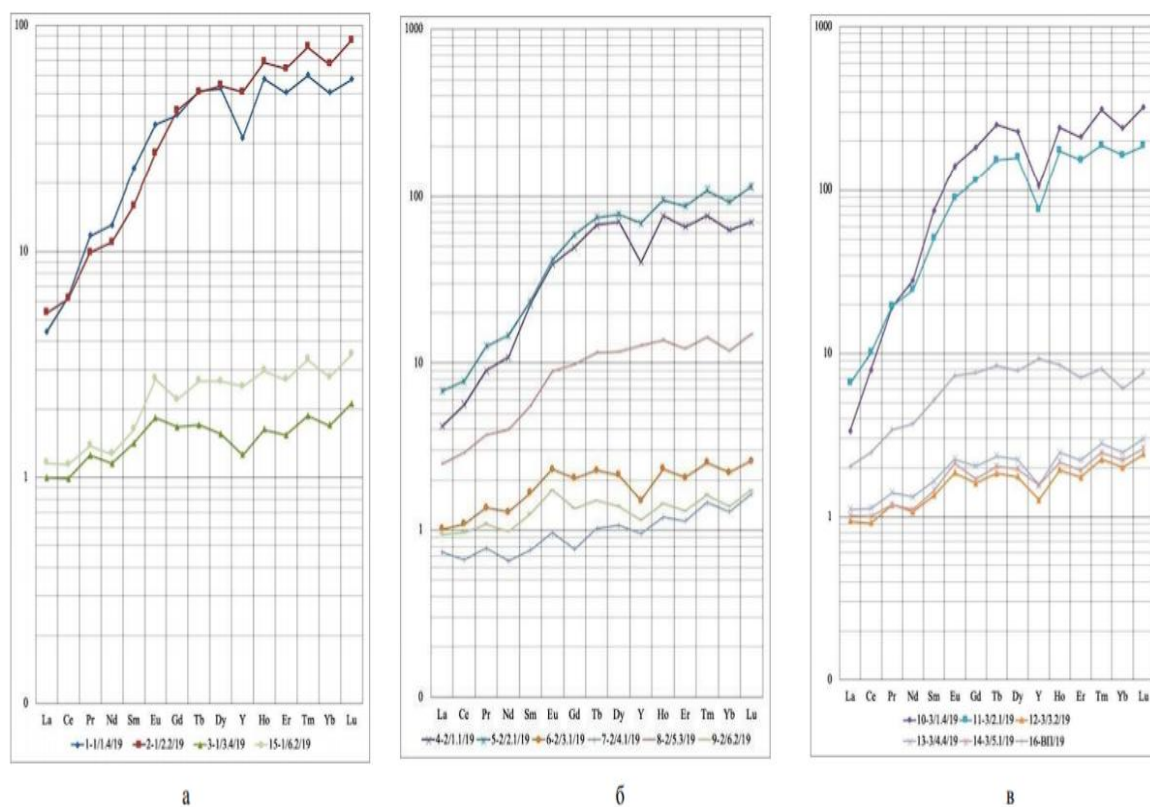
Table 3.2 - Distribution of trace elements in the host rocks of the Shubarkol deposit (Belyaev et al., 1989)

rock Elements	Mudstones	Sandstone	Siltstones	Coal mudstones	Oil shale
1	2	3	4	5	6
Hg	$\frac{0-0.03}{0.01/19}$	—	$\frac{0-0.03}{0.02/6}$	—	$\frac{0-0.03}{0.008/25}$
Pb	$\frac{10-30}{17.2/100}$	$\frac{10-30}{17.2/100}$	$\frac{10-20}{18.5/100}$	$\frac{5-20}{9/100}$	$\frac{10-20}{18/100}$

As	$\frac{0-70}{6.4/13}$	$\frac{0-50}{18.3/37}$	$\frac{0-50}{14.3/29}$	—	$\frac{0-70}{5.5/8}$
V	$\frac{50-150}{93/100}$	$\frac{70-100}{99/100}$	$\frac{70-150}{101.5/100}$	$\frac{10-100}{42.5/100}$	$\frac{70-100}{97.5/100}$
Mn	$\frac{50-10000}{3253.3/100}$	$\frac{100-10000}{1621/100}$	$\frac{15-5600}{566/100}$	$\frac{70-3000}{282/100}$	$\frac{100-3000}{1334/100}$
Ni	$\frac{10-100}{37.3/100}$	$\frac{20-70}{35/100}$	$\frac{15-50}{33/100}$	$\frac{5-50}{16/100}$	$\frac{20-50}{30.5/100}$

Note: In the numerator, the extreme limits of the contents (minimum and maximum), in the denominator — the average content, and through the slash — the frequency of occurrence.

With a general increase in contents up the section, the nature of the distribution curves of rare earth metals (Figure 3.1) with a relative depletion in lanthanum and cerium and enrichment in elements from samarium to lutetium indicate weathering processes in the upper part of the coal seam with a relative enrichment in the groups of medium and heavy rare earth metals.[5]



а – скважина 1; б – скважина 2, в – скважина 3

Figure 3.1 - Spectra of distribution of rare earth metals in samples taken by JSC "Shubarkol-Komir" (Mausymbaeva A.D., 2020)

Content of trace elements in the coals of the Shubarkol deposit (Central-2 site)

A wide range of trace elements in coals, coal ash and coal-bearing rocks of the Central-2 site of the Shubarkol deposit has been investigated. The studied spectrum includes all the main toxic and valuable elements-impurities, the study of which is recommended for coals and even those the study of which has not previously been carried out due to the lack of available methods for their mass determination. Additionally, a group of rare and noble metals, previously rarely studied in coals due to complex analytics, has been studied. For the studied coal seams of the Shubarkol deposit (1B21, 1B22, 2B1, 2B2, 2B3,2B4), such work has not been carried out before. The available data, obtained earlier in the process of geological exploration, are mainly based on semi-quantitative spectral analyzes, which do not allow correctly assessing the composition and content of trace elements in coals.

According to the studied data of the results of the analysis of the coals of the Central-2 site of the Shubarkol deposit, seams (1B21,1B22,2B1,2B2,2B3,2B4), the content of impurity elements differs in their relatively low content. (Table 3.3)

The average content of trace elements for the section is generally lower than the clarke values determined by M.P. Ketris and J.E. Yudovich for the world's bituminous coals (Ketris, Yudovich, 2009). The exception is cobalt, the increased content of which is noted throughout the section, especially in contrast to layers 2B1 and 2B3. Cesium and barium are also characterized by superclarke contents.

Table 3.3-Average content of trace elements in coal seams, g / t

Elem ents	Coal layer								Averag e for plot	Clark for coal *
	1B21	1B22	2B1b.p.	2B1t.p.	2B2b.p.	2B2t.p.	2B3	2B4		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Li	1.1	3.79	6.1	6.6	3.4	4.8	2.5	3.3	3.7	14±1
Be	0.36	1.14	2.9	1.2	0.57	1.72	3.5	0.73	1.1	2.0±0.1
Sc	0.56	3.40	6.0	4.1	1.8	3.8	7.8	2.9	3.0	3.7±0.2
V	1.35	12.8	30.9	20.6	7.5	17.2	30.5	11.0	12.8	28±1
Cr	2.50	6.7	13.9	8.1	5.0	7.4	7.6	6.1	6.4	17±1
Co	4.8	14.0	31.7	10.9	4.1	5.4	20.2	5.2	9.7	6.0±0.2
Ni	10.1	19.8	19.6	10.9	9.3	7.0	13.2	6.0	11.7	17±1
Cu	10.1	9.0	13.5	13.6	8.3	8.7	9.0	7.2	9.3	16±1
Zn	3.7	11.1	69.6	8.3	6.4	10.6	23.3	16.2	14.8	28±2
Ga	0.40	2.9	4.8	5.0	2.6	3.9	4.8	3.3	3.0	6.0±0.2
Ge	0.09	1.50	1.6	0.91	0.26	0.9	5.4	0.69	0.95	2.4±0.2
As	1.1	1.9	5.7	3.2	2.7	4.0	4.8	2.3	2.7	9.0±0.7
Se	0.15	0.39	0.76	0.59	0.32	0.46	0.5	0.28	0.37	1.6±0.1
Br	3.2	4.1	3.7	3.0	5.6	3.1	3.4	3.9	4.0	6.0±0.8
Rb	0.30	5.0	13.2	10.5	10.2	6.6	5.0	7.1	6.9	18±1
Sr	7.3	20.5	19.5	108	37.0	75.7	14.6	164	63.0	100±7
Y	2.6	5.6	13.7	8.4	4.2	6.9	8.6	5.4	5.9	8.2±0.5
Zr	3.7	27.1	56.4	37.7	22.9	69.7	165.1	36.4	35.8	36±3
Nb	0.20	0.84	1.4	1.6	0.83	1.3	1.7	1.1	0.98	4.0±0.4
Mo	0.81	1.70	3.3	1.3	0.56	1.9	7.2	1.3	1.6	2.1±0.1

Continuation of table 3.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ag	0.027	0.086	0.16	0.12	0.054	0.15	0.26	0.09	0.092	0.10±0.02
Cd	0.034	0.077	0.24	0.082	0.047	0.09	0.14	0.05	0.076	0.2±0.04
Sn	0.07	0.27	0.44	0.50	0.32	0.45	0.42	0.42	0.33	1.4±0.1
Sb	0.06	0.88	1.4	0.62	0.23	1.4	3.3	0.53	0.71	1.0±0.09
Te	0.002	0.0037	0.012	0.008	0.017	0.020	0.023	0.016	0.011	
Cs	0.031	0.67	4.0	1.4	1.4	1.2	1.5	1.2	1.2	1.1±0.12
Ba	39.9	137	352	240	87.4	133	83.2	319.0	176	150±20
La	2.0	5.5	9.2	11.2	6.7	7.4	3.6	7.2	6.4	11±1
Ce	3.6	12.1	19.4	23.6	13.4	16.9	8.4	14.8	13.4	23±1
Pr	0.41	1.4	2.4	2.5	1.3	1.7	1.0	1.5	1.4	3.4±0.2
Nd	1.5	4.9	8.5	8.4	4.5	6.6	4.0	4.6	4.9	12±1
Sm	0.29	0.95	1.78	1.59	0.83	1.3	0.95	0.89	0.97	2.2±0.1
Eu	0.06	0.21	0.41	0.31	0.14	0.26	0.24	0.17	0.20	0.43±0.02
Gd	0.31	0.90	1.98	2.0	0.76	1.3	1.26	0.85	0.95	2.7±0.2
Tb	0.045	0.16	0.35	0.26	0.11	0.20	0.20	0.15	0.16	0.31±0.02
Dy	0.27	0.81	1.94	1.28	0.65	1.10	1.27	0.84	0.87	2.1±0.1
Ho	0.058	0.18	0.44	0.27	0.13	0.23	0.27	0.18	0.19	0.57±0.04
Er	0.16	0.44	1.21	0.71	0.37	0.60	0.78	0.50	0.50	1.0±0.07
Tm	0.014	0.043	0.14	0.08	0.039	0.07	0.09	0.05	0.054	0.30±0.02
Yb	0.12	0.38	1.02	0.61	0.33	0.50	0.65	0.43	0.43	1.0±0.07
Lu	0.12	0.053	0.17	0.088	0.04	0.068	0.10	0.057	0.075	0.20±0.01
Hf	0.07	0.49	1.1	0.93	0.52	1.30	2.8	0.79	0.72	1.2±0.1
Ta	0.012	0.050	0.094	0.085	0.054	0.062	0.088	0.079	0.060	0.3±0.02
W	0.11	0.39	0.56	0.42	0.20	0.63	1.1	0.42	0.38	0.99±0.11

End of Table 3.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Re*	0.0007	0.0011	0.00079	0.00076	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.00088	
Tl	0.30	0.73	0.44	0.31	0.45	0.50	0.18	0.25	0.43	0.58±0.04
Au	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	0.0044
Hg	88.2	64.7	59.2	286	104	39.3	156	39.1	88.9	100±10
Pb	1.3	4.5	7.4	5.8	2.8	5.7	4.5	3.4	3.9	9.0±0.7
Th	0.31	2.3	3.6	4.6	2.1	3.0	2.4	2.4	2.4	3.2±0.1
U	0.19	1.4	2.2	1.5	0.67	1.4	2.4	0.92	1.1	1.9±0.1

Note. * - By (Ketris, Yudovich, 2009); boldface indicates values that exceed the clarke for coal.

Forms of finding trace elements in coals

In the process of studying elements-impurities in coals, the study of mineral phases in 11 samples of coal in 1 sample of coal ash was carried out. In addition, the group composition of coal was investigated in order to roughly estimate the proportion of organic matter in the concentration of impurity elements. Below is the characteristic of microminerals in the studied coal preparations.

Two coal samples were divided into group fractions. Bitumen and humic acids were sequentially released. Both samples are characterized by an extremely low yield of humic acids (1.7 and 2.6%), the yield of bitumen is 0.3%. The method of neutron activation analysis was used to study the composition of impurity elements in each isolated fraction, as well as in intermediate products, and a calculation of the substance balance for each element was performed. Analysis of the elemental composition of coal fractions showed that rare earth elements are concentrated in the residual coal, which indicates their possible connection with inorganic matter (Table 3.4).

Table 3.4- Distribution of lanthanides by fractions of group composition (sample III-96-19)

	Exit factions, %	Content La, г/Т	Entering the faction, %
Raw coal	100	5.6	100.0
Bitumen	0.3	0.06	0.3
Residue after bitumen	99.7	5.6	99.7
General GC	2.6	82.7	38.6
Residual coal	97.10	3.5	61.1
	Exit factions, %	Content Ce, г/Т	Entering the faction, %
Raw coal	100	11.9	100.0
Bitumen	0.3	0.12	0.3
Residue after bitumen	99.7	11.9	99.7
General GC	2.6	154	33.5
Residual coal	97.1	8.1	66.2
	Exit factions, %	Content Sm, г/Т	Entering the faction, %
Raw coal	100	0,77	100,0

Bitumen	0,3	0,01	0,3
Residue after bitumen	99,7	0,77	99,5
General GC	2,6	12,1	41,0
Residual coal	97,10	0,46	58,6
	Exit factions, %	Content Eu, г/т	Entering the faction, %
Raw coal	100	0.22	100.0
Bitumen	0.3	0.00	0.3
Residue after bitumen	99.7	0.22	99.7
General GC	2.6	3.6	42.3
Residual coal	97.1	0.13	57.4
	Exit factions, %	Content Tb, г/т	Entering the faction, %
Raw coal	100	0.23	100.0
Bitumen	0.3	0.00	0.3
Residue after bitumen	99.7	0.23	99.9
General GC	2.6	4.90	55.2
Residual coal	97.1	0.11	44.7
	Exit factions, %	Content Yb, г/т	Entering the faction, %
Raw coal	100	0.78	100.0
Bitumen	0.3	0.01	0.3
Residue after bitumen	99.7	0.78	99.8
General GC	2.6	7.2	23.8
Residual coal	97.10	0.61	75.9
	Exit factions, %	Content Lu, г/т	Entering the faction, %
Raw coal	100	0.11	100.0
Bitumen	0.3	0.00	0.3
Residue after bitumen	99.7	0.11	99.3
General GC	2.6	0.85	20.4
Residual coal	97.10	0.088	79.0

Also, in the process of studying individual coal samples, a large number of different minerals were identified.

Quartz is represented by particles of irregular shape (drip, flattened), corroded grains. There are no traces of roundness. The grain size is on average 2-5 microns, individual crystals reach 50 microns in length (Fig. 3.2).

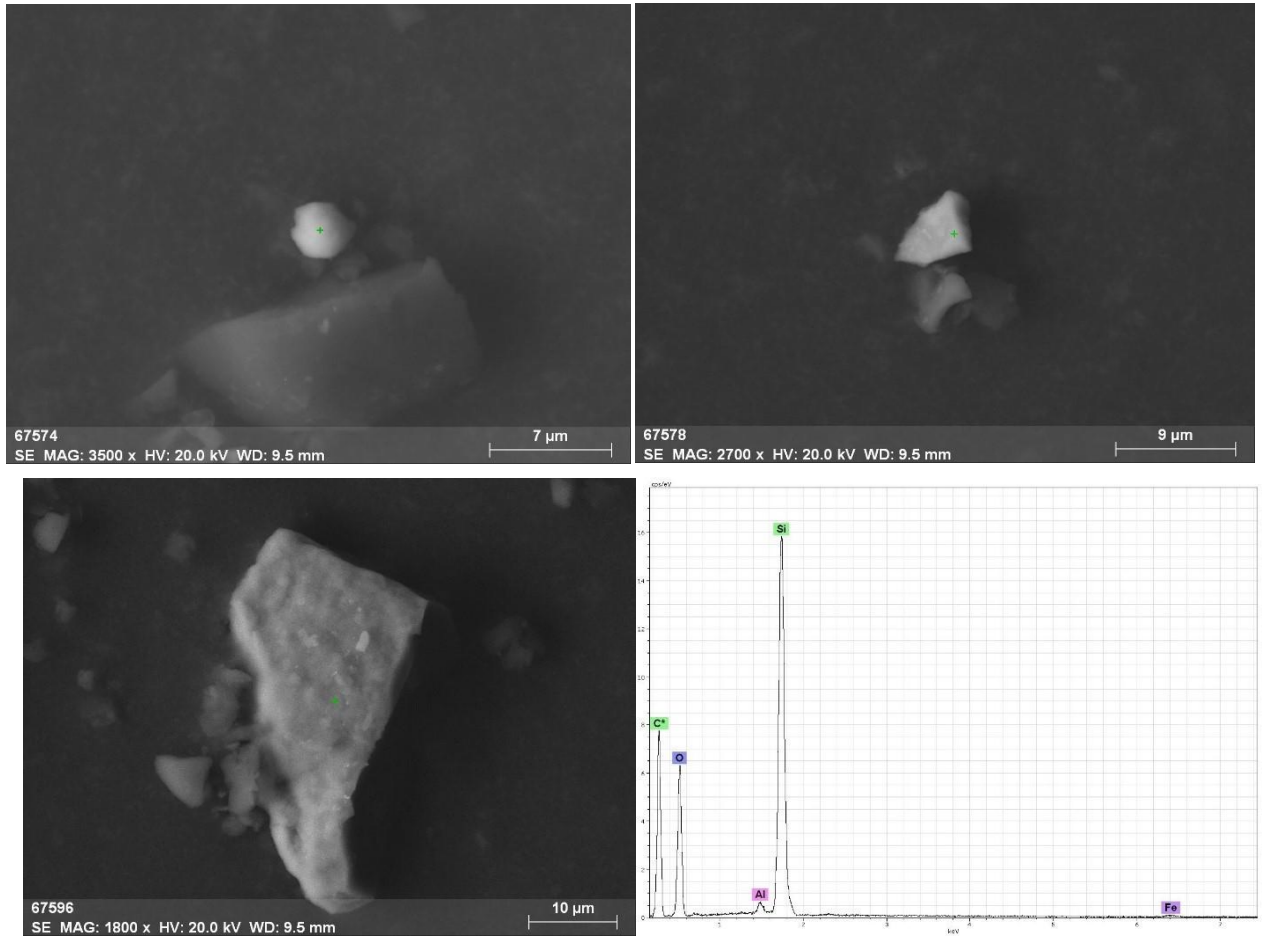


Figure 3.2 Quartz in coal. Backscattered electron images and energy dispersive spectrum

References

1. Pedash E.T., Ko N.A., Boytsov O.A. and others. Report on detailed exploration of the Shubarkol deposit. - Karaganda: TsKPGO, 1987.
2. Kizilshtein L.Ya. Ecogeochemistry of trace elements in coals. - Rostov-on-Don: Publishing house of SKNU VSh, 2002.
3. Yudovich Ya.E., Ketris M.P. Valuable impurity elements in coals. - Yekaterinburg: Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 2006 .-- 538 p.
4. Valuable and toxic elements in commodity coals of Russia, Handbook / Yu.N. Zharov, E.S. Meitov, I.G. Sharova et al. M.: Nedra, 1996.
5. Mausymbaeva A.D. Study of the peculiarities of the material composition and direction of the complex use of coal from the Shubarkol deposit (Central Kazakhstan) // Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy (PhD) - Karaganda. -2020. S. 90-92.
6. Shpirt M.Ya. Inorganic components of solid fuels / M.Ya. Shpirt, V.R. Claire, I.Z. Pertsikov - M.: Chemistry, 1990.-240p.
7. Safonova A.A., Mausymbaeva A.D., Portnov V.S. et al. Microcomponent composition of coals of Central Kazakhstan // Coal. -2018. No. 9.
8. Pedash E.T. Report on the detailed exploration of the Shubarkol coal deposit as of the state of exploration and mining as of 1 April 1987. - Karaganda: TsKPG, 1987.
9. Belyaev V.K., Pedash E.T., Ko N.A. Small elements in coals and host rocks of the Shubarkol deposit // Exploration and conservation of mineral resources, 1989.– No. 11.– P.12–16.
Akon, 2016. - 208 p.
10. Bespaev Kh.A., Parilov Yu.S., Puchkov E.V., Ganzhenko G.D., Kovrigo O.A., Dyusembaeva K.Sh., Rodnov V.I., Radenko N.L., Gubaidullin F.G., Fine E.E. Elements-impurities in the fields of Kazakhstan. Volume II. Distribution of individual elements in the deposit. Directory.-Almaty, 1998.
11. Yudovich Ya.E., Ketris M.P. Impurity elements in fossil coals. - L .: Science, 1985.

12. Ya.E. Yudovich, M.P Ketris Mercury in coals is a serious environmental problem. - Syktyvkar: Ural RAS, 2009.