

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 Монголии

УДК 553.94(517.3)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ81	Баттушиг Батгэрэл		

Руководитель ВКР

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

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Малина В.А.	к.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Атепаева Н.А.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

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
 _____ Языков Е.Г.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ЛМ81	Баттушиг Батгэрэл

Тема работы:

Геохимия и металлоносность углей Монголии	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	От 24.01.2020 № 24-52/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
------------------------------------------	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Предметом исследования является элементный состав углей Монголии. Исследуемые месторождения: Нуурст хотгорское, Хартарвагатайское, Хундулунское, Маантьское, Хурен голское, Зээгтское, Увурчулуутское, Баянтээгское, Тавантолгойское, Могойн голское, Сайхан-Овооское, Шарын голское, Багануурское, Тугрик нуурское, Шивээ-Овооское, Алаг-Тогооское, Чандганаталское, Адуунчулуунское.</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, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Основные черты геологического строения угленосных отложений Монголии 2. Методика работы 3. Содержание ценных и токсичных элементов-примесей в углях Монголии 4. Закономерности распределения и условия накопления ценных и токсичных элементов-примесей в углях Монголии 5. Редкометалльный потенциал углей Монголии 6. Эколого-геохимическая характеристика углей Монголии 7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 8. Социальная ответственность <p>Заключение Список использованной литературы</p>
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Рисунок 1. Расположения бассейнов и исследуемых месторождения</p> <p>Рисунок 1.2.1 Схема расположения Нуурст хотгорского месторождения</p> <p>Рисунок 1.2.2 Схема расположения Хартарвагатайского месторождения</p> <p>Рисунок 1.2.3 Схема расположения Хундулунского месторождения</p> <p>Рисунок 1.2.4 Схема расположения Мааньтского месторождения</p> <p>Рисунок 1.2.5 Схема расположения Хурен голского месторождения</p> <p>Рисунок 1.2.6 Схема расположения Зээгтского месторождения</p> <p>Рисунок 1.2.7 Схема расположения Увурчулуутского месторождения</p> <p>Рисунок 1.2.8 Схема расположения Баянтээгского месторождения</p> <p>Рисунок 1.2.9 Схема расположения Тавантолгойского месторождения</p> <p>Рисунок 1.2.10 Схема расположения Могойн голского месторождения</p> <p>Рисунок 1.2.11 Схема расположения Сайхан-Овооского месторождения</p> <p>Рисунок 1.2.12 Схема расположения Шарын голского месторождения</p> <p>Рисунок 1.2.13 Схема расположения Багануурского месторождения</p> <p>Рисунок 1.2.14 Схема расположения Тугрик нуурского месторождения</p>

	<p>Рисунок 1.2.15 Схема расположения Шивээ-Овооского месторождения</p> <p>Рисунок 1.2.16 Схема расположения Чандганаталского месторождения</p> <p>Рисунок 1.2.17 Схема расположения Алаг-Тогооского месторождения</p> <p>Рисунок 1.2.18 Схема расположения Адуунчулуунского месторождения</p> <p>Рисунок 4.1 Барий, кальций и сера в золе угля</p> <p>Рисунок 4.2 Кальций и уран в золе угля</p> <p>Рисунок 6.1. Показатели кларка концентрации для углей карбонового возраста</p> <p>Рисунок 6.2. Показатели кларка концентрации для углей пермского возраста</p> <p>Рисунок 6.3. Показатели кларка концентрации для углей юрского возраста</p> <p>Рисунок 6.4. Показатели кларка концентрации для углей мелового возраста</p> <p>Рисунок 6.5. Показатели кларка концентрации для углей Монголии</p>
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент ОСГН Малина В.А.
Социальная ответственность	Старший преподаватель ООД ШБИП Атепаева Н.А

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Research on the thermal decomposition of Mongolian Baganuur lignite and Naryn sukhait bituminous coal

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

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ81	Баттушиг Батгэрэл		

**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	Фундаментальные знания Применять <i>базовые и 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	Инженерный анализ 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	Инженерное проектирование 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	Исследования 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	Инженерная практика <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	Специализация и ориентация на рынок труда 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	Проектный и финансовый менеджмент Использовать <i>базовые и 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	Коммуникации 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	Индивидуальная и командная работа	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	Профессиональная этика 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	Социальная ответственность 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	Образование в течение всей жизни 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)

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ЛМ81	Баттушиг Батгэрэл

Инженерная школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение	Отделение геологии
Уровень образования	Магистратура	Направление / специальность	05.04.01 Геологии

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Сметная стоимость камеральных и полевых работ
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	ССН-92, СНОР-93
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	30% страховые взносы;

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности проведения поисковых ГРП с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Оценка перспективности проведения исследований по геохимии углей
2. Планирование и формирование бюджета поисковых ГРП	Составление плана исследований углей
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности поисковых ГРП	Расчет итоговой стоимости исследований углей

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Маланина В.А.	к.э.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ81	Баттушиг Батгэрэл		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2ЛМ81	Баттушиг Батгэрэл

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

Тема ВКР:

Геохимия и металлоносность углей Монголии	
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 18 месторождений угля Монголии. Изучение геохимии углей которых позволит судить о рентабельности комплексной отработки. Проведенная работа состояла из анализа и систематизации данных лабораторно-аналитических исследований. В ходе исследований изучается состав углей и углевмещающих пород на наличие ценных и токсичных элементов-примесей. Впоследствии, работа может использоваться как опора, для дальнейшего изучения редкометального потенциала углей Монголии.</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>ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ; ГОСТ 12.1.004-91; ГОСТ 12.1.005-88; ГОСТ 12.1.038-82; ГОСТ 17.1.3.06-82; ГОСТ 17.4.3.04-85; ГОСТ 17.2.3.01-86; СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03; СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03;</p>
<p>2. Производственная безопасность:</p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p>В данном разделе проводится описание вредных и опасных факторов, возникающих при камеральных работах. Факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Отклонение показателей микроклимата 2. Превышение уровня шума 3. Отсутствие или недостаток естественного света 4. Недостаточная освещенность рабочей зоны

	5. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека
3. Экологическая безопасность:	Общая оценка воздействия разработки угольных месторождений на окружающую среду.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Рассмотрение причин возникновения и предотвращения пожароопасной и взрывоопасной ситуации.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Атепаева Наталья Александровна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ81	Баттушиг Батгэрэл		

Реферат

Выпускная квалифицированная работа 121 страниц, 26 рисунков, 17 таблиц, 40 источника, 1 приложение.

Ключевые слова: Монголия, угольный бассейн, месторождение, уголь, ценные, токсичные, элементы-примеси.

Объектом исследования являются угли Нуурст хотгор, Хартарвагатай, Хундулун, Маанть, Хурен гол, Зээгт, Увурчулуут, Баянтээг, Тавантолгой, Могойн гол, Сайхан- Овоо, Шарын гол, Багануур, Тугрик нуур, Шивээ- Овоо, Алаг- Тогоо, Чандганатал, Адуунчулуун.

Цель работы - Изучить элементов-примесей в углях, закономерности распределения, условия накопления элементов в углях месторождений Нуурст хотгор, Хартарвагатай, Хундулун, Маанть, Хурен гол, Зээгт, Увурчулуут, Баянтээг, Тавантолгой, Могойн гол, Сайхан- Овоо, Шарын гол, Багануур, Тугрик нуур, Шивээ- Овоо, Алаг- Тогоо, Чандганатал, Адуунчулуун.

В процессе исследования проводилось определение ряда элементного состава углей в 500 пробах угля и углевмещающих пород Монголии.

В результате исследования было определено содержание элементов-примесей в углях и углевмещающих породах отдельных месторождений и в целом в возрасте.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	13
1. Основные черты геологического строения угленосных отложений Монголии	14
1.1 Общая характеристика угленосных отложений	15
1.2 Геологическое строение месторождений угля.....	16
1.2.1 Нуурст хотгорское месторождение	16
1.2.2 Хартарвагатайское месторождение	17
1.2.3 Хундулунское (Хушуутское) месторождение	20
1.2.4 Мааньтское месторождение	22
1.2.5 Хурэн голское месторождение.....	23
1.2.6 Зээгтское месторождение	25
1.2.7 Увурчулуутское месторождение.....	28
1.2.8 Баянтээгское месторождение	29
1.2.9 Тавантолгойское месторождение.....	30
1.2.10 Могойн голское месторождение	35
1.2.11 Сайхан- Овооское месторождение.....	36
1.2.12 Шарын голское месторождение	38
1.2.13 Багануурское месторождение.....	40
1.2.14 Тугрик нуурское месторождение	43
1.2.15 Шивээ- Овооское месторождение.....	44
1.2.16 Чандганаталское (Цайдамнуур) месторождение	46
1.2.17 Алаг тогооское месторождение.....	47
1.2.18 Адуунчулуунское месторождение	49
2. Методика работы.....	53
2.1 Методика опробования.....	53
2.2 Пробоподготовка	53
2.3 Аналитические методы определения элементов-примесей в углях	53
2.4 Обработка и анализ данных	54
3. Содержание ценных и токсичных элементов-примесей в углях Монголии	56
4. Закономерности распределения и условия накопления ценных и токсичных элементов-примесей в углях Монголии	67

5. Редкометалльный потенциал углей Монголии	73
6. Эколого-геохимическая характеристика углей Монголии	79
7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	83
8. Социальная ответственность.....	88
Заключение.....	100
Список использованной литературы	102
Приложение А.....	106

Введение

Уголь является основным видом топлива в Монголии. Крупнейшие угольные месторождения Монголии были выявлены до 1990г. С этого времени уголь широко используется для ТЭС, сжигается в котельных и в печах частных домов.

В настоящее время наметилась активизация исследований геохимий углей и металлоносности угольных месторождений мира, обусловленная возросшими требованиями к экологической безопасности топливной энергетики и поисками новых сырьевых источников благородных и редких металлов.

На данный момент назрела необходимость проведения таких исследований и для угольных месторождений на территории Монголии. На многих угольных месторождениях Монголии на участках гипергенного окисления угля уже установлены проявления и месторождения урана. Некоторые угли обогащены германием, стронцием, скандием, редкоземельными элементами и могут рассматриваться как потенциальное сырье для извлечения этих ценных металлов. Другие угли обогащены мышьяком, сурьмой, цинком и другими токсичными металлами и по этой причине не могут быть использованы в качестве безопасного топлива.

Цель исследования - изучить элементы- примеси в углях, закономерности распределения, условия накопления химических элементов в углях месторождений Нуурст хотгор, Хартарвагатай, Хундулун, Маанть, Хурен гол, Зээгт, Увурчулуут, Баянтээг, Тавантолгой, Могойн гол, Сайхан- Овоо, Шарын гол, Багануур, Тугрик нуур, Шивээ- Овоо, Алаг- Тогоо, Чандганатал, Адуунчулуун.

1. ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ УГЛЕНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ МОНГОЛИИ

Угольные месторождения Монголии становятся моложе с запада на восток и разделяются на две провинции, 12 бассейнов и 3 области (Рис. 1).

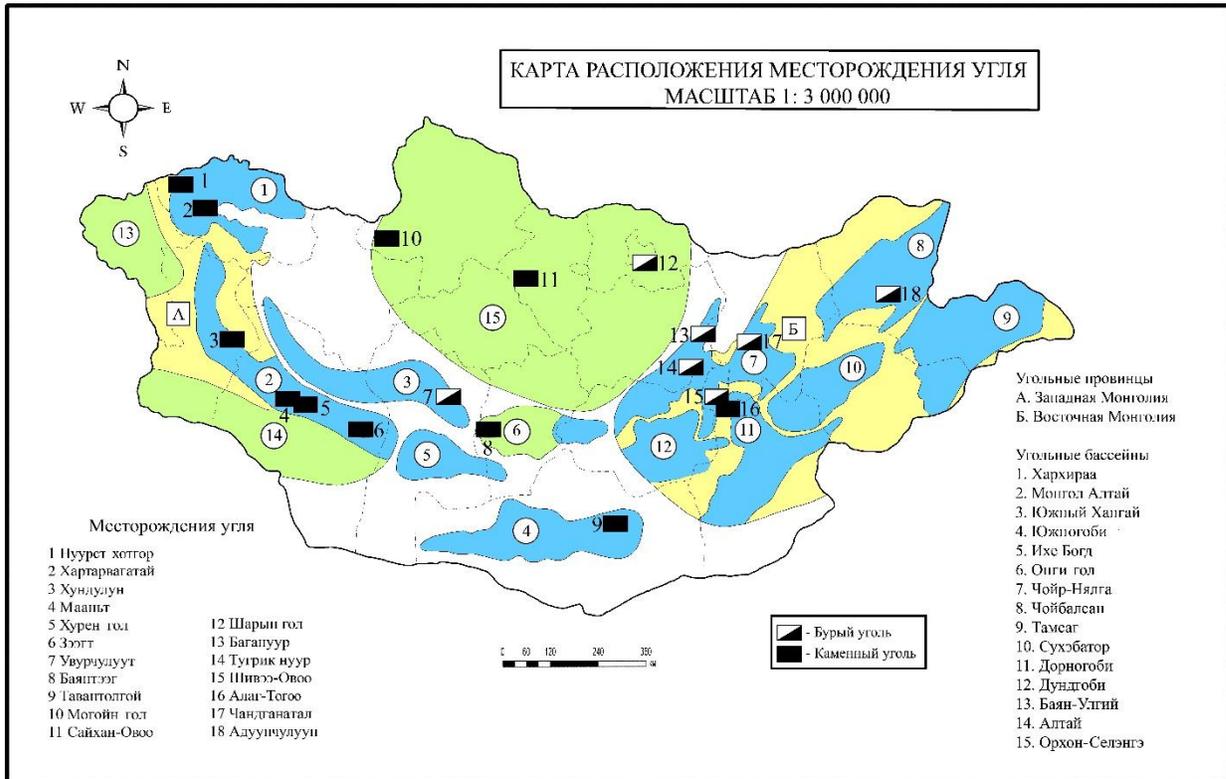


Рисунок 1. Расположения бассейнов и исследуемых месторождения на территории Монголии (Бат-Эрдэнэ Д., 2001.)

Основным фактором, контролирующим ранг угля, является его возраст. Западно-монгольская угленосная провинция содержит в основном высокосортный битуминозный уголь в толщах позднего карбона. Бассейны на юге Монголии и в западной части центральной Монголии содержат низкосортный битумный уголь в толщах перми. Северные и центральные монгольские бассейны содержат в основном юрский суббитуминозный уголь, в то время как восточно-монгольская провинция имеет нижнемеловой бурый уголь. Запасы угля в Монголии оцениваются в 168,2 млрд. тонн, из которых

преобладающая доля приходится на бурый уголь в провинции Восточная Монголия и коксующийся уголь в бассейне Южного Гоби.

1.1 Общая характеристика угленосных отложений

Угольные месторождения Монголии подразделяются на две угленосные провинции (Западная и Восточная Монголия), двенадцать бассейнов и три области в зависимости от происхождения, возраста, тектонических условий, характеристик угля и последовательности угленакопления. Всего известно 2000 залежей и месторождений угля, из которых 70 разведано.

Накопление угленосных толщ началось с группы Алтай среднего-позднего карбона и продолжилось с верхнепермской группы Тавантолгой, ниже-средней юры Жаргалант, формаций Бахар, Сайхан, потом в отложениях нижнего мела Андхудак и группой Дзуунбаян.

Угольные пласты позднего карбона установлены в западной монгольской провинции, где формирование торфа первоначально развивалось в самой южной части, а затем постепенно сдвигалось на север. К позднепермскому времени очаг образования угля изменился. Основное накопление торфа происходило на юге Монголии (южногобийский бассейн). Уголь нижней и средней юры накапливается в западной, северной и восточной Монголии. Обычно угленосные толщи начинаются с крупнозернистых речных отложений, которые покрыты хорошо сортированными аллювиальными отложениями. Угленосная верхняя часть сформировалась в условиях озерной и озерно-болотной фаций. В это время условия формирования торфа были относительно стабильными, особенно в Северной Монголии (Орхон-Селенгской). В раннем мелу в провинции Восточная Монголия образовались мощные выдержанные пласты угля. В то же время угольные пласты накапливались в Долине озер. Нижняя часть угленосной толщи состоит из озерных отложений с илом и сланцами, которые были покрыты

речными отложениями. Средняя часть сукцессии отложена в аллювиально-озерной, озерно-болотной и аллювиальной средах. В конечном итоге тектонический режим усилился и снова накопились крупнозернистые речные отложения.

1.2 Геологическое строение месторождений угля

1.2.1 Нуурст хотгорское месторождение

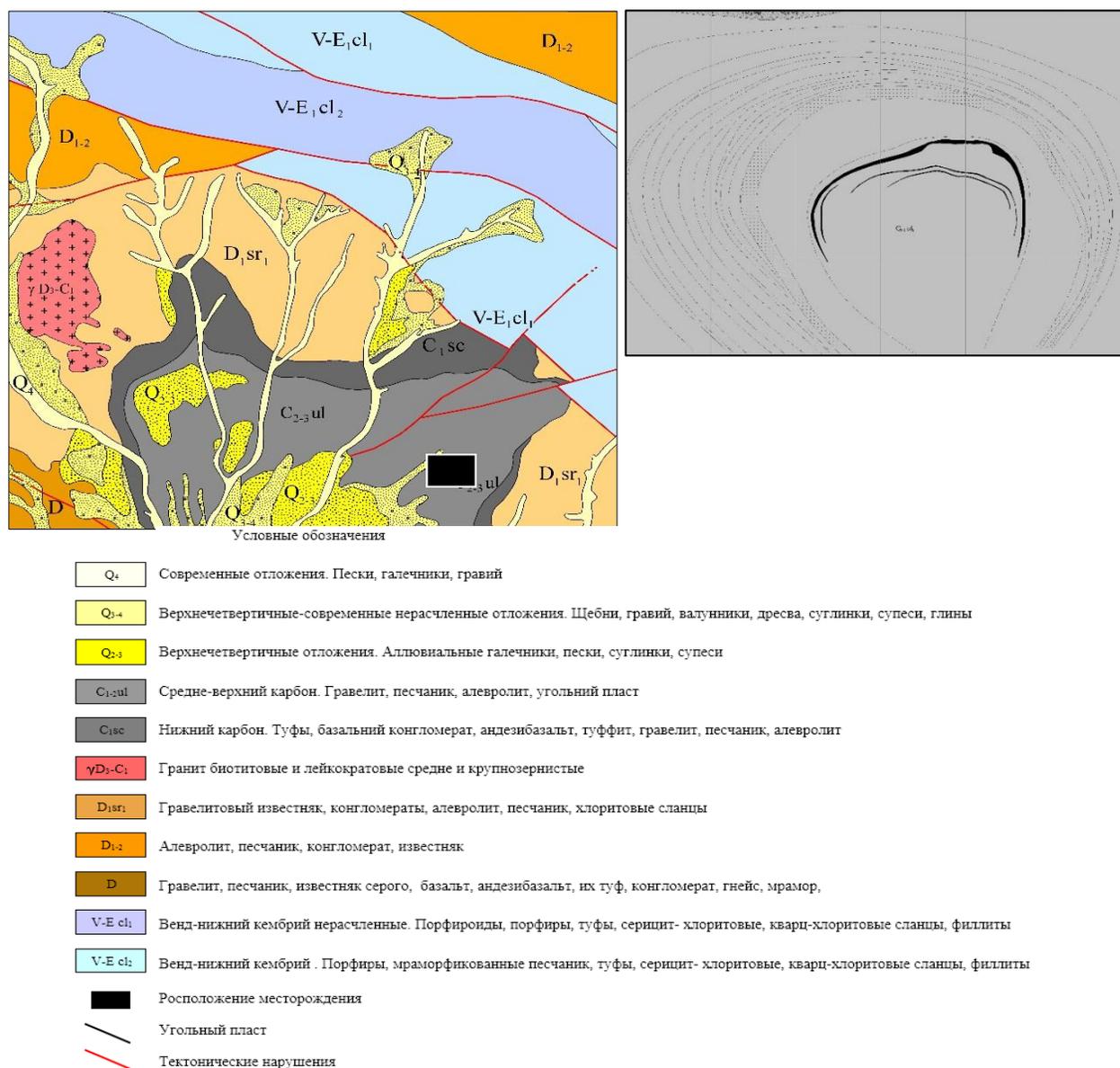


Рисунок 1.2.1 Схема расположения Нуурст хотгорского месторождения (Чулуунбат Д., Батнасан Б., Самбуу Ж., Ренчиндорж Ч., 1987.)

Месторождение находится в 85 км на юго-западе от города Улаангом аймака Увс, 115 км от города Улгий аймака Баян-Улгий, на восточной стороне озера Ачит. Угольные бассейны Хархираа.

Угленосное отложение Алтайской группы среднего-верхнего карбона, мощностью до 900 м. Разрез формации начинается из толщи базального конгломерата. Мощность толщи около 300 м. Выше залегает угленосная толща гравелитов, песчаников, алевролитов и угольного пласта, мощность толщи около 7 м. Сверху залегает песчаниковая толща, мощностью до 80 м.

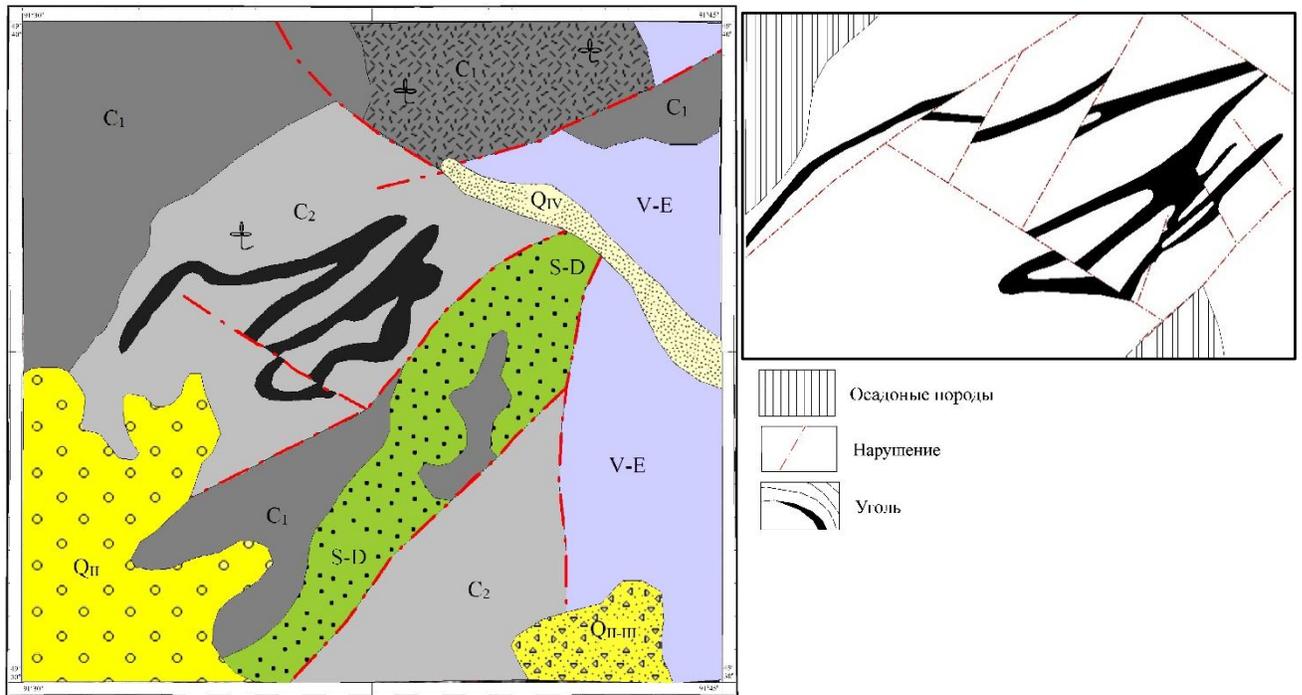
Верхняя (угленосная) формация имеет мощность до 700 м состоит из 10 угольных пластов, пластов песчаников и аргиллитов до 30м. Структура Нуурст хотгорского месторождения синклинальная. Длина синклинали более 25 км. На южном крыле синклинали, угол падения слоев доходит до 15-60°. Складка подвержена тектоническими нарушениями. Амплитуда дизъюнктива доходит до 130 м.

Пачка II (снизу) имеет сложное строение, где участвуют 3-4 слоя пород, с мощностью 0,01-1,3 м. Мощность пачки 18-30 м, угольного пласта - до 1,5м. Пачка IV имеет мощность 10.73 м, где присутствует 2 слоя пород мощностью 0.38-1.54 м. Мощности другие пласты до 1,5 м. Уголь Хотгорского месторождения относится к каменным углям марки ГЖ.

Влажность 0,12-7,75%, зола 7,7-45,9%, летучие 30%, низшая теплота сгорания 33,81 МДж/кг, содержание серы 0,11-0,79%.

1.2.2 Хартарвагатайское месторождение

Угленосный бассейн Хархираа. Месторождение находится в 60 км на юго-западе от города Улаангом, на восточной стороне горы Тургэн. Площадь около 100 км².



Условные обозначения

Q ₄	Современные отложения. Пески, галечники, гравий
Q ₂₋₃	Верхнечетвертичные-современные нерасчлененные отложения. Щебни, гравий, валунники, дресва, суглинки, супеси, глины
Q ₂	Четвертичные отложения. Аллювиальные галечники, пески, суглинки, супеси
C ₂	Средний карбон. Гравелит, песчаник, алевролит, угольный пласт
C ₁	Нижний карбон. Туфы, базальный конгломерат, андезибазальт, туффит, гравелит, песчаник, алевролит
S-D	Силур-девон. Песчаник, гравелит, конгломерат, известняк, алевролит
V-E	Венд-кембрий нерасчлененные. Порфириды, порфиры, туфы, серицит-хлоритовые, кварц-хлоритовые сланцы, филлиты
	Тектонические нарушения

Рисунок 1.2.2 Схема расположения Хартарвагайтского месторождения (Даваасурэн Ж., Новиков В., 1976.)

Угленосные отложения Алтайской группы среднего-верхнего карбона, мощностью до 1250 м, делится на 2 формации. Нижняя формация, состоящая из вулканогенно-осадочных пород, имеет мощность около 700 м. Вулканогенные породы, составляющие 60% формации, состоит из 3 толщ. Нижняя толща, мощностью до 300 м, образовалась в нижней части, а остальные 2 толщи,

мощностью по 50 м, образовались в верхней части Алтайской группы. Вулканогенные толщи разделены гравелитовыми, песчаниковыми горизонтами мощностью до 70 м. На нижней вулканогенной толще залегают конгломератовые, гравелитовые, песчаниковые толщи. Эти толщи вверху сменяются аргиллитовой толщей, с угольным пластом мощностью 1.5 м.

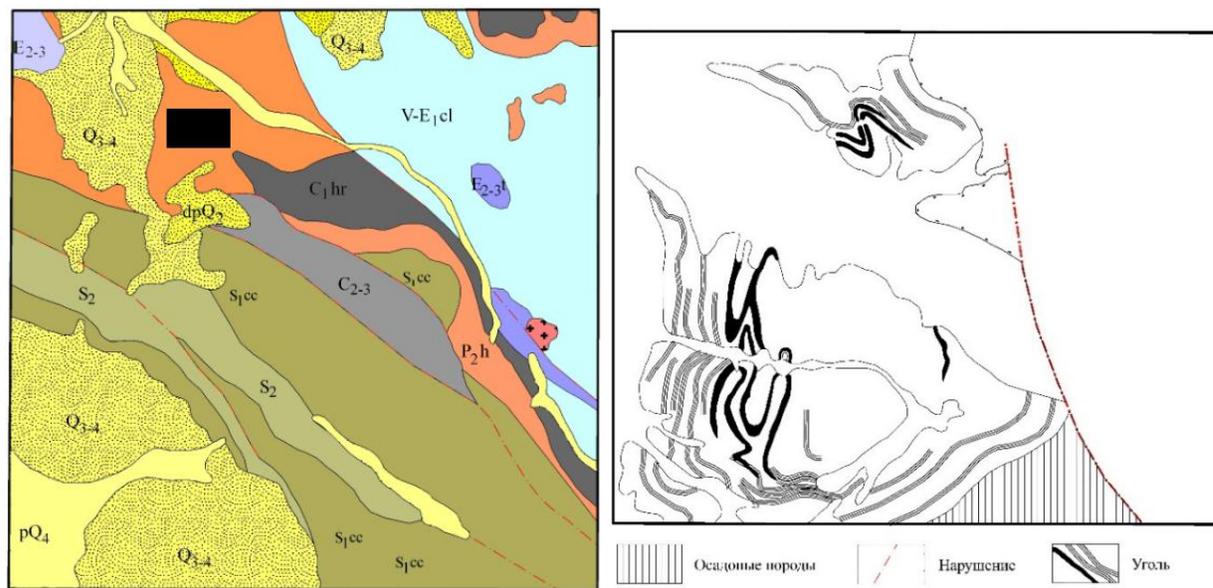
Верхняя угленосная формация мощностью 530-550 м. состоит из конгломератов, гравелитов и песчаников в нижней части, а верхняя часть состоит из аргиллитов и угольных пластов, содержащих прослойки песчаников и алевролитов. В разрезе формации мощность конгломерата 25-30 м, гравелита 110 м, песчаника 120 м, угольного пласта 80-85 м. Угольный пласт покрыт аргиллитовой толщей, которая содержит слой песчаника, мощность до 140 м.

Месторождение Хартарвагатай имеет грабенообразную структуру, сильной разрывной тектоникой разделено на несколько блоков. Амплитуды разломов, в основном, 40-50 м, а на некоторых участках достигают 400-500 м. Угленосная толща подвергнута складкообразованию и образует 4 синклинальные складки. Угол падения крыльев складок составляют 30-60°. На месторождении установлен и изучен угольный пласт "Аварга". Пласт имеет мощность 85 м и сложное строение. В карьере, где ведется добыча угольного пласта мощностью 32.0 м, установлено около 65 прослоек пустых пород мощностью 0.01-0.03 м. Кроме выше упомянутого пласта, в разрезе месторождения выявлено несколько угольных пластов, не имеющих промышленного значения на сегодняшний день. Мощность этих пластов составляют 0.5-1.5 м. Уголь месторождения Хартарвагатай относится к каменному углю марки ГЖ.

Влажность 0,8-5%, зола 9,16-25%, летучие 28,0-68,9%, низшая теплота сгорания 26,2 МДж/кг, содержание серы 0,17-1,15%.

1.2.3 Хундулунское (Хушуутское) месторождение

Угленосный бассейн Монгольский Алтай. Месторождение находится в 220 км на юго-восток от города Ховд, в пределах юго-восточной части хребта Баатар хайрхан. Через площадь месторождения протекает река Мурун.



Условные обозначения

Q ₄	Современные отложения. Пески, галечники, гравий
Q ₃₋₄	Верхнечетвертичные-современные нерасчлененные отложения. Щебни, гравий, валуны, дресва, суглинки, супеси, глины
Q ₂	Четвертичные отложения. Аллювиальные галечники, пески, суглинки, супеси
C ₂₋₃	Средний карбон. Гравелит, песчаник, алевролит, угольный пласт
C _{1hr}	Нижний карбон. Туфы, базальний конгломерат, андезитобазальт, туффит, гравелит, песчаник, алевролит
P _{2h}	Средний перм. Трахибазальт, базальт, трахиандезитобазальт, конгломерат, песчаник
S ₂	Средний силур. Алевролит, гравелит, песчаник, конгломерат
S _{1cc}	Нижний силур. Песчаник, гравелит, конгломерат, известняк, алевролит
E ₂₋₃	Средне-верхний кембрий. Песчаник, туфы, серицит-хлоритовые, кварц-хлоритовые сланцы, филлиты
E ₂₋₃	Средне-верхний кембрий. Порфиры, мраморфикованные песчаник, туфы, серицит-хлоритовые, кварц-хлоритовые сланцы, филлиты
V-E ₁ cl	Венд-кембрий нерасчлененные. Порфирииды, порфиры, туфы, серицит-хлоритовые, кварц-хлоритовые сланцы, филлиты
γE ₂₋₃	Гранит биотитовые средние и крупнозернистые
■	Расположение месторождения
—	Тектонические нарушения

Рисунок 1.2.3 Схема расположения Хундулунского месторождения (Тогтох Д., Баатархуяг А., и др., 1993.)

В пределах месторождения угленосные отложения, мощностью 1120 м, Алтайской группы состоят из двух формаций. Нижнюю часть средней формации составляет конгломерато-песчаниковая толща, а верхнюю часть слагают песчаники, алевролиты, аргиллиты и угольные пласты. Мощность формации 750 м. Верхняя формация, мощностью 370 м, состоит из песчаника, с прослоями алевролита и аргиллита.

Угленосные отложения подвергнуты интенсивной складчатости и образуют синклинальные и антиклинальные линейные складки. Размер складок примерно 0.3-0.9 x 1.1-1.5 км. Углы падения крыльев 30-45⁰, реже 65-70⁰, в центральной части 10-25⁰. На месторождении установлены несколько разрывных нарушений. Плоскость нарушений в основном падает на юго восток под углом 50-60⁰. Амплитуды перемещения 150 м и более.

На месторождении установлены 5 пластов угля. Самым нижним является пласт “Д”, строение сложное, а мощность 6.95 м. От пласта “Д” на 130 м выше залегает пласт “А”, строение которого простое. Но иногда встречаются слои пустых пород с мощностью 0.05-0.38 м. Мощность пласта 2.52 м. Над пластом “А” располагается пласт “А1”. Их разделяет слой пород с мощностью 3.5 м. Пласт имеет простое строение, и только в северной части месторождения разделяется на 2 пачки, мощностью 0.19 м и 0.29 м. Средняя мощность пласта составляет 0.87 м. Над пластом “А”, в 120-130 м выше, залегает пласт “В” со сложным строением. Пласт вмещает многочисленные мелкие прослои пород мощностью 0.01-3.47 м. В южном направлении мощность пласта уменьшается и постепенно исчезает. Средняя мощность 15.54 м. Пласт “С”, являющийся основным пластом месторождения, на 20-30 м выше пласта “В”. Этот пласт подвергнут нескольким складкам, имеет сложное строение, которое четко наблюдается в карьере. Здесь насчитывается более 100 мелких прослоев пород с

мощностью 0.01-1.72 м. Максимальная глубина залегания пласта 121 м, мощность пласта 34.9 м.

Уголь месторождения Хундулун относится к марке каменного угля ГЖ-К, ОС. Возможность образования угля марки К на этом месторождении вызывает большой интерес.

Влажность 3,79%, зола 10,94%, сера 0,06%, летучие 13,74-25,92%, низшая теплота сгорания 24,09 МДж/кг.

1.2.4 Мааньтское месторождение

Угленосный бассейн Монгольский Алтай. Находится в 170 км от города Алтай, к северо-западу от сомона Тугрик.

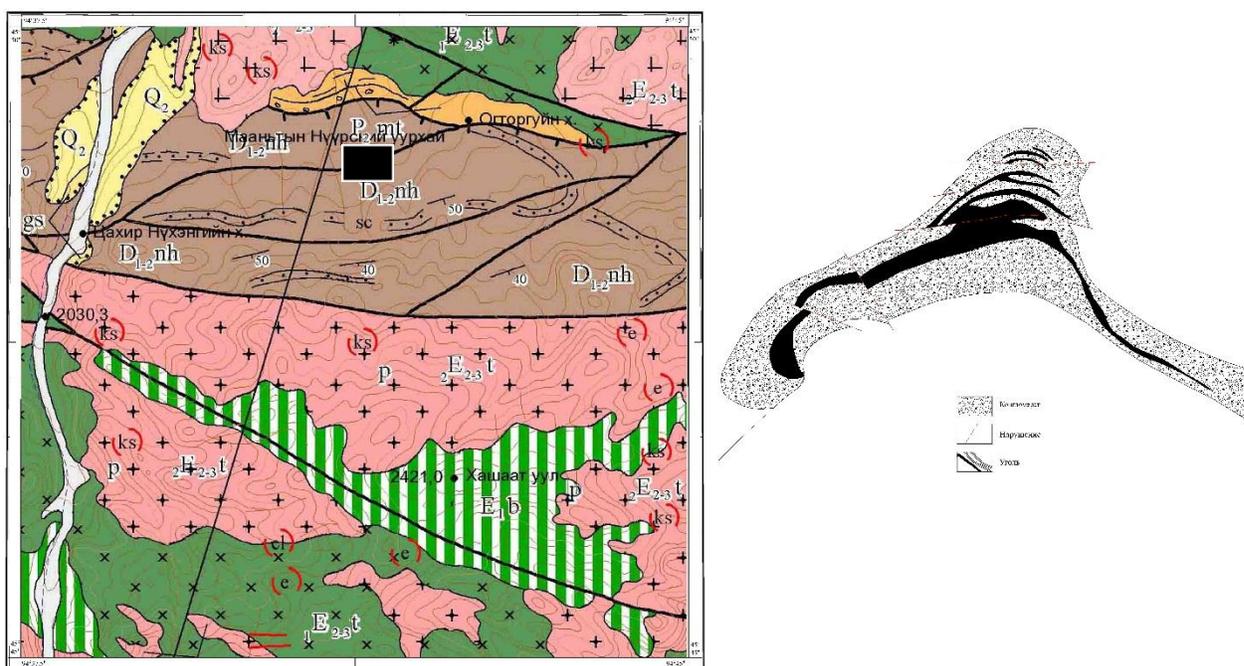


Рисунок 1.2.4 Схема расположения Мааньтского месторождения (Энхбаяр Б., Рашхан Н., и др., 2002.)

Средне-верхнекарбоновая угленосная толща, по сравнению с другими месторождениями Монголо-Алтайского бассейна, имеет меньшую мощность. Угленосные отложения месторождения Мааньт начинаются базальным гравелитовым горизонтом. Выше залегает толща углистого аргиллита,

алевролита и угольный пласт. Мощность толщи 11.2 м. сверху перекрывается песчаником, мощностью 12 м.

Месторождение локализовано в дугообразной моноклиальной структуре юго-восточного – юго-задного ($142-233^0$) направления. Площадь месторождения 0.5-1 км². Западное крыло моноклинали подвергнуто мелкому складкообразованию. Угол падения отложения 12-90⁰. Складка разорвана многочисленными разрывами, в результате чего, угольный пласт сильно раздроблен. На месторождении выявлен один пласт со сложным строением. В строении пласта участвуют 1-6 слоев пустых пород мощностью 0.1-0.5 м, но иногда увеличивающейся до 1.0-1.25 м. Мощность пласта в основном 3.7-20.0 м, иногда достигает до 75 м. Такая мощность встречается в центральной части месторождения.

1.2.5 Хурэн голское месторождение

Угленосный бассейн Монгольский Алтай. Находится в 152 км к юго-западу от города Алтай, в 60 км к востоку от сомона Тугрик, в северной части хребта Хар Азаргын нуруу. Через площадь месторождения протекает река Хурэн. Рельеф местности сильно расчлененный, гористый. Один из Монголо-Алтайских угольных бассейнов.

В районе месторождения Хурэн угленосное отложение с общей мощностью до 1336 м, делится на две формации. Нижнюю часть средней формации составляет конгломерато-гравелитово-песчаниковая толща мощностью 500 м. выше залегает толща песчаников, алевролитов, углистых аргиллитов, с тонкими прослоями гравелита и угольных пластов. Общая мощность формации 880 м. Верхняя формация, мощностью 456 м, состоит из песчаника, с прослоями алевролита и аргиллита, без угольный.

Месторождение Хурэн гол сильно подвергнуто воздействию тектонических разломов северо-восточного и широтного направления и разбит на несколько блоков. В блоках сильно развита линейная складчатость. Плоскости разломов вертикальные, амплитуды перемещения от первых десятков до 350 м.

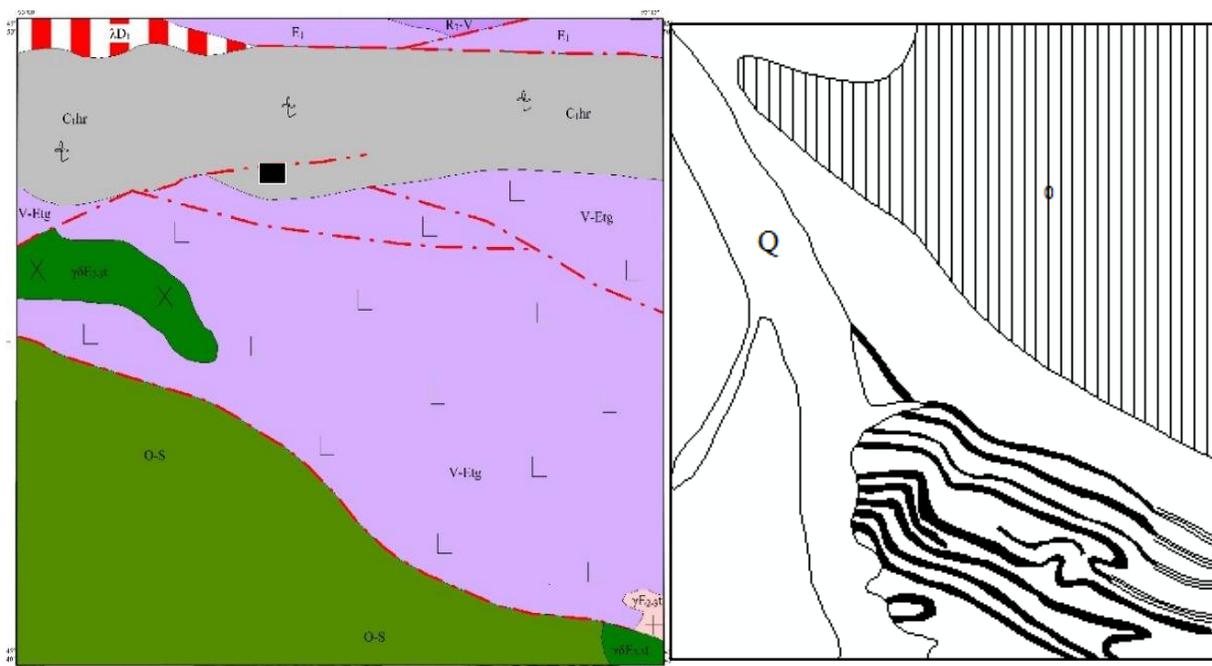


Рисунок 1.2.5 Схема расположения Хурэн голского месторождения (Тогтох Д., Баатархуяг А., и др., 1993.)

На месторождении развиты синклинали, антиклинальные и моноклинали складки. Размер складок до 3.0x12.0 км. Углы падения слоев от 10-15° до 55-60°.

Всего на месторождении выявлено 8 угольных пластов. Самый верхний пласт – пласт I, имеет сложное строение, мощность его 8.9 м. Внутри пласта встречаются несколько прослоек мощностью до 0.75 м. Мощность пласта по месторождению – выдержанная. Пласт II находится 3-5 м ниже пласта I. Пласт имеет сложное строение, встречаются несколько слоев пустых пород мощностью 0.08-0.6 м. Мощность пласта 12.35 м. Пласт III расположен 40-45 м ниже пласта II. Пласт имеет сложное строение, сложен из 12-ти угольных слоев разделенных пустыми породами мощностью 0.1-0.65 м. Мощность угольных слоев 0.3-2.5 м.

Пласт IV находится на 8 м ниже пласта III. Состоит из 4 слоев мощностью 0.09-0.6 м. Мощность пустых пород 0.15-0.65, иногда достигают до 0.85 м. Общая мощность пласта 6 м. Пласт V находится на 53 м ниже пласта IV. Состоит из 11 слоев мощностью от 0.4-1.5 м до 2.35 м. Мощность пустых пород 0.15-1.1 м. Общая мощность пласта 15.8 м. Пласт VI расположен 45 м ниже пласта V. Имеет простое строение, мощность пласта 4.5 м. Пласт VII расположен 45 м ниже пласта VI. Имеет сложное строение, мощность пласта 14.04 м. Пласт VIII находится на 60 м ниже пласта VII. Имеет очень сложное строение, мощность пласта до 13 м, невыдержанное. В центрально и северной частях мощность уменьшается, порой исчезает.

Кроме выше перечисленных угольных пластов, в разрезе Алтайской группы встречаются маломощные угольные слои, не имеющие площадного распространения. Они не имеют промышленного значения. Качество угля месторождения Хүрэн гол слабо изучено. На основании имеющихся данных, уголь месторождения может быть отнесен к маркам К, ОС. Коксующийся уголь с экономической точки зрения.

Влажность 0,6-1,94%, зола 18,9-39,3%, летучие 13,4-15,4%, низшая теплота сгорания 24,98 МДж/кг и сера 0,37-0,83%.

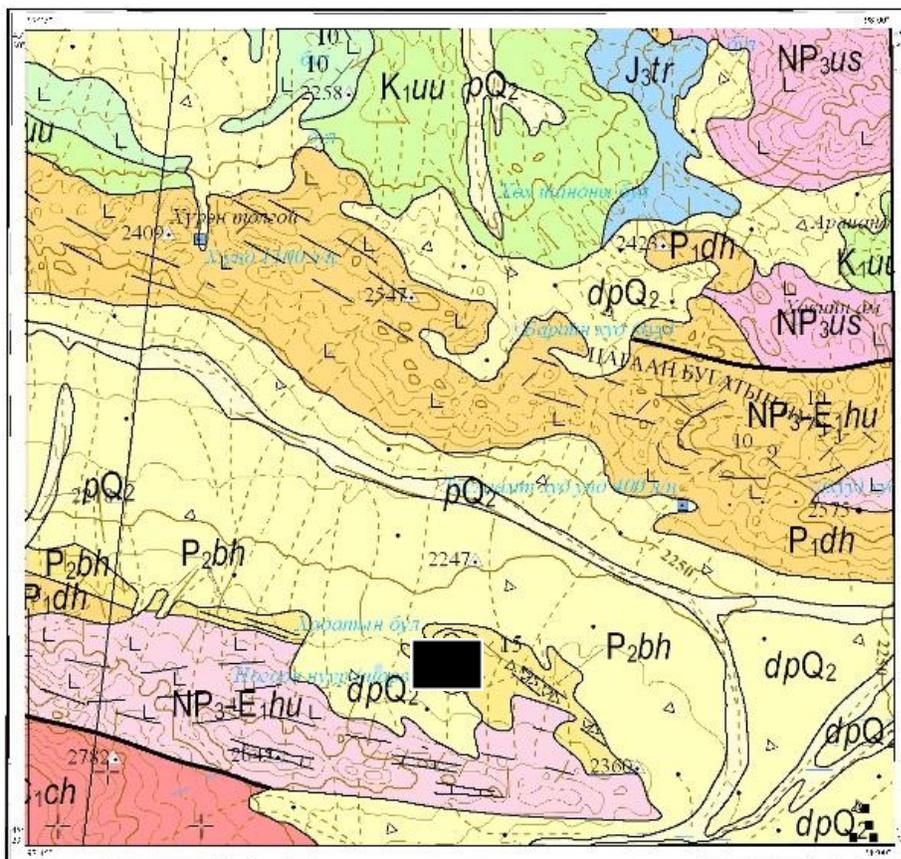
1.2.6 Зээгтское месторождение

Месторождение расположено в Монголо-Алтайском угленосном бассейне. Месторождение находится в 170 км-ах на юго-восток от города Алтай, в 9 км-ах на северо-запад от сомона Чандмань. Месторождение расположено на северо-восточном склоне хребта Гичгэнэ, в межгорной узкой долине. Угленосное отложение месторождения Зээгт относится к нижней-средней формации Алтайской группы. Общая мощность отложения около 600 м. К низам разреза приурочен базальный конгломерат с мелкими прослоями песчаников и

алевролитов мощностью 400 м. Выше залегает алевролит-аргиллит-углисто-аргиллитовая толща с мощным угольным пластом.

Месторождение Зээгт незначительно затронуто тектоническими движениями, имеет синклинальное и антиклинальное складчатое строение. Ширина синклинали 300-320 м. На юго-западном крыле углы падения до 70° , на северо-восточном $25-35^{\circ}$. На месторождении установлено 2 разрывных нарушения. Амплитуда перемещения по разлому 40-50 м.

Месторожденищ имеет 2 угольных пласта. Пласт I (нижний) имеет сложное строение, и мощность его достигает 14 м. Мощность пласта постепенно увеличивается с северо-востока на юго-западном направлении. Пласт I разделен на угольные слои, мощностью до 1.4 м, по 18-ти слоям пустых пород, мощность которых составляют 0.01-0.6 м. Пласт II (верхний) расположен на 50 м выше нижнего пласта. Пласт состоит из 6 относительно выдержанных слоев. Мощность пласта составляет 4.2-12.2 м, но иногда достигает до 17.6 м.



Условные обозначения

Q ₂	Современные отложения. Пески, глины, гравий
K _{1uu}	Серовато-желтый конгломерат, песчаник, гравелит, алевролит, аргиллит, базальт
K _{1hg}	Серовато-желтый конгломерат, песчаник, гравелит, алевролит, глины, мергель, известняк
P _{2bh}	Трахибазальт, базальт, трахириолит, игнимбрит, комендит, кислые туфы, туфо-песчаник, туфо-гравелит
P _{1dh}	Базальт, трахибазальт
J _{3tr}	Красный конгломерат, конглобрекч, гравелит, известняк, алевролит, аргиллит
NP _{3-E1hu}	Андези-базальт
NP _{3us}	Базальтовые сланцы
γD _{3-C1}	Бiotитовый гранит
—	Тектонические нарушения
■	Расположение месторождения

Рисунок 1.2.6 Схема расположения Зэгтского месторождения (Дамдинжав Б., Жамъяндорж О., 2014)

Качество угля месторождения Зээгт изучено только по пласту I: влажность 6.7%, зольность 20.5%, летучие компоненты 37.4%, сера 0.4%, низшая теплота сгорания 33.5 Мдж/кг. Уголь относится к каменным углям марки ГЖ и Ж.

1.2.7 Увурчулуутское месторождение

Находится в угленосном бассейне Южный хангай. Месторождение расположено в 30 км к западу от города Баянхонгор, на южном подножии хребта Жаргалант.

Нижнюю часть разреза составляют конгломераты, песчаники, гравелиты, а над ним располагаются глинистая толща и угольный пласт. Общая мощность разреза достигает 160 м. Углесодержащие отложения образуют 2 грабен-синклинальные складки длиной 3.5-9.5 км. На месторождений установлены 2 разломы, с амплитудами 6.0-15.0 м.



Рисунок 1.2.7 Схема расположения Увурчулуутского месторождения (Тумурчудур Ч., Энх-Амгалан С., 1980.)

В разрезе углесодержащей толщи утановлены 2 пласта угля, с простым геологическим строением. Мощность нижнего пласта составляет 0.9-8.6 м, иногда состоит из двух пачек, а мощность верхнего пласта составляет 1.2-7.9 м. Влажность 14%, зола 15,65%, летучие 37,7%, сера 1,2%, низшая теплота сгорания 25,8 МДж/кг.

1.2.8 Баянтээгское месторождение

Расположено в 110 км к юго-западу от города Арвайхээр, северная сторона горы Шаахайнтээг. Один из бассейнов Их Богд и Онги гол.

Угольные пласты связаны с отложениями формации Бахар нижне-среднеюрского возраста. Мощность Бахарской формации на территории месторождения составляет 700-800 м. Разрез формации начинается с конгломератовой толщи, мощностью 200-250 м. Выше залегает угленосная песчанико-алевролитно-аргиллитовая толща.

Месторождение образовалось в межгорном прогибе, угленосные отложения подвергнуты складчатости с образованием синклинальной складки. Длина синклинали 20-30 км, а ширина 2-4 км. На северном крыле угол падения слоев 18-24°, на южном крыле достигает до 70-85°.

В разрезе Бахарской формации присутствуют несколько угольных пластов, но только один из них имеет промышленное значение. Этот пласт имеет простое строение, только в восточной части пласт разделяется аргиллитовым слоем мощностью 3.3 м. В западном направлении мощность пласта увеличивается до 31.0-31.6 м. особенностью данного пласта является его монотонность, без присутствия пустых пород.

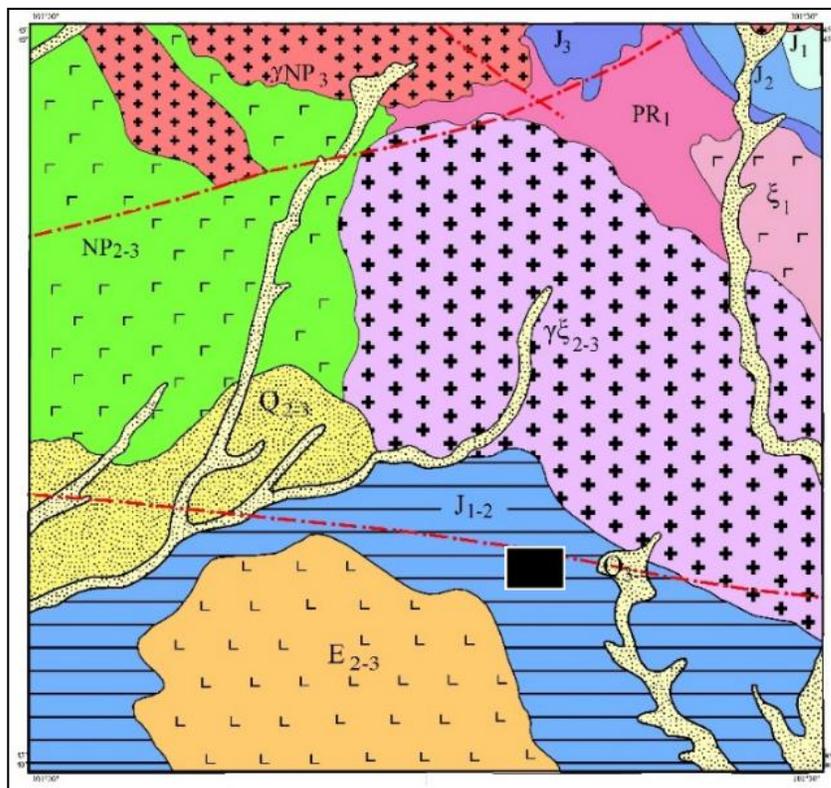


Рисунок 1.2.8 Схема расположения Баянтээгского месторождения (Сүхбат Ч., Жаргалсайхан Б., и др., 1978.)

Уголь месторождения Баянтээг относится к каменным углям марки Д, Г. Влажность 0,7-12,5%, зола 6,5-36,2%, летучие 39,1-56,7%, низшая теплота сгорания 30,26 МДж/кг, содержание серы 0,27-3,5%.

1.2.9 Тавантолгойское месторождение

Расположено в угленосном бассейне Южный Гоби. Расположено в восточной части Южногобийского аймака, на расстоянии 80-90 км от города Даланзадгад. Одно из крупнейших месторождений Южно-Гобийского угольного бассейна. Суммарная площадь месторождения 750-800 км². Месторождение подразделено на участки Тавантолгой, Барууннаран, Зүүн, Ухаахудаг и Бортолгой.

Верхнепермская Тавантолгойская группа подразделяется на нижнюю пестроцветную и верхнюю угленосную формации. Общий разрез Тавантолгойской группы составляет 1600 м. Мощность нижней формации - 550 м, распространена в центральной, восточной и южной части месторождения. Подошва формации состоит из пестроцветного, зелено-серого конгломерата, гравелита и песчаника. В этой части разреза наблюдаются прослои алевролита, аргиллита и осадочные породы туфового состава .

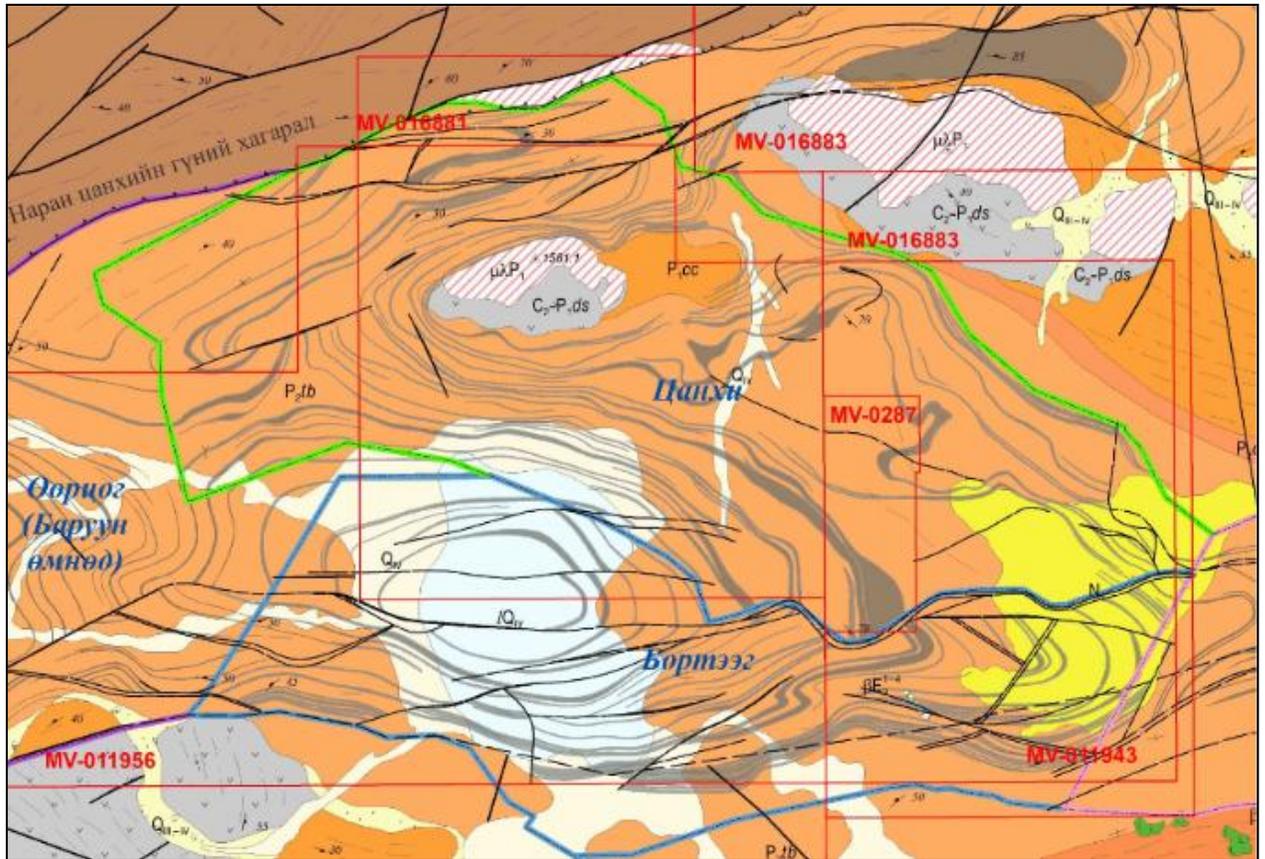
В верхней части формации расположена темноцветная аргиллитовая толща с содержанием до 40% органического вещества. Здесь почти не отмечаются другие породы. Мощность достигает до 110 м (восточная часть).

Верхняя (угленосная) формация имеет толщину более 1000 м состоит из 13 угольных пластов. Разрез формации состоит из чередующихся пластов гравелита, песчаника, алевролита, аргиллита и угля, с прослоями известняков. В разрезе верхней формации угольные пласты распределены равномерно, но мощные пласты тяготеют к нижней части разреза.

Структура: Тавантолгойский угольный бассейн расположен в Улан-Нурском грабене. Длина структуры более 50 км, а ширина достигает 15 км. В связи с антиклинальным поднятием фундамента Улааннуурский грабен разделен на синклинальные складки Тавантолгой, Ухаахудаг-Цанхи и Бортолгой. Улааннуурский грабен и его складки простираются вдоль широты также как и Южнообийский бассейн. Моноклираль Цанхи и синклинали Тавантолгой, Ухаахудаг, Жирэм разделены между собой поясом поднятий фундамента. Здесь, с запада на восток, антиклинорий Цанхи - Цанхи-Гуя улаанская цепь поднятий отделяет моноклираль Цанхи от синклинория Тавантолгой, а между синклинориями Тавантолгой и Жирэм находится Бага уул-Тавантолгойская цепь.

Дизъюнктивные разломы Тавантолгойского месторождения образованы под влиянием тектонических движений окружающих его поясов поднятий, которые подчинены определенной закономерности. Разломы представлены чешуйчатыми надвигами, взбросами, сбросами и сдвигами. Эти разломы опираются к главному разлому и делят месторождение на несколько тектонических чешуй или клиньев. Взбросы, которые значительно развиты на месторождении, свидетельствует о влиянии активной роли сжатии. Особенности структурно-тектонического строения месторождения тесно связано со строением фундамента и контролировалась тектоническими режимами. В связи с этим Улааннуурская впадина не одновременно, а систематически оказывалась в зоне осадконакопления. Часть месторождения к западу, северо-западу от горы Цанхи уул, при накоплении пестроцветных отложений, оставалось приподнятой, и только после начала формирования угленосной формации, перед накоплением органических накоплении угольного пласта 0+I, начала опускаться. Об этом свидетельствует непосредственное расположение угольных пластов 0+I на фундаменте. Кроме этого, этот факт указывает на то, что фундамент Улааннуурской впадины состоит из нескольких тектонических блоков.

На северной и южной крыльях Тавантолгойской синклинии, кроме выше перечисленных больших структур и разрывных нарушениях, в угленосной толще Тавантолгойского месторождения установлены волнистые микроскладки и разрывные нарушения размером до нескольких сантиметров. Такие микронарушения можно выявить с помощью горных выработок, а складки четко отображаются на разрезах. Некоторые разломы образуют мощную зону дробления. Например, в восточной части Тавантолгойского месторождения, мощность таких зон составляют от 37 м до 150 м.



Условные обозначения

Q ₄	Пески, глины
IQ ₄	Глины, пески крупнозернистые
Q ₃₋₄	Гальки, галечники, глины, пески
N ₁	Красный и зеленый глины
P _{1cc}	Желтый, желтовато-серый конгломерат, туфы, андезит, дацит, их брекчи
P _{1tb}	Сланцы, аргиллиты, алевролиты, угольный пласт
C ₂ -P ₁ ds	Андезит, дацит, их туфы и кислые туфы
D ₂₋₃ cs	Темно-серый кварцит, песчаник, кремнистые сланцы, яшма, известняк
μP ₁	Дациит, риодацит, трахириолит, игнимбрит, их дайки
βE ₃ ¹⁻²	Базальт

Рисунок 1.2.9 Схема расположения Тавантолгойского месторождения (отчет Эрдэнэс-Тавантолгой, 2018.)

Самое глубокое залегание Улааннуурской впадины располагается в центральной части месторождения. На крыльях складок, угол падения пород несколько изменчива. В северных крыльях угол падения 5-20⁰, в южных до 20-45⁰, к центру складки угол падения резко уменьшается до 5-10⁰, в некоторых частях до 0-5⁰. Улааннуурская депрессия в окраинных частях сильно подвергнута тектоническим нарушениям, амплитуды которых достигают 200-300 м.

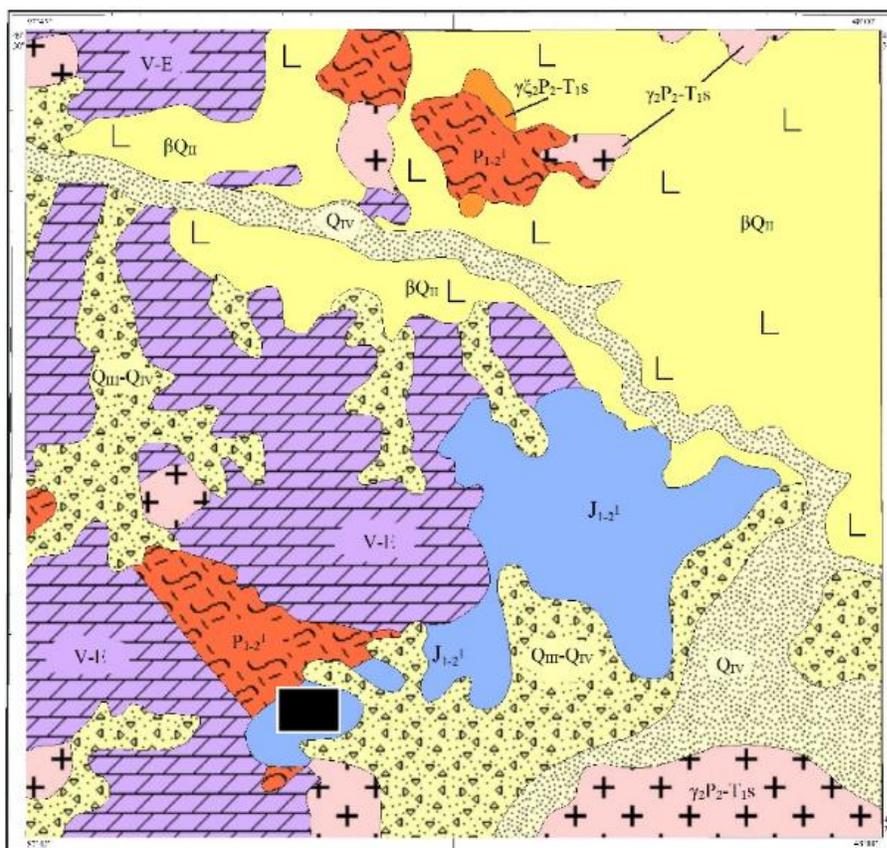
По разрезу угленосной толщи, Тавантолгойская группа имеет 13 пластов угля. 0+I, II, IV, V, VIII пласты имеют самые большие площади распространения. Но, их строение и мощность изменчива. Все пласты, кроме XIV XV, залегающих на самых глубоких частях Улааннуурской впадины, имеют сложное строение. В связи с увеличением мощности, осложняется геологическое строение. Например, в самых мощных пластах IV и IX содержатся 29-31 слоев, а мощность этих слоев колеблется от 0.09 м до 60 м.

Иногда количество слоев резко уменьшается и мощность уменьшается до 3-5 см. Самыми мощными пластами являются пласты 0+I, III, IV (в центральной и южной части IV+V), VIII, IX, X. Мощность пласта 0+I составляет 46.5 м, IV-50.02 м, VIII-37.7 м, IX-31.4 м. Общая мощность пластов IV+V достигает 61.95 м. Мощность этих пластов очень изменчива. Например, минимальная мощность пластов 0+I – 2.8 м, IV-1.06 м, VIII-0.19 м.

Классифицируется по марке Г-СС, энергетическое топливо хорошего качества, коксующийся уголь, являющийся сырьем химической промышленности. Влажность 0,49-0,73%, зола 19,9-27%, летучие 20,8-34,2%, низшая теплота сгорания 32,4-34,4 МДж/кг, содержание серы 0,62-0,74%.

1.2.10 Могойн голское месторождение

Расположено в 160 км к западу от города Мурун, в 25 км-ах к юго-востоку от сомона Цэцэрлэг. Один из Орхон-Селенгинского угольного бассейна.



Условные обозначения

Q ⁴	Современные отложения. Русловые и пойменные пески, галечники, озерные пески, гравий, золотые пески
Q ³⁻⁴	Верхнечетвертичные-современные нерасчлененные отложения. Дельтавиально-пролювиальные щебни, гравий, валунники, дрова, суглинки, супеси, глины
Q ₂	Верхнечетвертичные отложения. Аллювиальные галечники, пески, суглинки, супеси
J ₁₋₂	Нижняя юра. Песчаники, туфопесчаники полимиктовые, вулканомиктовые, гравелиты с статками светлей растений, подчинены зеленые тонкослоистые алевроиты и туфоалевролиты.
P ₁₋₂	Нижний перм. Туфы кислых эффузивов и смешанные, в основном, псефитовые, липаритовые, крашевые и трахилипаритовые порфир
V-E	Венд-нижний кембрий нерасчлененные. Известняки кальцитовые и доломит-кальцитовые, реже кальцит-доломитовые серые, темно-серые и черные, местам кристаллические мраморизованные, отдельные прослои горизонты черных микрокварцитов и серицит-углисто-кварцевых сланцев-филлитов
εP ₂ -T ₁	Граносиениты, сиениты, кварцевые сиениты, роговообманковые, биотит-роговообманковые, пироксен-роговообманковые, щелочные рибекит-эгириновые и рибекитовые сиенит
γP ₂ -T ₁	Гранит биотитовые и лейкократовые средне и крупнозернистые
■	Расположение месторождения

Рисунок 1.2.10 Схема расположения Могойн голского месторождения (Батчулуун Ё., Даваасүрэн Ж., и др., 1980.)

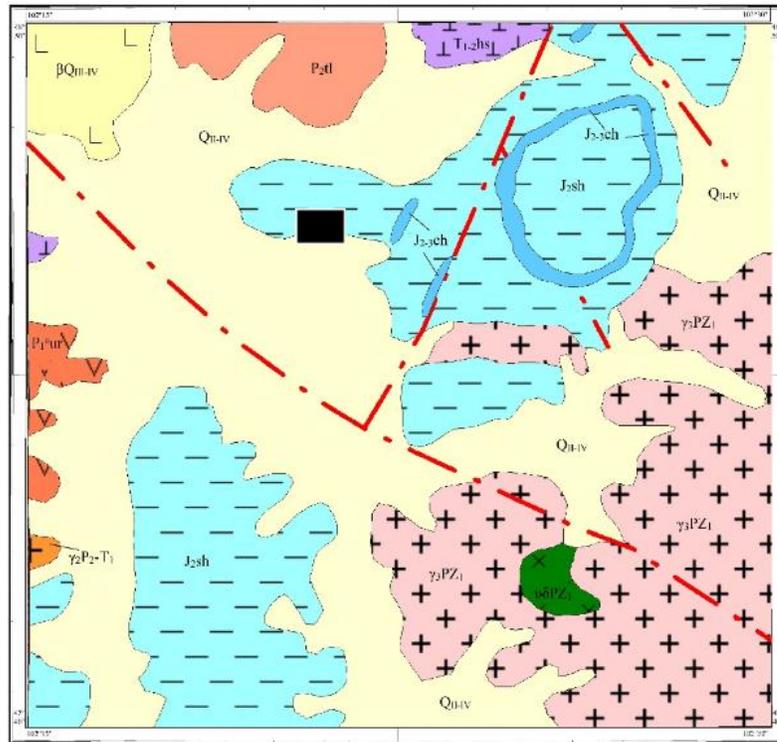
В районе месторождения развиты угленосное отложение нижней-средней юры. Разрез отложений состоит из конгломератов, песчаников, алевролитов, аргиллитов и угольного пласта. Угленосные отложения распространены на площади около 70-90 кв.км. Месторождение Могойн гол образует синклинальную складку, окружающую сопку Бүрхээр. Угол падения пород 6-12⁰. На данном месторождении изучен один угольный пласт. Строение пласта относительно простое. Местами содержит 2, 3 прослоя пустых пород мощностью 0.25-0.85 м. Мощность угольного пласта 3.1-20.2 м, в среднем 7.8 м. Мощность пласта уменьшается к окраинам месторождения. Уголь относится к каменному углю марки Ж.

Влажность 5,6%, зола 18%, летучие 16,62%, сера 1,45%, низшая теплота сгорания 29,6 МДж / кг.

1.2.11 Сайхан- Овооское месторождение

Находится в 80 км к западу от города Булган, в долине Хулж. Одно из месторождений Орхон-Селенгинского угольного бассейна.

В районе месторождения развиты угленосные отложения формации Сайхан. Мощность угленосной части формации составляет 170-180 м. Разрез формации начинается с конгломерата, гравелитовой пачки, а верхнюю часть составляют песчаники, гравелиты, угольный пласт. Угленосная часть промышленного значения развита около горы Сайхан. Угленосные отложения образуют синклинальную складку длиной 12-13 км, шириной 2-3 км. Большая часть складки имеет угол падения 5-10⁰. Складка подвергнута тектоническим разломам, с большими амплитудами.



Условные обозначения

βQ_4	Современные базальты
Q_{2-4}	Современные отложения. Щебенистые супеси, суглинки, галечники, пески
J_{2-3ch}	Липариты, липаритовые порфиры, их туфы
J_{2sh}	Алевролиты, аргиллиты с прослоями песчаников и с пластами каменных углей
P_{2tl}	Трахиандезиты, трахибазальты, базальты, миндалекаменные, их туфы, туфоалевролиты
P_{1ur}	Порфириты андезитовые, андезито-базальтовые, их туфы, туфоконгломераты, туфоалевролиты
T_{1-2hs}	Трахиандезиты, трахибазальты, базальты, дациты, трахилипариты, их туфы
$\gamma_2 P_2 - T_1$	Гранит, грано-сиениты, мелкие и среднезернистые, биотит-роговообманковые, гранодиорит, диорит
$\gamma_3 PZ_1$	Мелко и среднезернистые граниты, гранит порфиры, аплиты, кварцевые жилы
δPZ_1	Плагиограниты, гранодиориты, диориты, сиенито-диориты, дайки и жилы, пегматит и гранит

Рисунок 1.2.11 Схема расположения Сайхан-Овооского месторождения (Даваасурэн Ж., Новиков В., 1974.)

В разрезе угленосного отложения установлены 12 пластов, из которых пласт V является самым мощным. Пласт 0 является самым верхним пластом,

мощностью 0.4 м, распространен на незначительной площади. Пласт I расположен на 10-15 м ниже пласта 0. Состоит из 3 пачек, разделенных слоями пустых пород мощностью 0.1-0.2 м. Мощность пласта 1.08-3.8 м, иногда 0.8-4.4 м. Пласт II расположен на 9-12 м ниже пласта I. Строение сложное, состоит из 2-3 пачек, мощность пласта 1.6-5.8 м. Пласт III расположен на 11-14 м ниже пласта II. Строение сложное, содержит 7 слоев пустых пород мощностью 0.1-0.5 м. Мощность пласта от 2.5-2.4 м до 3.12-12.1 м. Пласт IV расположен на 13-22 м ниже пласта III. Строение простое, мощность пласта 0.8-3.6 м, иногда 0.8-4.4 м. Пласт V широко развит, имеет сложное строение. Оставшиеся пласты не имеют промышленного значения, маломощные.

Параметры качества угля показаны в таблице 1.10. Качество угля очень изменчиво из-за прогрева от вулканических пород, перекрывающих угленосные отложения месторождения Сайхан овоо. Например, выход летучих компонентов колеблется от 16% до 62%. Поэтому, по основным показателям уголь месторождения относится к бурому углю, а лежащие вблизи вулканических пород, к марке Т-А.

Влажность 11,8%, зола 19,3-29,9%, летучие 48,6%, низшая теплота сгорания 10,34-15,3 МДж/кг.

1.2.12 Шарын голское месторождение

Месторождение находится в 50 км к юго-востоку от города Дархан, в долине Банхай, среди северозападных отрогов хребта Хэнтэй. Угольные пласты связаны с отложениями Шарынгольской формации средней-верхней юры. Мощность угленосных отложений до 700 м. В основании разреза располагается конгломерат-гравелит-песчаниковая толща мощностью около 330 м. Выше залегает угленосная песчаник-алевролит-аргиллитовая толща (Бат-Эрдэнэ Д., 2001).

Структура месторождения Шарын гол представлена синклиальной складкой (рис.1.2.12). Длина складки около 20 км, а ширина 2.5-5.0 км. На восточном крыле складки угол падения слоёв $8-12^{\circ}$, на западном крыле $10-23^{\circ}$.

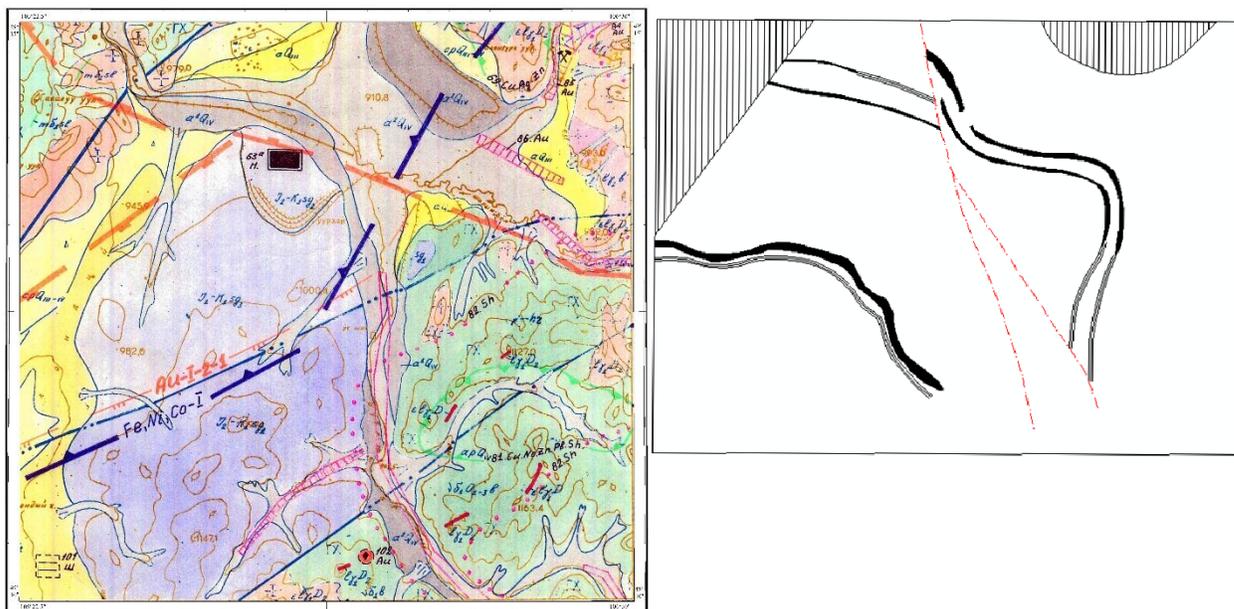


Рисунок 1.2.12 Схема расположения Шарын голского месторождения (Батром Б., Амар У., 1994.)

Синклиальная складка разбита многочисленными тектоническими разломами. В добывающем уголь карьере установлены 15 разрывных нарушений, амплитуды которых составляют 0.4-20.0 м, у некоторых разломов от 35.0-40.0 до 100 м.

В разрезе Шарынольской формации установлены 11 угольных пластов (табл. 1.10), из которых промышленное значение имеет пласт “Великан”, который на сегодняшний день отрабатывается. Пласт залегает в верхней части разреза. Углы падения пород на юго-запад $8-12^{\circ}$. Строение пласта сложное, здесь присутствует 6-8 породных слоёв мощностью до 5 м. Мощность пласта от 1-2 м до 49.6 м. Остальные 10 пластов в настоящее время не имеют промышленного значения из-за малой мощности (0.35-4.6 м). Уголь месторождения Шарын гол относится к марке БЗ.

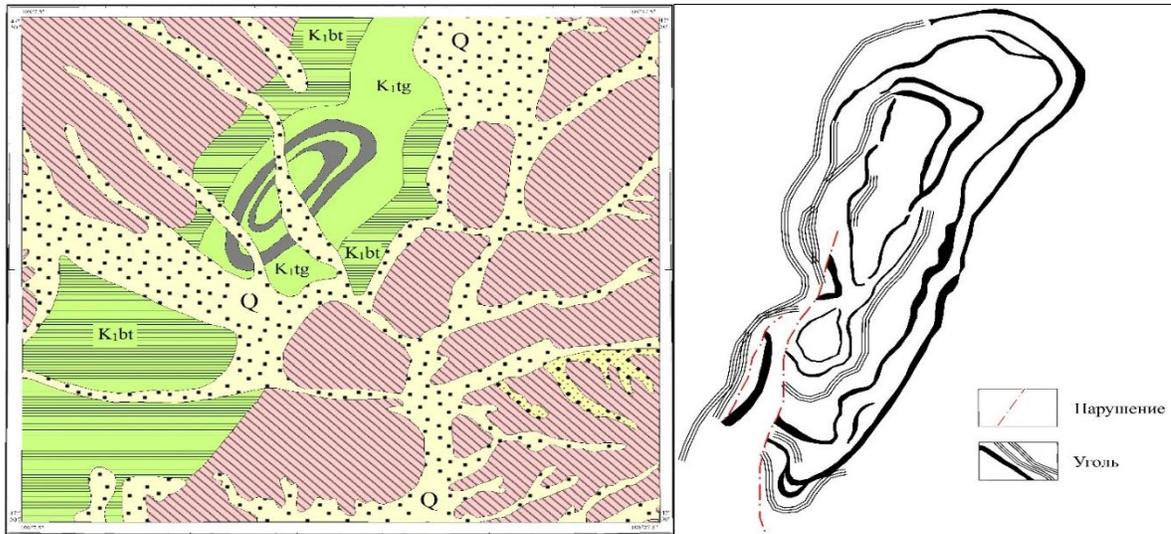
Влажность 8,71-14,4%, зола 4,2-44,9%, летучие 13,74-25,92%, сера 0,05%, низшая теплота сгорания 29,8 МДж/кг.

1.2.13 Багануурское месторождение

Расположено в 110 км к востоку от города Улан-Батор, северная часть бассейна Баян сума, один из угольных бассейнов Чойр-Нялга.

Багануурское месторождение приурочено Зүүнбаянской группе, несогласно, с размывом залегающей на палеозойских отложениях. Сланцевая формация мощностью 250 м состоит из базального конгломерата с прослоями песчаника и алевролита, над ним горизонт из прослоев песчаника, алевролита и аргиллита, разрез заканчивает мощный угленосный горизонт. Угленосная формация включает угольные пласты Багануурского месторождения. Мощность формации 280 м. Нижнюю часть формации составляют песчаники, алевролиты, аргиллиты и углистые породы с маломощными угольными пластами, пачками. Верхнюю часть составляют песчаники, алевролиты, аргиллиты с мощными угольными пластами.

Багануурское месторождение располагается в Тавансумской грабен-синклинали, в северной части Баянсумской впадины. Размер впадины 170x20 км, а размер Тавансумской грабен-синклинали 13-17x60 км. Самое глубокое залегание фундамента - 600 м. Северо-западное крыло синклинали относительно круто падает с уклоном, в основном, 10° - 20° , иногда 45° - 70° . В центре синклинали падение почти горизонтальное. Подвергнуто нескольким дизъюнктивным нарушениям.



Условные обозначения

Q	Современные отложения. Пески, галечники, гравий
Q ₄	Современные отложения. Пески, галечники, гравий
Q ₃	Верхнечетвертичные-современные нерасчлненные отложения. Щебни, гравий, валунники, дресва, суглинки, супеси, глины
Q ₂	Четвертичные отложения. Аллювиальные галечники, пески, суглинки, супеси
N	Пески с гравием и галькой
K ₂	Алевролит, песчаник, конгломерат, известняк
K _{1dz}	Аргиллит, алевролит, песчаник, уголь
K _{1ss}	Базальт, долерит, андезито-базальт, андезит, липарит, их туфы. Субвулканические тела долерит-порфиров
K ₁	Аргиллит, алевролит, песчаник конгломерат
K _{1bt}	Песчаник, конгломерат, алевролит
K _{1tg}	Аргиллит, песчаник, алевролит, уголь
K _{1tg}	Алевролит, песчаник, конгломерат, известняк
K	Алевролит, песчаник, конгломерат, известняк
P _{1h}	Липаритовые, липарит-дацитовые порфиры, лаво-брекчи, туфы.
E ₁₋₃	Песчаник, алеродесчаник, гравелиты, конгломераты, глинистые сланцы, известняки
γ _{1-К1}	Гранит мелкозернистые, лейкогранит, гранит-порфир
γ ₁	Гранит мелко и среднезернистые, аляскитовые, лейкократовые
δE ₁	Амфиболитизированные габбро, габбро-диорит, диорит, сиенито-диорит
	Тектонические нарушения

Рисунок 1.2.13 Схема расположения Багануурского месторождения (Мунхтоого Л., Батор Д., Браташа В.И., и др., 1986.)

Разрез угленосной формации имеет до 23 угольных пластов, малых слоев и пачек. Из них изучены 3 главных пласта, состоящие из 20 слоев, мощностью до 4.79 м,. Угленосность толщи составляют 8.0-23.5%. Над малыми угольными слоями находится пласт II, который является самым нижним из главных пластов. Пласт имеет сложное строение, изменчив, подвергнут синклинальной складке размером 2.8-3.6x12 км. Пласт II состоит в основном из одной пачки, но в северной и северо-западной части разветвляется на множество слоев, где увеличивается мощность пласта, а мощность угольного слоя уменьшается. При увеличении мощности пласта от 9.7 м до 35.9 м, суммарная мощность угля уменьшается от 8.79 м до 8.05 м, а мощность отдельных угольных слоев составляет 0.03-4.6 м. На месторождении мощность пласта II составляет 3.45-29.16 м, в среднем 10.34 м. Самая мощная часть пласта установлена в центре складки. Пласт IIa расположен на 45 м выше пласта II. Строение пласта в основном сложное, образует синклинальную структуру размером 2.5x10 км. Мощность пласта составляет 2.41-52.22 м, мощность угля до 17.96 м. Мощность пласта уменьшается в юго-западной части, а самая мощная часть установлена в центре складки. Средняя мощность пласта в месторождении 17.24 м. Пласт III расположен в 84.5 м над пластом IIa. Мощный, с очень сложным строением, включает в себя до 25 слоев пустых пород, в связи с этим увеличивается мощность пласта от 25.02 до 97.86 м. В юго-западном направлении пласт разветвляется и резко увеличивается мощность.

Классифицируется на бурый уголь марки Б2. Влажность 3,8-26,7%, зола 4,6-39,8%, 33,9-53,6%, низшая теплота сгорания 23,01-31,37 МДж/кг, содержание серы 0,03-3,81%.

1.2.14 Тугрик нуурское месторождение

Одно из месторождений Чойр-Нялгского угольного бассейна. Прогиб Тугрик нуур делится на 2 блока поднятий: Северный Дэлгэр и Южный Тугрик. Эти 2 блока разделяются по прогибу, который простирается от хребта Бурант в северо-западном направлении и в этом же направлении расширяется.

Дэлгэрское поднятие состоит из сланцевой формации, которая в центральной части несогласно залегает на покровах андезита. Размер поднятия 3-5х12 км. Угол падения 6-120, в северо-восточной части подвергнут тектоническому разлому с амплитудой 100-200 м.

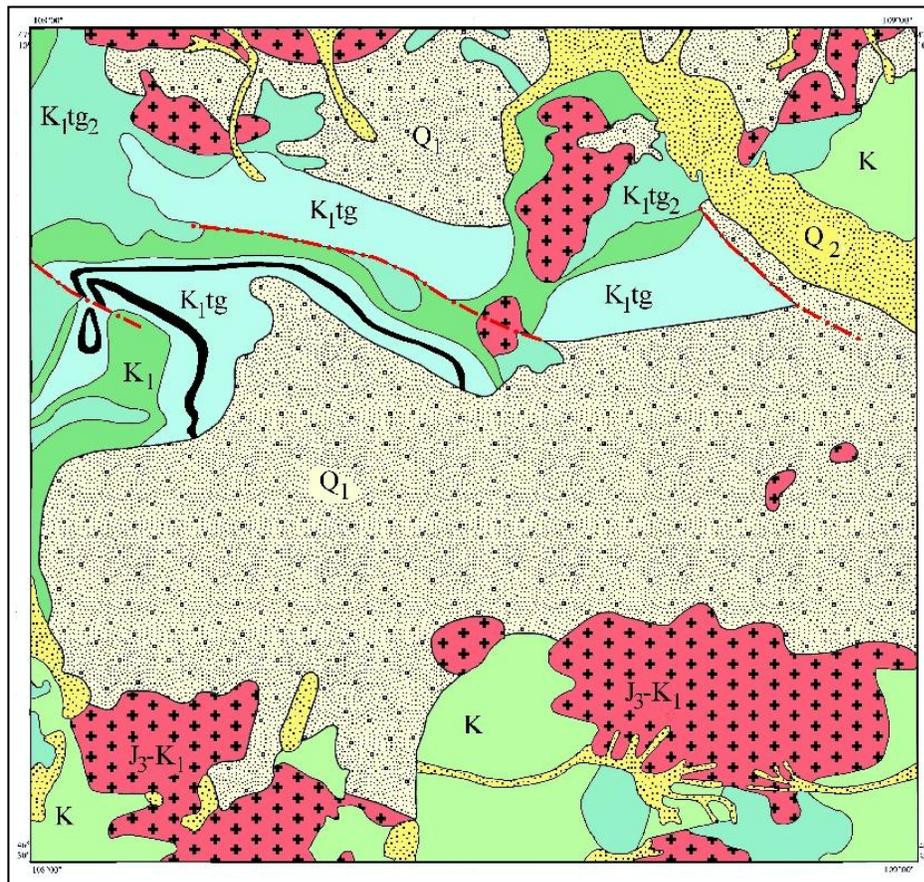


Рисунок 1.2.14 Схема расположения Тугрик нуурского месторождения (Мунхтоого Л., Батор Д., Браташа В.И., и др., 1986.). Условные обозначения на рисунке 1.2.13.

Тугрикское поднятие состоит тоже из сланцевой и угленосной формации. Размер поднятия 8-10x5-4 км.

На месторождении определены два угольных горизонта. Нижний угольный горизонт имеет 1 пласт со сложным строением. Мощность пласта 50.5 м, с 4 слоями пород мощностью 0.3-0.7 м. Мощность угля составляет 48.1 м. В восточном направлении строение пласта становится простым и мощность пласта уменьшается. Средняя мощность пласта 32.5 м. Верхний горизонт состоит из двух пластов, мощностью 1.4 м и 5.7 м. Они отделяются аргиллитовым слоем мощностью 3.4 м. Средняя мощность горизонта составляет 12 м, а угля - 6.8 м.

Влажность 5,92-14,9%, зола 7,7-39,3%, летучие 31,9-61,3%, низшая теплота сгорания 13,6-20,14 МДж/кг и сера 0,15-1,39%.

1.2.15 Шивээ- Овооское месторождение

Месторождение находится на территории сомона Сүмбэр, Восточногобийского аймака, в 20 км от станции Чойр. Железная дорога Чойр-Сайншанд проходит по центру месторождения. Один из Чойр-Нялгского угольного бассейна.

Угленосное отложение нижнего мела, мощностью до 760 м, расчленены на 3 формации. Нижняя, сланцевая формация, имеет в подошве когломат-гравелит-песчаниковую толщу. Выше залегает алеврит-глинистая толща с прослоями песчаников, песчаных известняков и мергелей. Мощность формации 350 м. Угленосная формация с мощностью 300-350 м, в нижней части состоит из алеврито-аргиллитоподобной глинистой толщи с прослоями угля, а в верхней части конгломераты, гравелиты, песчаники, с угольными пластами и прослоями глин. Песчанико-конгломератовая толща состоит из конгломерата, гравелита, песчаника с прослойками маломощных углей и глин. Мощность формации до 110 м.

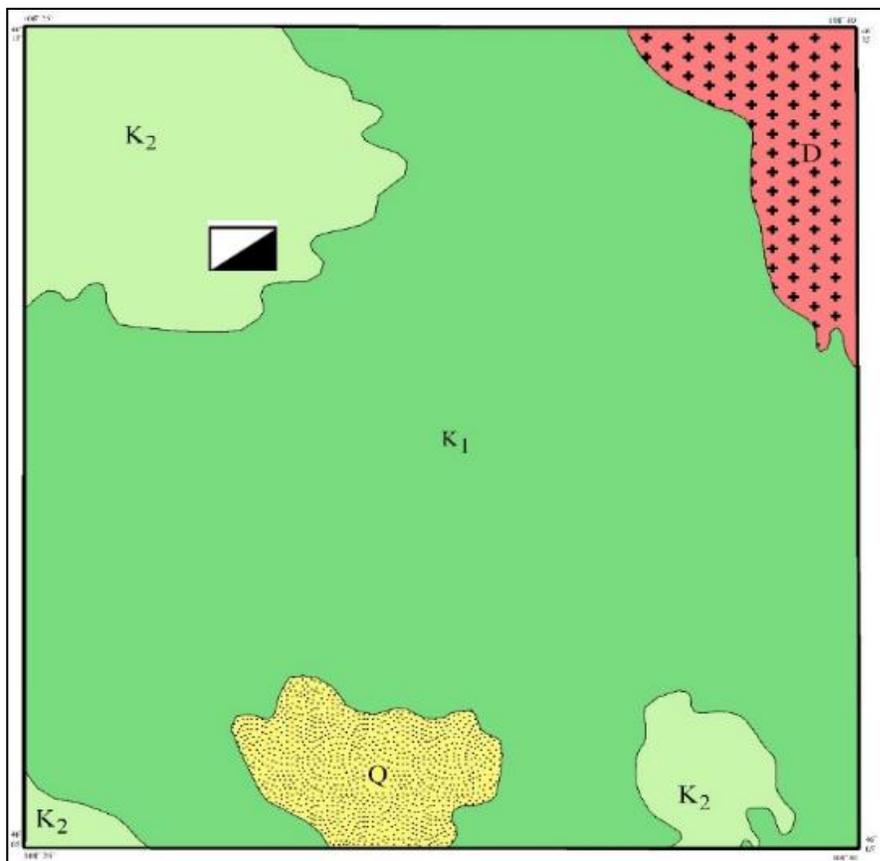


Рисунок 1.2.15 Схема расположения Шивээ-Овооского месторождения (Браташ В.И., Чернышев И.В., и др., 1954.). Условные обозначения на рисунке 1.2.13.

Отложения месторождения Шивээ-Овоо подвергнуты брахисинклинальной складке, длиной 30 км, с шириной 10-15 км. Угол падения отложения в краевых частях складки 10° , а в центральной части $2-3^{\circ}$. Относительно мало подвергнуто разрывным тектоническим нарушениями.

На месторождении установлены 10 пластов и малых слоев угля. По месторождению в целом угольные пласты можно сгруппировать в 2 горизонта. Мощность нижнего горизонта составляет 17.2-54.6 м, с мощностью угля 3.0-37.7 м. В центральной части Шивээ-Овооской мульды выделены пласты I, II, III, образующие значимую залежь. Верхний горизонт состоит из 5 пластов и расположен в 60 м выше нижнего, образуя небольшую залежь. В составе горизонта участвуют песчаники, алевролиты, аргиллиты, глинистые сидериты,

окремненные древесные растения. Мощность горизонта 62.1-102.9 м, мощность угля 8.1-38.7 м.

Влажность 7,92%, зола 7,2-26,1%, сера 0,64-0,92%, летучие 4-53,6%, низшая теплота сгорания 27,76 МДж/кг.

1.2.16 Чандганаталское (Цайдамнуур) месторождение

Находится к западу в 55 км от города Чингис, центра Хэнтэйского аймака. Один из Чойр-Нялгского угольного бассейна.

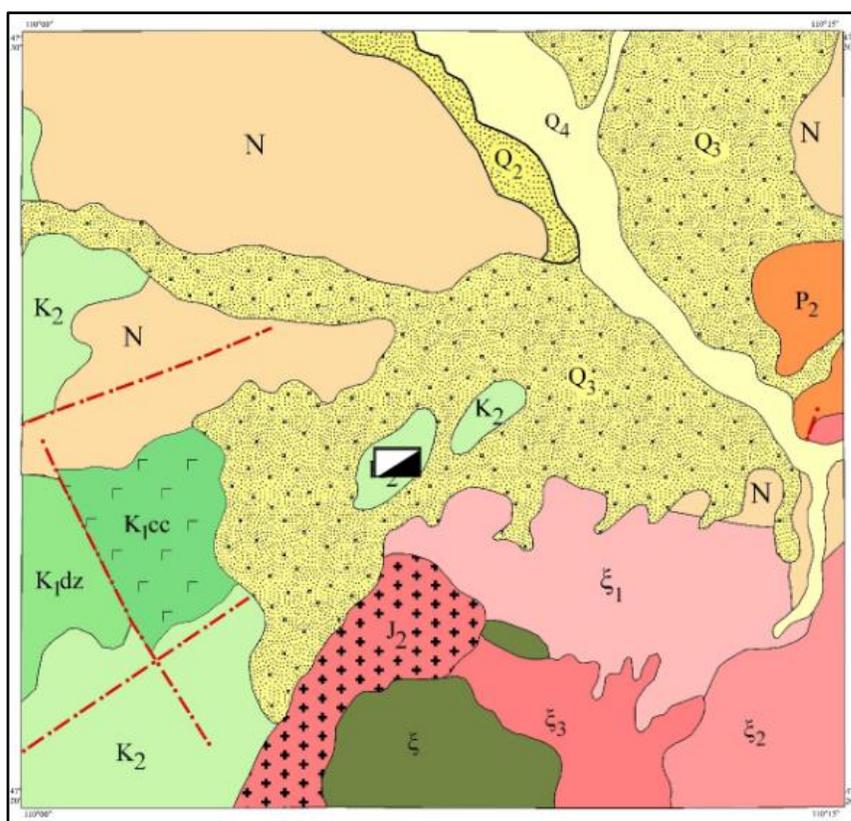


Рисунок 1.2.16 Схема расположения Чандганаталского месторождения (Калимулин С.М., Дуранте М.В., и др., 1986.). Условные обозначения на рисунке 1.2.13.

Угленосные отложения месторождения состоят из 3 фомаций. Разрез сланцевой фомации (нийжней) начинают конгломераты, песчаниковые прослой, выше залегает толща глинистого сланца с прослоями известняков, глинистая толща. Угленосная фомация начинается с песчаниковой толщи с алевролитом, аргиллитом и тонкослоистым углем, а сверху залегает мощный

угольный пласт. Разрез фомации заканчивает алевролитово-аргиллитовая толща с прослойками песчаика. Общая мощность фомации достигает 220 м. Верхняя фомация состоит из толщи песчаников с прослойками глинистых пород. Мощность фомации около 100 м.

Цайдам нуурская долина имеет размер 100x20 км, глубина до фундамента не небольшая. Угленосные отложения образуют синклинальную складку, с углом падения крыльев 4-6°. Крылья складки иногда нарушаются малыми тектоническими разломами и складками. На месторождении изучены несколько складок: Шорвог, Нуурс ухаа и т.д.

В разрезе месторождения установлены 5 угольных пластов. Главным является пласт II, мощностью 30.45-49.45 м (рис 1.15). Строение пласта сложное, имеет более трех слоев пород с мощностью 0.1-6.0 м. Сложность пласта четко выделяется в восточном направлении.

Оставшиеся 4 пласта, с мощностью 0.1-2.0 м, имеют изменчивое строение, распространены на малой площади, не имеют промышленного значения. Уголь месторождения относится к марке Б2.

Влажность 9,7-14,2%, зола 8,8-17,2%, летучие 51,3%, низшая теплота сгорания 22,08-22,7 МДж/кг и сера 0,81-1,1%.

1.2.17 Алаг тогооское месторождение

Месторождение расположен в Дорноговь аймаке, в 55 км к юго-востоку от города Чойр. Один из Дорногобиского угольного бассейна.

В районе месторождения развиты отложения среднего палеозоя, перми, юры, мела и четвертичного периода. На месторождении развиты отложения нижнего мела Зуунбаянской группы и маломощные четвертичные отложения. Западная часть месторождения покрыта мощной толщей базальтовых лав.

Зуунбаянская толща состоит из переслаивания алевролитов, аргиллитов, глистых аргиллитов, слабоцементированных песчаников и линз гравелита.

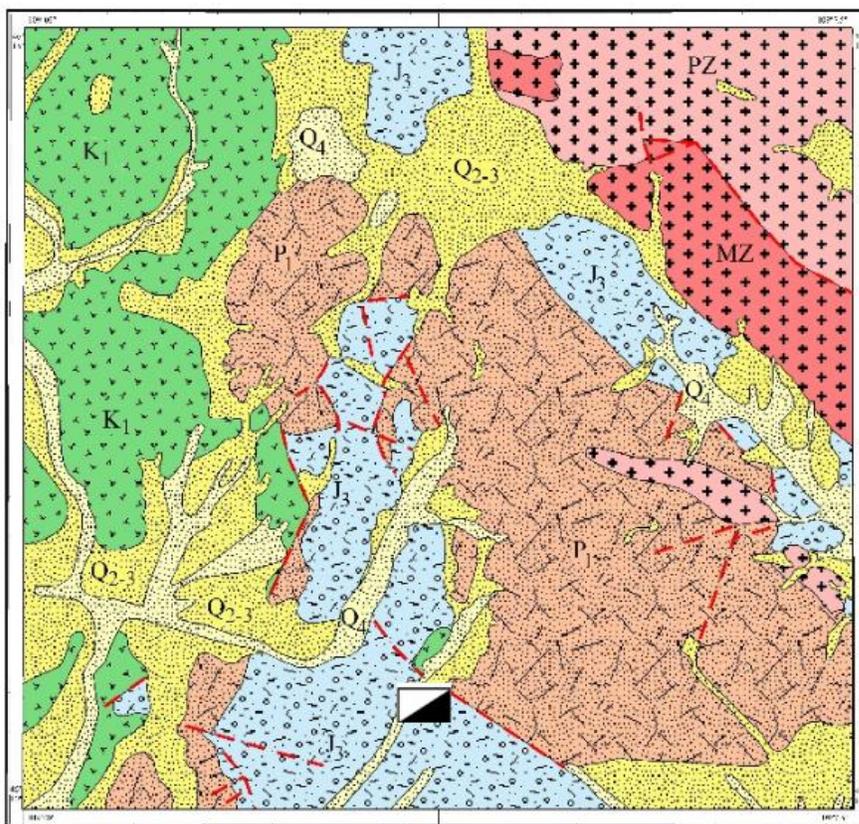


Рисунок 1.2.17 Схема расположения Алаг тогооского месторождения (Долгонь Ф.В., Бат-Эрдэнэ Д., и др., 1986.)

В разрезе этих слоев находится один угольный пласт, мощностью 0.3-7.25 м. Угленосные отложения образуют моноклиналичную и брахисинклиналичную складки. Угол падения пласта 6-18⁰. Пласт состоит из 2-9 пачек, и имеет сложное строение. Самое глубокое залегание пласта 23.8 м.

Показатели качества угля: зольность-27.87%, влажность-3.47%, общая сера-1.31%, летучие компоненты-33.07%, низшая теплота сгорания -22.7 МДж/кг. По главным факторам уголь месторождения Алаг тогоо относится к каменноугольному, марки Г и Д.

Гидрогеологические условия благоприятны для эксплуатации. При добыче, источником водоснабжения запланированы воды в пластах и вмещающих породах. По подсчету дебет воды составляет 24-8 м³/ч.

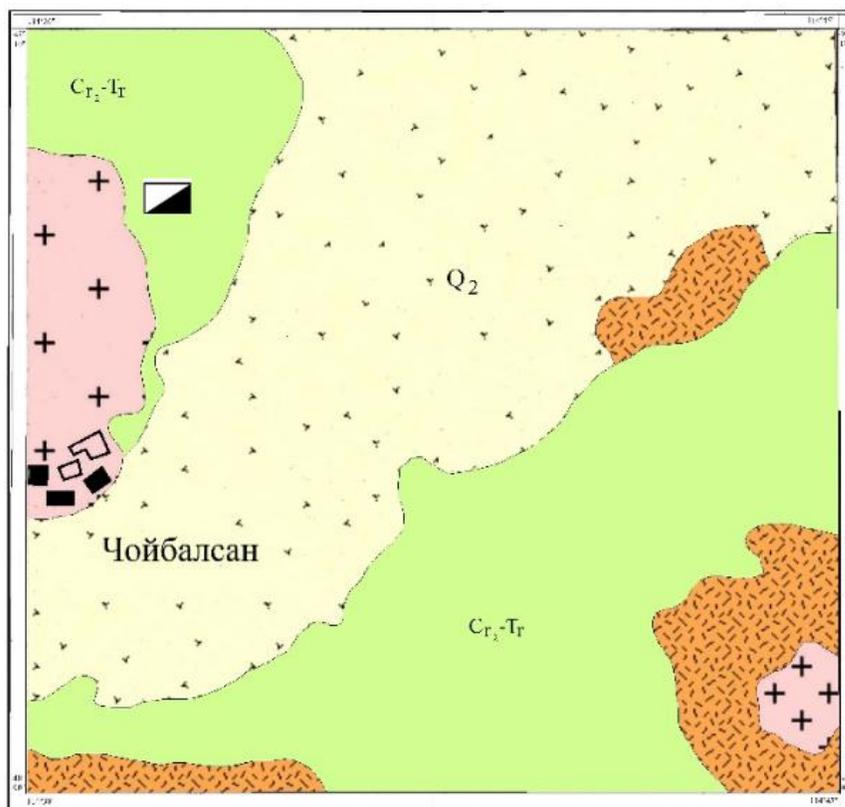
1.2.18 Адуунчулуунское месторождение

Расположено в 8 км к северу от города Чойбалсан, центра Дорнодского аймака. Одно из месторождений Чойбалсанского угольного бассейна.

Адуунчулуунское месторождение приурочено к меловым отложениям. В районе адуунчулуунского месторождения установлены песчано-конгломератовые, сланцевые, углистые формации. Хорошо изученными из них является углистые формации. Формация состоит из песчаников, алевролитов, аргиллитоподобных глин и глинистых сланцев. На них несогласно залегают верхне меловые, неогенные и четвертичные отложения.

Адуунчулуунское месторождение располагается в мульде южной части Чойбалсанской депрессии Восточной Монголии. Меловые отложения расположены в центре депрессии под уклоном 5-10⁰, образуя брахисинклиналь площадью 6х7 км, с простираем на северо-запад. Месторождение состоит из двух угольных пластов. Пласты с юга на север уменьшаются по мощности и разветляются, а иногда выклиниваются. В южной части месторождения нижний угольный пласт имеет выход на поверхность, в результате омывания, поверхность пласта стала волнистой и покрывается отложениями верхнего мела и неогена. Нижний пласт является главным и сейчас ведется добыча. Пласт имеет простое геологическое строение и расположен на глубине 20.5-79.0 м от поверхности, на черных, плотных аргиллитах. В пласте встречаются линзы песчаников и алевролитов, мощностью 0.4-1.4 м. Мощность пласта составляет 14.0-53.2 м. Верхний пласт расположен над нижним пластом на расстоянии в среднем 57 м. Между пластами находится слабоцементированный песчаник.

Верхний пласт располагается в центральной части месторождения, в брахи синклинали северо-западного простирания, размером 2х7 км. Угол падения крыльев складки не более 5°.



Условные обозначения

	Q ₂	Современные отложения. Пески, глины, гравий
	C ₂ -T ₁	Песчаник, алевролит, аргиллисто-подобных глин, глинистых сланцев, угольные пласты
	п+л	Кварцевые порфиры и липариты
	γ	Граниты и диориты
		Здание

Рисунок 1.2.18 Схема расположения Адуунчулуунского месторождения (Крейчев В.Д., и др. 1954.)

Пласт тоже имеет простое геологическое строение. На северо-восточном направлении пласт утоньшается, разветвляется и теряет промышленный интерес.

Мощность пласта составляет 0.7-13.5 м, иногда вмещает слои песчаников и алевролитов с мощностью от 0.5 до 1.5 м. Верхний пласт перекрыт нижнемеловым песчаником, а выходы на поверхность перекрываются верхнемеловым и неогеновыми отложениями.

Уголь Адуунчулуунского месторождений на вид темно-бурый, черный, со слабым блеском, поверхность скола неровная, богатая фюзеном, плотная (в обогащенных фюзеном местах - хрупкая).

Угольный пласт в основном состоит из полублестящих, матовых типов, а угли с ярким блеском встречаются в виде малых линзов.

Аналитическая влажность 9.44%, рабочая влажность 45.2%, зольность нижнего пласта составляет 16.69%, верхнего пласта 16.76%, содержание серы колеблется от 0.13% до 2.71%, в среднем 1.12%, содержание летучего компонента 48.09%, низшая теплота сгорания 27.1 МДж/кг, удельный вес 1.19 г/см³. Уголь по качеству относится к группе Б1.

По технико-химическому анализу, в органических частях содержание углерода невысокое 63.51-65.19%, а водорода - высокое 4.9-5.98%. Степень восстановления высокая, имеет множество невалентных соединений, легко подвергающихся химическому преобразованию. По этим качествам уголь месторождения Адуунчулуун является углем хорошего качества.

На месторождений Адуунчулуун было анализировано 298 проб из 28 буровых скважин на радиоактивность методом гамма-спектрометрии. Остальные скважины были измерены гамма-каротажом. Колебание содержания радиоактивных элементов в пробах высокое. Например, содержание урана 0.1-320 г/т, тория 0.01-6%. Уран неравномерно распределен в углях. Ураноносный уголь образован в верхней части пласта, мощностью 0-13.4 м. В пробах с повышенным

содержанием урана, нарушено радиоактивное равновесие между ураном 238 и радием. Из того, что содержание урана превышает содержание радия, сделан вывод, что аккумуляция урана в угольном пласте происходила из дренажей подземных вод.

2. МЕТОДИКА РАБОТЫ

Методика исследований в данной работе включает себя опробование, пробоподготовку, аналитические методы определения элементов-примесей в углях, обработку и анализ данных.

2.1 Методика опробования

Опробование угольных месторождений выполнено под руководством и при непосредственном участии В.С.Машенкина. Всего было отобрано 550 проб угля из исследованных месторождений. Опробование выполнено в угольных разрезах бороздовым методом с длиной борозды от 0,1 до 2,0 м., в зависимости от поставленной задачи.

2.2 Пробоподготовка

Пробоподготовка включала сушку, дробление и истирание до 200 меш (74 мкм) проб угля, углевмещающих пород и золошлаков.

2.3 Аналитические методы определения элементов-примесей в углях

Лабораторные исследования включали определение зольности, влажности проб и анализ содержания 28 элементов методом инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА). ИНАА используется в качестве основного метода 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 Л.В.Богутская). Лаборатория функционирует на базе исследовательского и ядерного реактора ИРТ-Т НИИ ядерной физики при ТПУ. Лаборатория имеет аккредитацию в системе Госстандарта России Данный метод обладает рядом существенных преимуществ при анализе углистых пород и углей в сравнении с другими традиционными методами (Ruch et al., 1977; Gluskoter et al., 1977). В связи с тем,

что отсутствует химическая пробоподготовка, исключаются погрешности в связи с привнесом и удалением элементов совместно с реактивами (Активационный..., 1990). Истирание и дробление проб требуется только для того, чтобы стандартизировать процесс упаковки и взвешивания проб на этапе перед их облучением. Поскольку аналитический сигнал снимают с ядер химических элементов, то химическое и физическое состояние пробы не оказывает влияние на результаты анализа. Плотность потока тепловых нейтронов в канале облучения составляет $2 \cdot 10^{13}$ нейтр./ $(\text{см}^2 \cdot \text{с})$. Облучение проб проводится в течение 20 часов. Измерение выполняется с помощью многоканального амплитудного анализатора импульсов (фирма KANBERRA) с детектором из чистого германия (марка GX-3018) с разрешением 1.8 Кэв по линии Co^{60} 1333 Кэв с эффективностью регистрации 30%.

Веса 200 мг для угля и 100 мг для угольной золы и угленосных пород были использованы для определения элементов. Всего 28 химических элементов (Na, Ca, Sc, Cr, Fe, Co, Zn, As, Br, Rb, Sr, Ag, Sb, Cs, Ba, La, Ce, Nd, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu, Hf, Ta, Au, U и Th) в угле, угленосных породах и внутриугольных прослойках измерялись во всех образцах без предварительного концентрирования, чтобы избежать потенциальных потерь при озолении. Для контроля одновременно определяли концентрации элементов в угольной золе.

2.4 Обработка и анализ данных

Результаты анализа фиксировались в базе данных. Затем обрабатывались с использованием программ «Statistic», в электронных таблицах «EXCEL» и др.

При оценке среднего содержания преимущественно рассчитывали средневзвешенное содержание химических элементов на мощность интервалов опробования в углях и средневзвешенное на мощность и зольность в золах углей по сечениям опробования. Такая методика применяется в подобного рода

исследованиях (Горький и др., 1972). Такое исследование обеспечивает получение наиболее достоверных оценок средних содержаний в угольном пласте.

Для определения средневзвешенного содержания использовалась формула [Кетрис, Юдович, 2006]:

$$C_{вз} = \frac{\sum mc}{\sum m} \quad (1)$$

где c – измеренное содержание элемента в пробе, m – мощность интервала опробования.

Содержание элементов в золах углей рассчитывали, на основе измеренных в углях, по следующей формуле:

$$C_z = C_y * (100/A^d) \quad (2)$$

где C_z – содержание в золе, C_y – содержание в угле, A^d – зольность.

Помимо этого, обсчитывая отдельные выборки, определяли базовые статистические параметры, а именно определение среднего арифметического, стандартной ошибки определения среднего, медианы, моды, стандартного отклонения, дисперсии выборки, асимметричности, эксцесса, минимума, максимума, коэффициентов парной и ранговой корреляции. Также проводился дисперсионный, регрессионный, кластерный и факторный анализ.

В процессе расчета средних, если значения анализа были ниже предела обнаружения, то их заменяли нулевыми значениями. Это, как показывают проведённые построения и опыт работ, позволяет избежать завышения средних значений.

3. СОДЕРЖАНИЕ ЦЕННЫХ И ТОКСИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ-ПРИМЕСЕЙ В УГЛЯХ МОНГОЛИИ

Результатом работ по исследованию геохимии углей исследованных месторождений являются интерпретированные материалы ИНАА, которые были проанализированы посредством электронных таблиц Excel, описаны и сравнены с основными показателями для угля. Также был рассчитан кларк концентрации для углей (Кетрис, Юдович, 2006).

Уголь относится к осадочной породе биогенного происхождения. В нем содержится в среднем около 12% воды, 32% летучих веществ и от 75 до 95% углерода [Кетрис, Юдович, 2006]. В его состав также входят такие неорганические компоненты, как основные золообразующие элементы (Si, Fe, Al, Ca, Mg, 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 (золообразующие 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, U, Mo, Be, Sc, REE. В то же время к ЭП относятся такие элементы, как Cl, 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 Ю.Н., Мейтов Е.С. и др., 1996].

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

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

Технологически полезные - Mo, Co, Ni, Sn и 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, Se, Be, Sb, F, Pb, Ni, Cr, V и Mn), в том числе и радиоактивных (U и Th), и лишь во вторую очередь - на возможность попутного извлечения ценных ЭП (Ge, U, Ga, а также Sc, Au, Mo, Ag, Re и PGE) [Жаров Ю.Н., Мейтов Е.С. и др., 1996].

В таблице 3.1, приведены содержания элементов-примесей с углях месторождений карбонового возраста. Содержания рассчитывались как средневзвешенные значения по 125 пробам месторождений.

Таблица 3.1 Содержание химических элементов в углях в месторождениях карбонового возраста

Элементы, г/т	Нуурст хотгор	Хар-тарвагатай	Зээгт	Среднее для углей С возраста	Кларк для углей
Na, %	0,04	0,05	0,03	0,14	н.д.
Ca, %	0,34	0,34	0,40	1,53	н.д.
Sc	3,82	3,35	1,57	2,91	3,90
Cr	6,09	11,3	4,80	7,41	16,0
Fe, %	3,62	0,95	0,43	1,58	н.д.
Co	56,2	3,26	2,05	20,5	5,10
Zn	122	н.д.	н.д.	122	23,0
As	0,70	38,2	3,58	14,2	8,30
Br	6,65	11,5	4,98	7,71	5,20
Rb	8,25	12,6	14,8	11,9	14,0
Sr	7,62	141	272	140	110
Ag	0,06	0,50	0,50	0,35	0,10
Sb	0,87	0,29	0,23	0,46	0,92
Cs	1,69	1,83	0,83	1,45	1,00
Ba	337	169	625	377	150
La	20,8	23,1	8,92	17,6	11,0
Ce	43,1	54,1	25,7	40,9	23,0
Nd	10,3	н.д.	н.д.	10,3	12,0
Sm	5,19	4,49	1,44	3,71	2,00
Eu	1,11	0,62	0,30	0,68	0,47
Tb	0,81	0,46	0,24	0,50	0,32
Yb	3,60	1,66	0,71	1,99	1,00

Продолжение таблицы 3.1

Элементы, г/т	Нуурст хотгор	Хар- тарвагатай	Зээгт	Среднее для углей С возраста	Кларк для углей
Lu	0,6	0,29	0,12	0,34	0,20
Hf	2,07	3,28	1,64	2,33	1,20
Ta	0,63	0,66	0,32	0,54	0,28
Au	0,001	н.д.	н.д.	0,001	0,004
Th	2,66	6,76	4,16	4,53	3,30
U	1,93	2,87	5,38	3,39	2,40
A ^d , %	20,8	13,4	19,4	17,9	

*Примечание: н.д. – нет данных

Исходя из этих данных, можно отметить, что в исследованных месторождениях наблюдается повышенное содержание кобальта, цинка и бария, которые выше кларка для каменных углей в 2 раза. Повышенные значения отклонения от среднего значения (разброс) указывают на различные условия накопления и формирования угля.

В таблице 3.2 приведены средние содержания элементов-примесей для углей пермского возраста. Расчет выполнен для 139 проб из 4 месторождений.

Таблица 3.2 Содержание химических элементов в углях в месторождениях пермского возраста

Элементы, г/т	Хундулун	Хуренгол	Мааньт	Тавантолгой	Среднее для углей Р возраста	Кларк для углей
Na, %	0,07	0,16	0,03	0,08	0,09	н.д.
Ca, %	0,20	0,57	0,48	0,69	0,49	н.д.
Sc	1,41	4,68	4,86	1,78	3,18	3,90
Cr	2,39	5,57	8,46	10,8	6,81	16,0
Fe, %	0,55	0,37	0,81	3,34	1,27	н.д.
Co	0,72	3,65	11,1	5,69	5,29	5,10
Zn	н.д.	33,5	34,8	16,7	28,3	23,0
As	0,36	0,48	9,49	0,65	2,75	8,30
Br	3,46	3,18	4,78	24,8	9,06	5,20
Rb	11,1	23,9	33,3	2,70	17,7	14,0
Sr	187	97,7	146	305	184	110

Продолжение таблицы 3.2

Элементы, г/т	Хундулун	Хуренгол	Мааньт	Тавантолгой	Среднее для углей Р возраста	Кларк для углей
Sb	0,34	0,21	0,29	0,09	0,23	0,92
Cs	0,59	1,17	3,2	0,39	1,34	1,00
Ba	460	293	290	122	291	150
La	6,45	21,8	12,4	5,07	11,4	11,0
Ce	20,8	45,6	29,8	12,0	27,1	23,0
Nd	н.д.	16,9	11,4	6,09	11,5	12,0
Sm	1,44	3,35	2,69	0,93	2,10	2,00
Eu	0,27	0,65	0,61	0,16	0,42	0,47
Tb	0,18	4,68	0,51	0,10	1,37	0,32
Yb	0,46	1,58	1,38	0,43	0,96	1,00
Lu	0,08	0,23	0,2	0,06	0,14	0,20
Hf	1,02	3,57	1,74	0,66	1,75	1,20
Ta	0,17	0,40	0,18	0,10	0,21	0,28
Au	н.д.	0,01	0,0001	0,009	0,01	0,004
Th	2,07	5,89	4,64	1,87	3,62	3,30
U	22,1	1,91	3,28	2,73	7,49	2,40
A ^d , %	7,55	24,1	20,2	24,4	19,1	

*Примечание: н.д. – нет данных

На месторождение Хундулун характеризуется аномально высокими содержаниями урана (до 22,1 г/т). В целом, угли пермского возраста (кроме месторождения Хундулун) отличаются высоким качеством и безопасны для экологии и здоровья человека, могут быть использованы в зависимости от марочного состава в энергетике для сжигания на ТЭС, в котельных и частных домах, а также в коксохимии (Тавантолгойское месторождение).

В таблице 3.3, приведены средние содержания элементов-примесей для углей юрского возраста. Расчет выполнен для 116 проб четырех месторождений.

Таблица 3.3
возраста

Содержание химических элементов в углях в месторождениях юрского

Элементы, г/т	Баянтээг	Шарын гол	Сайхан Овоо	Могойн гол	Среднее для углей J возраста	Кларк для углей
Na, %	0,01	0,39	0,12	0,24	0,19	н.д.
Ca, %	0,69	2,59	0,92	0,47	1,17	н.д.
Sc	10,3	31,4	3,70	4,20	12,4	3,90
Cr	38,3	104	14,4	36,8	48,4	16,0
Fe, %	4,36	4,51	0,99	1,23	2,78	н.д.
Co	79,7	44,2	5,21	7,57	34,2	5,10
Zn	н.д.	121	н.д.	н.д.	121	23,0
As	21,1	221	14,6	13,0	57,5	8,30
Br	10,0	1,21	6,73	10,0	6,99	5,20
Rb	13,9	45,4	3,18	6,83	17,3	14,0
Sr	697	551	364	503	529	110
Ag	н.д.	0,4	н.д.	н.д.	0,4	0,10
Sb	2,10	3,31	4,55	1,18	2,79	0,92
Cs	1,17	8,37	0,39	1,42	2,84	1,00
Ba	870	590	158	630	562	150
La	22,1	71,5	11,6	28,1	33,3	11,0
Ce	57,6	177	23,5	51,4	77,3	23,0
Nd	н.д.	69,8	н.д.	н.д.	69,8	12,0
Sm	3,23	16,7	2,12	4,63	6,67	2,00
Eu	1,07	2,93	0,56	0,79	1,34	0,47
Tb	0,70	3,92	0,25	0,52	1,35	0,32
Yb	2,14	11,7	0,75	2,12	4,18	1,00
Lu	0,34	1,68	0,11	0,34	0,62	0,20
Hf	0,47	2,66	1,34	1,65	1,53	1,20
Ta	0,04	0,90	0,01	0,30	0,31	0,28
Au	н.д.	0,005	0,01	0,01	0,01	0,004
Th	7,20	25,5	1,85	4,69	9,81	3,30
U	22,0	8,90	2,63	23,0	14,1	2,40
A ^d , %	14,8	13,1	9,00	14,8	12,9	

*Примечание: н.д. – нет данных

Установлено, что угли юрского возраста отличаются более высокими уровнями накопления, особенно на месторождение Шарын гол, хрома (до 104 г/т), скандия (до 31,4 г/т), мышьяка (до 221 г/т), цинка (до 121 г/т), сурьмы (до 4,55 г/т), стронция (до 697 г/т), РЗЭ и тория (до 25,5 г/т), а на месторождения Баянтээг и Могойн гол составляет урана (до 23 г/т). Среднее содержание скандия составляет 12,4 г/т, а в золах углей- около 100 г/т. Отдельные месторождения, например, Шарыngoл, характеризуются аномально высокими содержаниями скандия (до 240 г/т в золе угля), тория (до 195 г/т в золе угля) и редкоземельных элементов, что позволяет рассматривать их как угли, перспективные для его промышленного получения.

В таблице 3.4а и 3.4б приведены средние содержания элементов-примесей для углей мелового возраста. Расчет выполнен по 120 пробам из семи месторождений.

Таблица 3.4а Содержание химических элементов в углях в месторождениях мелового возраста

Элементы, г/т	Багануур	Адуунчулуун	Чандгнатал	Увурчулуут	Кларк для углей
Na, %	0,05	0,94	0,22	0,02	н.д.
Ca, %	1,09	2,05	0,98	0,55	н.д.
Sc	1,08	0,84	6,74	7,91	3,90
Cr	9,45	6,83	47,5	28,9	16,0
Fe, %	0,82	3,44	2,49	0,50	н.д.
Co	5,4	23,9	14,9	8,01	5,10
Zn	н.д.	н.д.	24,9	73,8	23,0
As	2,75	16,5	4,33	29,4	8,30
Br	5,8	10,2	4,7	4,55	5,20
Rb	10	3,56	5,63	21	14,0
Sr	185	381	1,56	773	110
Ag	0,1	н.д.	н.д.	0,3	0,10
Sb	н.д.	н.д.	0,55	3,03	0,92
Cs	0,92	0,07	0,97	3,21	1,00

Продолжение таблицы 3.4а

Элементы, г/г	Багануур	Адуунчулуун	Чандгнатал	Увурчулуут	Кларк для углей
La	4,05	8,63	5,17	10,7	11,0
Ce	8,6	10,3	13,3	22,9	23,0
Nd	н.д.	н.д.	6,65	12,4	12,0
Sm	0,68	0,67	1,08	2,5	2,00
Eu	0,14	0,28	0,34	0,64	0,47
Tb	0,12	0,18	0,12	0,38	0,32
Yb	0,38	0,71	0,56	1,63	1,00
Lu	0,05	0,06	0,08	0,25	0,20
Hf	0,37	0,37	0,66	1,08	1,20
Ta	0,15	0,12	0,09	0,09	0,28
Au	0,035	0,04	н.д.	0,01	0,004
Th	0,62	1	1,03	5,1	3,30
U	3,74	35,5	5,09	10,5	2,40
A ^d , %	8,35	11,1	20,7	15,6	

*Примечание: н.д. – нет данных

Таблица 3.4б Содержание химических элементов в углях мелового возраста

Элементы, г/г	Тугрик нуур	Алагтогоо	Шивээ Овоо	Среднее для углей К возраста	Кларк для углей
Na, %	0,20	0,23	0,51	0,31	н.д.
Ca, %	1,24	0,90	4,21	1,57	н.д.
Sc	2,19	2,93	6,7	4,06	3,90
Cr	12,3	11,5	53,0	24,2	16,0
Fe, %	0,99	0,97	5,49	2,10	н.д.
Co	5,67	6,85	15,6	11,5	5,10
Zn	н.д.	н.д.	296	132	23,0
As	16,0	н.д.	5,14	12,3	8,30
Br	4,96	11,6	1,89	6,24	5,20
Rb	10,2	27,4	23,6	14,5	14,0
Sr	367	150	661	360	110
Ag	н.д.	0,11	0,25	0,19	0,10
Sb	0,22	2,61	0,47	1,38	0,92
Cs	0,82	1,24	1,64	1,27	1,00

Продолжение таблицы 3.4б

Элементы, г/т	Тугрик нуур	Алагтоогоо	Шивээ Овоо	Среднее для углей К возраста	Кларк для углей
La	6,51	10,6	40,6	12,3	11,0
Ce	11,4	30,3	78,6	25,1	23,0
Nd	н.д.	н.д.	28,6	15,9	12,0
Sm	1,02	2,77	5,16	1,98	2,00
Eu	0,22	0,64	0,99	0,46	0,47
Tb	0,15	0,4	0,89	0,32	0,32
Yb	0,39	0,93	3,49	1,16	1,00
Lu	0,05	0,13	0,5	0,16	0,20
Hf	0,52	2,07	1,86	0,99	1,20
Ta	0,28	0,22	0,42	0,20	0,28
Au	н.д.	0,007	н.д.	0,02	0,004
Th	1,49	3,77	18,9	4,56	3,30
U	0,78	2,24	15,5	10,5	2,40
A ^d , %	11,5	25,9	16,4	15,6	

Общее особенностью углей Монголии является повышение содержания в них радиоактивных элементов, преимущественно урана, что хорошо согласуется с радиогеохимической специализацией региона. На территории известны многочисленные проявления ураноносных углей и даже уран-угольные месторождения (Адуунчулуун). Здесь же отмечено аномально высокое содержание редкоземельных элементов. Такие месторождения, как Адуунчулуун, могут рассматриваться как комплексные уран-редкоземельные.

Угли мелового возраста несколько ступают по качеству палеозойским углям, но также в целом отличаются невысокими уровнями накопления токсичных элементов. Для них характерно повышенное содержание урана, на отдельных месторождениях, достигающее промышленно значимых концентраций. Для таких углей необходимо проведение радиоэкологического контроля.

Таблица 3.5 Содержание химических элементов в углях в Монголии

Элементы	Среднее для карбонового возраста	Среднее для пермского возраста	Среднее для юрского возраста	Среднее для мелового возраста	Среднее значение угля Монголии	Кларк для углей
Na	0,14	0,09	0,19	0,31	0,20	н.д.
Ca	1,53	0,49	1,17	1,57	1,23	н.д.
Sc	2,91	3,18	12,4	4,06	5,53	3,90
Cr	7,41	6,81	48,4	24,2	22,9	16,0
Fe	1,58	1,27	2,78	2,10	1,98	н.д.
Co	20,5	5,29	34,2	11,5	16,6	5,10
Zn	122	28,3	121	132	90,4	23,0
As	14,2	2,75	57,5	12,3	23,4	8,30
Br	7,71	9,06	6,99	6,24	7,28	5,20
Rb	11,9	17,7	17,3	14,5	15,4	14,0
Sr	140	184	529	360	321	110
Ag	0,35	0,25	0,4	0,19	0,27	0,09
Sb	0,46	0,23	2,79	1,38	1,27	0,92
Cs	1,45	1,34	2,84	1,27	1,66	1,00
Ba	377	291	562	226	340	150
La	17,6	11,4	33,3	12,3	17,7	11,0
Ce	40,9	27,1	77,3	25,1	39,8	23,0
Nd	10,3	11,5	69,8	15,9	20,3	12,0
Sm	3,71	2,10	6,67	1,98	3,34	2,00
Eu	0,68	0,42	1,34	0,46	0,68	0,47
Tb	0,50	1,37	1,35	0,32	0,81	0,32
Yb	1,99	0,96	4,18	1,16	1,92	1,00
Lu	0,34	0,14	0,62	0,16	0,29	0,20
Hf	2,33	1,75	1,53	0,99	1,50	1,20
Ta	0,54	0,21	0,31	0,20	0,28	0,28
Au	0,001	0,01	0,01	0,02	0,01	0,004
Th	4,53	3,62	9,81	4,56	5,51	3,30
U	3,39	7,49	14,1	10,5	9,45	2,40
Золя угля	17,9	19,1	12,9	15,6	16,2	

*Примечание: н/д – нет данных

Наличие и углях Монголии повышенных содержаний мышьяка, сурьмы, повсеместное их обогащение радиоактивными элементами требует проведения специализированных экологических исследований для выявления углей, не пригодных для безопасного для окружающей среды энергетического использования.

4. ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И УСЛОВИЯ НАКОПЛЕНИЯ ЦЕННЫХ И ТОКСИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ- ПРИМЕСЕЙ В УГЛЯХ МОНГОЛИИ

Закономерности распределения элементов примесей в угленосных отложениях в целом рассматриваются на трех масштабных уровнях [Бат-Эрдэнэ Д. 1989]:

1) бассейновые закономерности — распределение элементов примесей в стратиграфическом разрезе и по площади распространения формаций, связь металлогении с метаморфизмом и другими бассейновыми факторами;

2) локальные закономерности — распределение элементов примесей в разрезе и по площади отдельных угольных пластов;

3) регионально-формационные закономерности — влияние геоструктурного положения, металлогении регионов и других региональных факторов на металлогению угленосных формаций и эволюция металлогении.

В настоящей работе закономерности распределения элементов-примесей, будет рассмотрены на локальных участках отдельных угольных пластов.

Закономерности распределения элементов в угольных пластах являются одним из основных факторов, определяющих методику разведки и оценки редкометалльного оруденения углей. Поэтому эти закономерности были достаточно хорошо изучены для Ge и U, подлежащих промышленной оценке, и значительно хуже для других элементов [Бат-Эрдэнэ Д. 1989].

Проведенные исследования фоновых содержаний ряда элементов позволили установить:

- Приуроченность повышенных содержаний отдельных химических элементов к приконтактовым зонам: прикровельным и припочвенным частям угольных пластов и внутрипластовых породных прослоев;

- Возрастание содержаний элементов с уменьшением мощности угольных пластов и особенно в угольных включениях в породах угленосной толщи;

- Связь концентраций с литологическим составом пород кровли, внутриформационными размывами, зонами расщепления тектонической нарушенности и окисления угольных пластов;

Для локально-высоких концентраций установлена связь обогащенных зон с зонами тектонических нарушений, с локальными изменениями морфологии угольных пластов и подстилающих пород, с контактами геохимически различных горизонтов, с контактами зон современного или древнего пластового окисления [Бат-Эрдэнэ Д. 1989].

Изученные месторождения Монголии относятся к различным бассейнам, имеют разный возраст (от карбонового до мелового), геологическое строение и, соответственно, различные причины накопления элементов-примесей. Тем не менее, учитывая основные закономерности латерального распределения ценных и токсичных элементов-примесей, описаны и сформированы несколько возможных причин, вследствие которых локализовались и сконцентрировались присущие месторождениям элементы-примеси по возрасту.

Месторождения каменноугольного возраста. В исследованных 125 пробах аналитические работы показали, что к элементам с повышенными содержаниями относятся Co, Zn, Ba, Yb и Ta. Наибольшие показатели кларка концентрации у Zn - 122 г/т, Ba- 377 г/т превышает кларк в 5 и 2,5 раза.

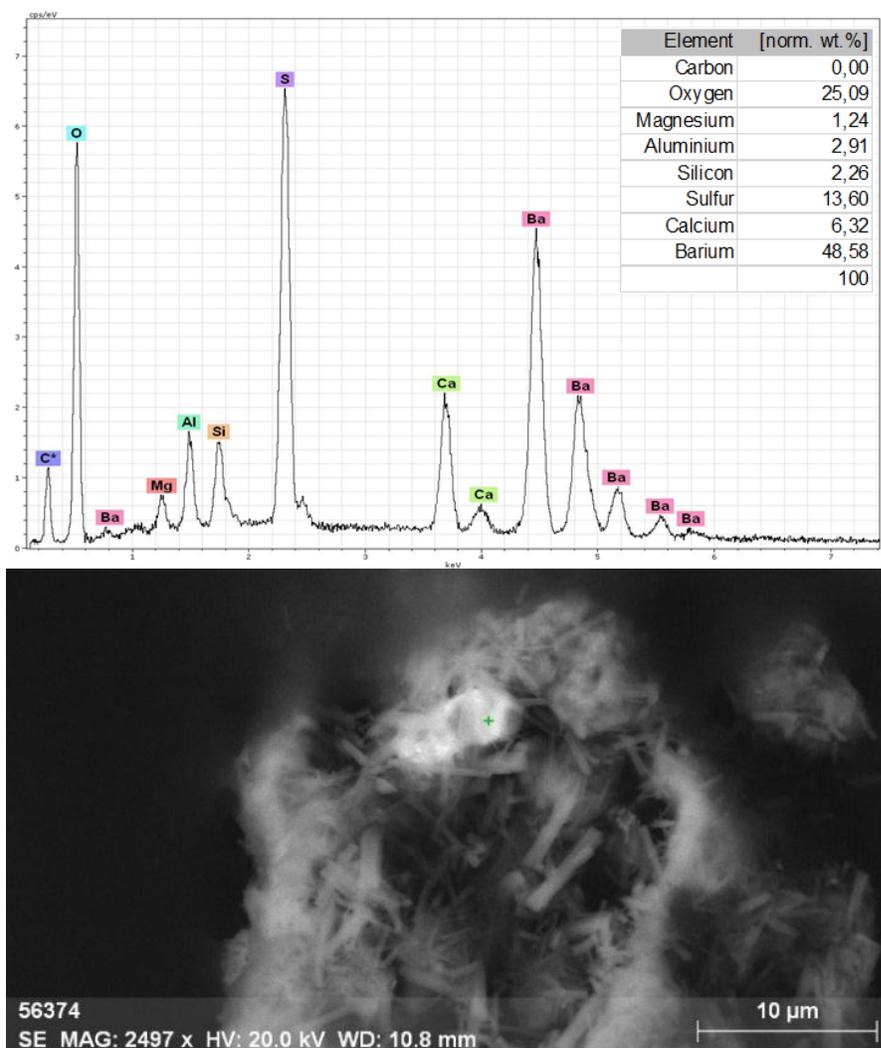


Рисунок 4.1 Барий, кальций и сера в золе угля

Барий является щелочноземельным металлом. И является одним из часто встречающихся элементов, чье содержание в угле превышает кларковые. В данном случае, повышение концентрации бария являются следствием ряда причин, среди которых: влияние морских вод, постоянное присутствие Ваорг в углях (Beaton, Goodarzi 1989), щелочной состав пород обрамления. Отмечается, что в отличии от других исследуемых элементов – барий достаточно широко распространён в земной коре в более удачных для его извлечения формах, что в целом, ограничивает возможность становления бария, как стратегически важного элемента в контексте геохимии углей.

Месторождения пермского возраста. В углях повышенное содержание ТЬ-1,37 г/т и U-7,49 г/т. Тербий относится в группе лантаноидов, выделяют из смеси редкоземельных элементов методами ионной хроматографии или экстракции.

Источником радиоактивных элементов при формировании угленосных отложений на месторождениях пермского возраста, вероятно, был не только захороненный в них пепловый материал, но и вулканогенно-пирокластические породы нижней перми, подстилающие угленосные толщи и насыщенное кислыми эффузивными и интрузивными образованиями складчатое обрамление бассейна.

Содержание урана в пермских месторождениях больше чем в карбоновых.

Месторождения юрского возраста. При исследовании геохимии углей юрского возраста, в первую очередь следует обратить внимание на общую обогащенность углей ценными элементами-примесями. Возможным источником повышенных концентраций ценных элементов может являться их приуроченность к юрским толщам.

В углях месторождения юрского возраста наиболее существенно накапливаются редкоземельные, и радиоактивные элементы.

Скандий относится к литофильным редким металлам. При недостаточном изучении механизма формирования скандиеносных углей в целом, сложно с точностью ответить на вопрос о природе его формирования в данном случае. Основной причиной накопления элемента может являться принадлежность источника питания к зоне интенсивного траппового магматизма.

Хром – литофильный и сидерофильный элемент, сровни бария, широко распространённый в земной коре. Кроме основной причины накопления элементов для данного месторождения, связанной с щелочным составом пород обрамления, стоит отметить, что хром сам по себе является биофильным

элементом, что косвенно может повлиять на его концентрирование в угле. Следует отметить, что хром является потенциально ценным элементом лишь в случае, когда он совместно накапливается с V и Ni [Шпирт и др., 1990], а при отсутствии этих данных, его скорее стоит отнести к группе потенциально токсичных.

Месторождения мелового возраста. В исследованных углях накапливаются Co-11.5 г/т, Zn-56.5 г/т, Sr-360 г/т, U-10.3 г/т.

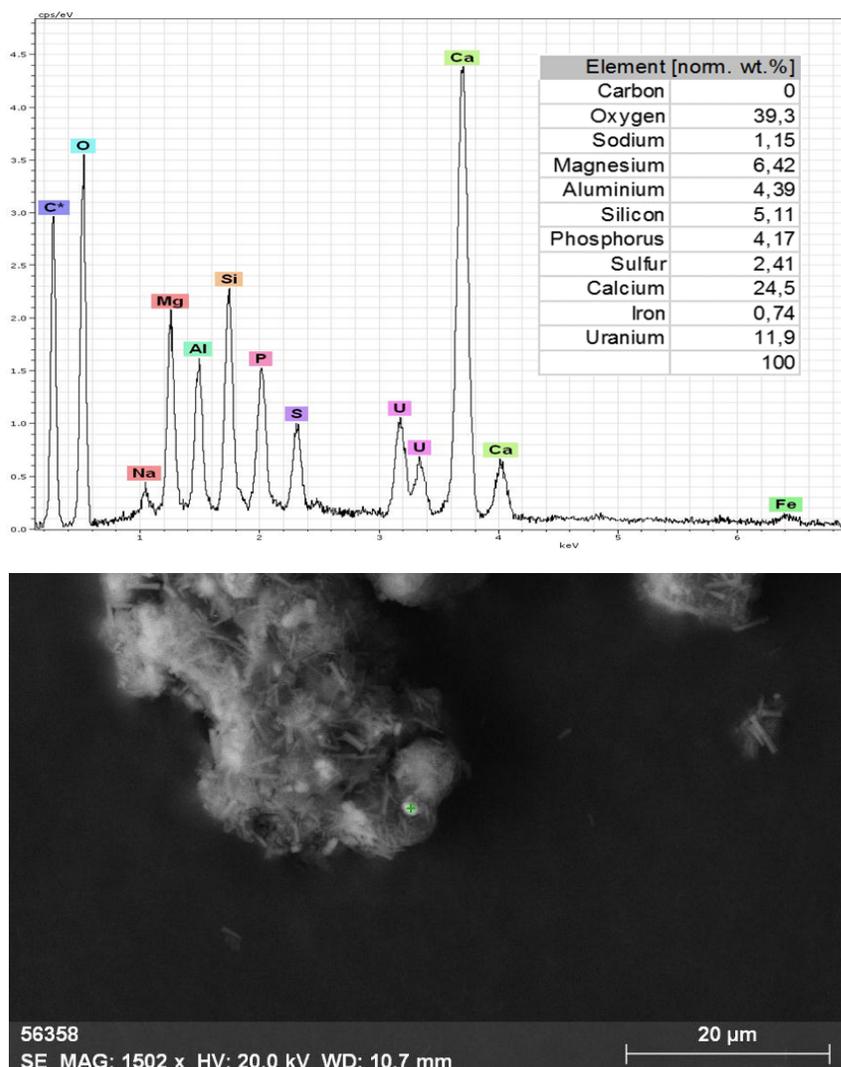


Рисунок 4.2 Кальций и уран в золе угля

Повышенное содержание Sr, которые на самом деле не являются аномальными, а высокий коэффициент вариации и очень большой разброс являются результатом почти полного отсутствия содержания элементов в большинстве образцов (ниже пределов определения ИНАА).

В углях с аномальным содержанием U также преобладает форма рассеяния. При этом характерно неравномерное распределение U, но основная его масса сосредоточена не в собственных минералах и даже не в виде изоморфной примеси в акцессориях, а в виде скоплений в органическом веществе.

На востоке Монголии масса урановых месторождений (Мардай, Дорнот и др) и здесь же находится гидрогенное уран-угольное месторождение Адуунчулуун. Уран имеет гидрогенную природу, эпигенетичен по отношению к углю. С этими же процессами связано аномальное накопление в углях РЗЭ и золота.

5. РЕДКОМЕТАЛЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ УГЛЕЙ МОНГОЛИИ

В настоящее время добыча и переработка углей непосредственно связаны с охраной окружающей среды. В процессе добычи твердого топлива на поверхность из недр извлекает огромное количество горных пород и угля. Поступление такой огромной массы отходов на дневную поверхность сказывается на экологической ситуации угледобывающих регионов. Однако накопление экологически опасных компонентов в окружающей среде зависит в большей степени не от качества и количества отвальных пород, а, в первую очередь, от состава топлива и технологии его сжигания на ТЭС.

Отработаны схемы извлечения урана из ураноносных углей. В 1960-е гг. В США из лигнитов Южной Дакоты было извлечено свыше 660т U_3O_8 . В настоящее время стоит вопросов об изъятии урана из рядовых углей для обезвреживания золошлаковых отходов от радиоактивных элементов. В процессе сжигания углей до 40% тория и урана выносятся в атмосферу с газовой фазой [Кизильштейн и др., 1990]. Любопытные цифры приводились для аппалачских углей, сжигаемых в топках ТЭС [Юдович, 1989]. При фоновом содержании урана в углях 1-2 г/т, в отдельных пробах летучих зол здесь находили до 218 г/т тория и 73 г/т урана. В 1990 г. В США Был принят государственный акт «О чистом воздухе», в который вошли 12 элементов , накапливающиеся при сгорании угля (Cr, As, Be, Cd, Mn, Co, Hg, Ni, Pb, Se, Sb, U), относящиеся к потенциально опасным воздушным поллютантам. Для этих элементов установлены предельно-допустимые концентрации (ПДК).

Поступление токсичных элементов в окружающую среду при сжигании угля во многом зависит от технологии сжигания твердого топлива и характера соединений, образующихся в высокотемпературной среде сжигания, а также от технологии улавливания и очистки газовой и пылеаэрозолей фазы. Анализ средних содержаний токсичных, потенциально-токсичных и радиоактивных

элементов в опробованных угольных пластах месторождения Монголии, свидетельствуют о том, что представленные данные ниже ориентировочных ПДК для углей.

Рассматривается возможность использования магнитной фракции золы для производства железа [Шпирт, 1986; Юровский, 1968; и др.]. Магнитная фракция, как правило, содержит 30-60 % железа, много кобальта, никеля, титана и других ценных элементов.

Разработаны технологические схемы получения из зол углей скандия [Комиссарова и др., 1969; Михнев и др., 1995; и др., Солянокислая и др., 1995; Шацкий и др., 1979; Сорбционное выщелачивание, 1995;], галлия [Иванова, 1984] и других элементов.

Кроме того, на данный момент технически возможно извлекать из углей литий, золото, иттрий, ванадий, вольфрам, редкоземельные и других элементы [Металлогения ..., 1988].

Угольные месторождения северной Азии с начала XX в. рассматриваются как потенциальный источник редких и благородных металлов. В Монголии открыты месторождения угля с аномально высокими, а в ряде случаев и с промышленно значимыми содержаниями Sc, Ge, Au, REE, Nb, Mo, Ta и других ценных металлов. Природа этих аномалий различна. По предложенной В. В. Серединым классификации редкометалльных углей выделяются четыре генетических типа: туфовый, терригенный, инфильтрационный и эксфильтрационный.

Терригенный тип обусловлен поступлением металлов в торфяную залежь из поверхностных вод в ионной и коллоидной форме. Вулканогенный тип формируется за счет выпадения на поверхность палеоторфяника пеплового материала кислого или щелочного состава с последующим его захоронением. Пепел, обогащенный группой редких элементов, формирует аномалии

соответствующего состава в углях. С ним связывают проявления Nb, Ta, REE, Zr, Hf и других литофильных металлов. Инфильтрационный тип связан с поступлением в палеоторфяник или угольный пласт вод зоны гипергенеза, обогащенных ценными элементами. Такой процесс весьма характерен для уран-угольных месторождений. Эксфильтрационный тип обусловлен поступлением и разгрузкой глубинных, в том числе термальных, вод, обогащенных ценными элементами, в торфяную залежь или угольный пласт. Этот тип рудообразования типичен для формирования богатых германий-угольных месторождений с сопутствующими REE, Pt, Au, As, Sb, Hg, W и другими элементами в зависимости от состава рудообразующих растворов [Кондаков А.Н., Возная А.А., Чугайнов В.Л., 2016].

Таблица 5.1 Содержание химических элементов в золах в Монголии

Элементы	Среднее для карбонового возраста	Среднее для пермского возраста	Среднее для юрского возраста	Среднее для мелового возраста	Среднее значение угля Монголии	Зольные кларки
Na	0,78	0,47	1,47	1,99	1,23	н.д.
Ca	8,55	2,57	9,07	10,0	7,59	н.д.
Sc	16,3	16,6	96,1	26,0	34,1	24,0
Cr	41,4	35,7	375	155	141	120
Fe	8,83	6,65	21,6	13,5	12,2	н.д.
Co	114	27,7	265	73,7	102	37,0
Zn	682	148	938	846	558	150
As	79,3	14,4	446	78,8	144	46,0
Br	43,1	47,4	54,2	40,0	44,9	32,0
Rb	66,5	92,7	134	92,9	95,1	110
Sr	782	963	4101	2308	1981	730
Ag	1,96	1,31	3,10	1,22	1,67	2,50
Sb	2,57	1,20	21,6	8,85	7,84	7,50
Cs	8,10	7,02	22,0	8,14	10,2	8,00
Ba	2106	1524	4357	1449	2099	980
La	98,3	59,7	258	78,8	109	76,0

Продолжение таблицы 5.1

Элементы	Среднее для карбонового возраста	Среднее для пермского возраста	Среднее для юрского возраста	Среднее для мелового возраста	Среднее значение угля Монголии	Зольные кларки
Ce	228	142	599	161	246	140
Nd	57,5	60,2	541	102	125	12,0
Sm	20,7	11,0	51,7	12,7	20,6	14,0
Eu	3,80	2,20	10,4	2,95	4,20	2,60
Tb	2,79	7,17	10,5	2,05	5,00	2,10
Yb	11,1	5,03	32,4	7,44	11,9	6,90
Lu	1,90	0,73	4,81	1,03	1,79	1,30
Hf	13,0	9,16	11,9	6,35	9,26	9,00
Ta	3,02	1,10	2,40	1,28	1,73	2,00
Au	0,01	0,05	0,08	0,13	0,06	0,02
Th	25,3	19,0	76,0	29,2	34,0	23,0
U	18,9	39,2	109	67,3	58,3	15,0
Золя угля	0,78	0,47	1,47	1,99	1,23	

*Примечание: н/д – нет данных

Карбонские каменные угли западной части Монголии- Со (до 114 г/т), Zn (до 682 г/т), Ва (до 2106 г/т), Yb (до 11,1 г/т), Та (до 3,02 г/т). Угли хорошего качества и безопасен для экологии и здоровья человека. Его можно использовать для ТЭС, в котельных и частных домах.

Пермские каменные угли южной части Монголии- U (до 39,2 г/т). В углях месторождения Хушуут, в типичных гумидных обстановках, при среднем содержании в них урана 22,05 г/т, его ресурсы превышают 10,14 тыс.т.

Юрские каменные угли северо-центральной части Монголии- повышены по содержанию Sc (до 96,1 г/т), Cr (до 375 г/т), Со (до 265 г/т), Zn (до 938 г/т), U (до 109 г/т) и Th (до 76 г/т). Угленосная формация с мощностью до 350 м, мощность угля до 38 м. В углях месторождения значительно накапливаются скандий, хром, кобальт и другие. Это плохо для экологии и здоровья населения, но их можно использовать как источник элементов.

Например: скандий имеет высокую цену на рынке металлов. Установлены довольно высокие его содержания в золах некоторых углей, сопоставимые с концентрацией скандия в рудах его собственных месторождений.

Скандий относится к редкоземельным металлам. В эндогенных процессах основная масса скандия вследствие изоморфного растворения рассеяна в кристаллических решетках минералов. В породах среднего состава скандия 10 г/т. Осаждения скандия в осадочных породах управляется законами соосаждения их ненасыщенных растворов, в частности, законами сорбции. Скандий в повышенных концентрациях отмечается в бокситах, бурых железняка, фосфоритах. В углях варьирует от необнаруживаемых количеств до 100-300 г/т, изменяясь в десятки раз в пределах одного месторождения. Среднее содержание скандия на месторождение Шарын гол 31,4 г/т, его ресурсы 11,7 тыс.т.

Мелевые бурые угли восточной части Монголии- Co (до 73,7 г/т), Zn (до 846 г/т), Sr (до 2308 г/т) и U (до 67,3 г/т). Меловой уголь богат U и Sr, но по другим токсичным элементам безопасен для экологии и здоровья человека. Для них нужно исследовать дальше.

Уран. Различные по масштабу уран-угольные месторождения, наиболее крупные с промышленными запасами урана – это месторождения Адуунчулуун. Накопление урана в угольных пластах происходит из грунтовых вод в результате эпигенетического рудоотложения инфильтрационного типа. Для формирования таких месторождений более благоприятны условия аридного климата в связи с повышенным содержанием U в водах этой климатической зоны. Однако уран накапливается и в типичных гумидных обстановках, при условии наличия источника обогащения вод ураном. Месторождения уран-угольного типа промышленного значения пока не имеют в связи с небольшими запасами отдельных месторождений, низким содержанием урана в рудах, малой рентабельностью технологии и экологическими проблемами, связанными с

переработкой руд. При среднем содержании в них урана 35,5 г/т, его ресурсы превышают 15,04 тыс.т.

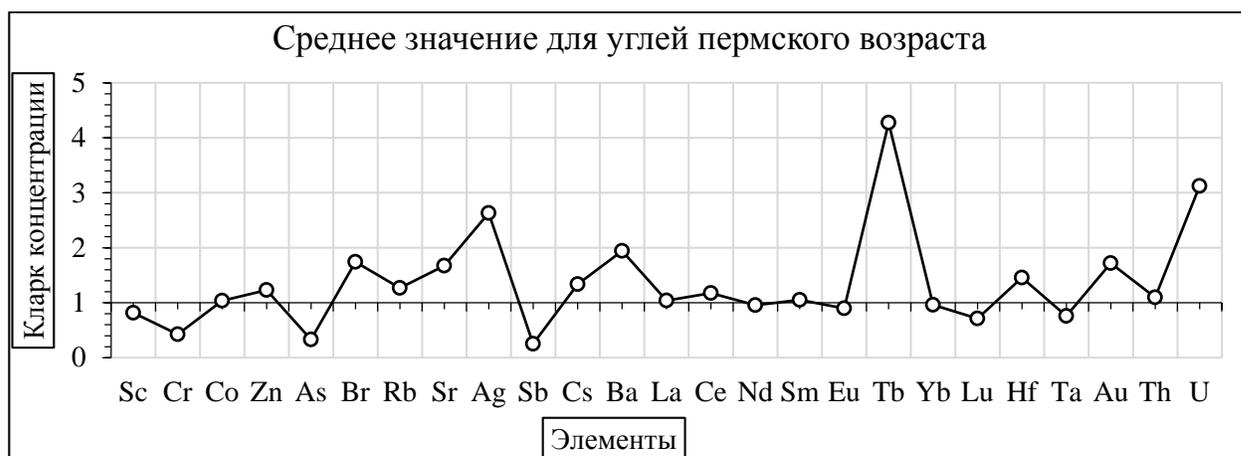
Таким образом, угли Монголии обладают высоким редкометалльным потенциалом, в настоящее время почти не востребованным. Учитывая общую тенденцию возрастания спроса на редкометалльное сырье и снижение требований к качеству руд, можно предположить, что в недалеком будущем часть его будет вовлечена в разработку. Для изучения и освоения этого ресурсного потенциала необходима разработка и реализация государственной программы с участием всех заинтересованных сторон.

6. ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УГЛЕЙ МОНГОЛИИ

Загрязнение атмосферы и почвенного покрова чаще всего происходит за счет выбросов от сжигания угля. Попадая в палеоторф или уголь, тяжелые металлы и другие химические элементы в основном закрепляются в нем.

Уголь используется как бытовое энергетическое топливо, сырье для ТЭС, металлургической и химической промышленности, а также для извлечения из него редких и рассеянных элементов. Например, в городе Улан-Батор, только в частных домах, сжигают 1,2 млн.т угля в год. Эти угли транспортируются из таких месторождений, как Багануур, Шарын гол, Шивээ овоо и Тавантолгой.

В процессе сжигания углей до 40% урана, тория и др. выносятся в атмосферу с газовой фазой [Кизильштейн и др., 1990].



*Примечание: на линия 1- это кларк для углей

Рисунок 6.1. Показатели кларка концентрации для углей карбонового возраста

В карбоновых углях максимальное варьирование характерно для цинка (Кларк Концентрации=5,3), кобальта (КК=4,0), для других элементов - в два раза выше чем кларк.

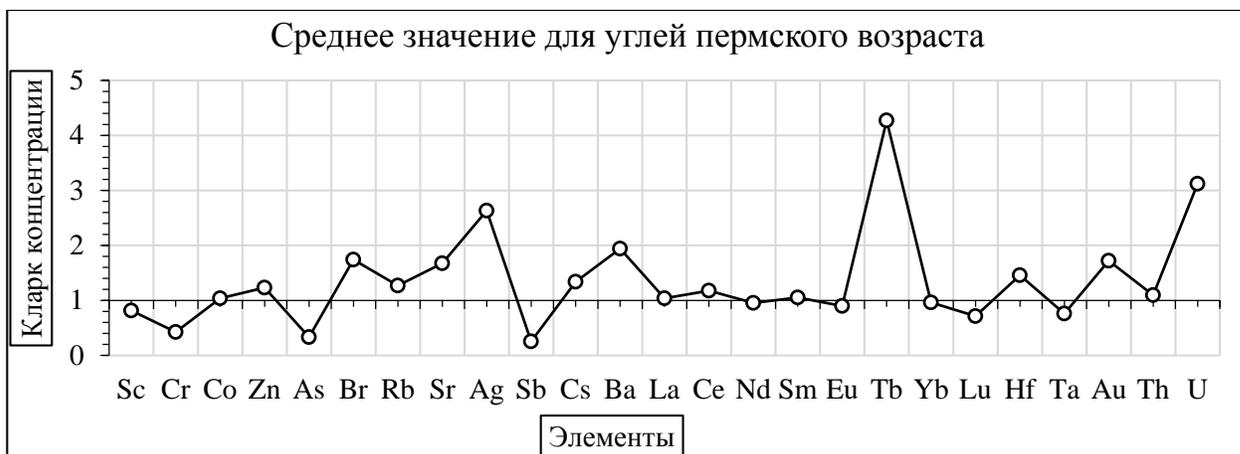


Рисунок 6.2. Показатели кларка концентрации для углей пермского возраста

В пермских углях максимальное варьирование характерно для тербия (КК=4,3), урана (КК=3,1), серебра (КК=2,6), для других элементов – в 1,5 раза выше, чем кларк.

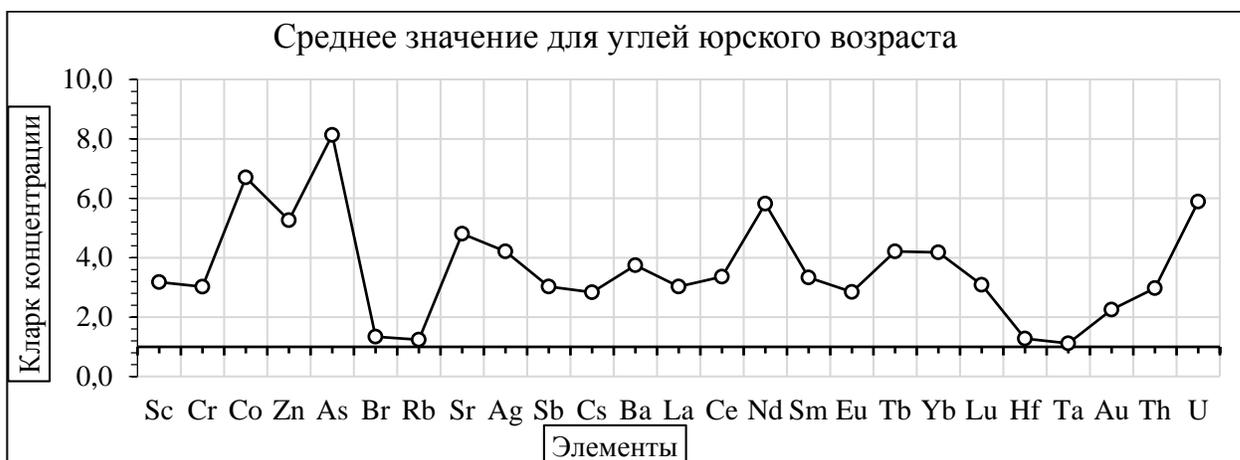


Рисунок 6.3. Показатели кларка концентрации для углей юрского возраста

В юрских углях максимальное варьирование характерно для мышьяка (КК=8,13), кобальта (КК=6,7), урана (КК=5,89), цинка (КК=5,26), для других элементов 3,5 раза выше чем кларк.

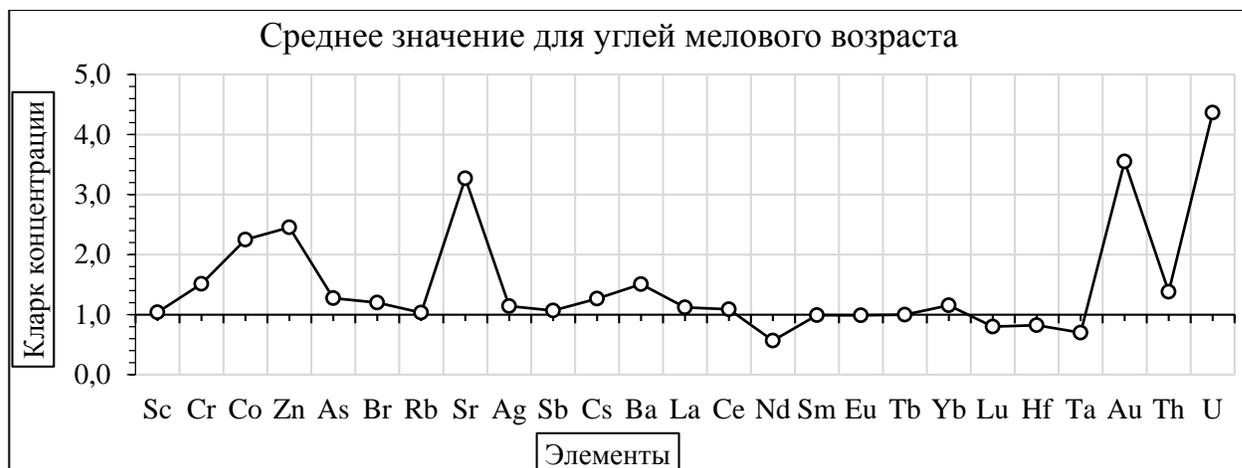


Рисунок 6.4. Показатели кларка концентрации для углей мелового возраста

В меловых углях максимальное варьирование характерно для стронция (КК=3,27), урана (КК=4,37), цинка (КК=2,46), кобальта (КК=2,25), для других элементов 0,5 раза выше чем кларк.

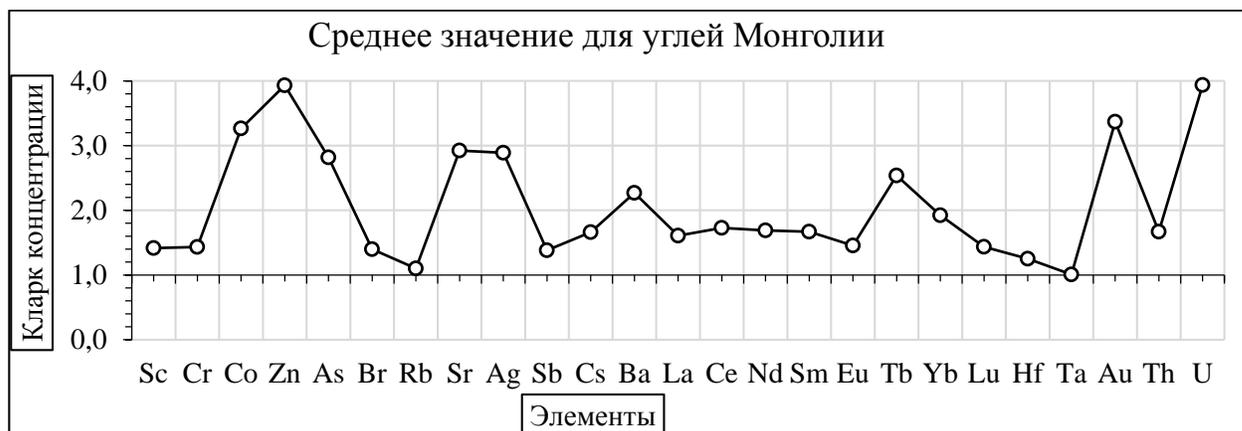


Рисунок 6.5. Показатели кларка концентрации для углей Монголии

В углях Монголии максимальное варьирование характерно для цинка (КК=3,39), урана (КК=3,94), кобальта (КК=3,26), мышьяка (КК=2,82), стронция (КК=2,92), для других элементов 1,5 раза выше чем кларк.

Наиболее приоритетными загрязнителями углей являются кобальт, цинк, мышьяк, стронций и уран.

Наиболее опасными элементами для состояния окружающей среды и здоровья человека считаются хром, цинк, стронций, кобальт, мышьяк, торий и уран.

Таблица 6.1. Показатели кларка концентрации для изученных месторождений

Возраст	Месторождение	Элементы, превышающие «порог токсичности», радиоактивные элементы (кларк концентрации)						
		Cr	Co	Zn	As	Sr	Th	U
Карбонский	Зээгт	0,30	0,40	н.д	0,43	2,47	1,26	2,24
	Нуурст хотгор	0,38	11,0	5,30	0,08	0,07	0,81	0,80
	Хартарвагатай	0,71	0,64	н.д	4,60	1,28	2,05	1,20
Пермский	Мааньт	0,53	2,18	1,51	1,14	1,33	1,41	1,37
	Тавантолгой	0,68	1,12	0,73	0,08	2,77	0,57	1,14
	Хундулун	0,15	0,14	н.д	0,04	1,70	0,63	9,19
	Хуренгол	0,35	0,72	1,46	0,06	0,89	1,78	0,80
Юрский	Баянтээг	2,39	15,6	н.д	2,54	6,33	2,18	9,17
	Могойн гол	2,30	1,48	н.д	1,57	4,57	1,42	9,58
	Сайхан-Овоо	0,90	1,02	н.д	1,76	3,31	0,56	1,10
	Шарын гол	6,50	8,67	5,26	26,7	5,01	7,73	3,71
Меловой	Адуунчулуун	0,43	4,69	н.д	1,99	3,46	0,30	14,8
	Алаг тогоо	0,72	1,34	н.д	н.д	1,36	1,14	0,93
	Багануур	0,59	1,06	н.д	0,33	1,68	0,19	1,56
	Тугрикнуур	0,77	1,11	н.д	1,93	3,34	0,45	0,33
	Увурчулуут	1,81	1,57	3,21	3,54	7,03	1,55	4,38
	Чандганатал	2,97	2,92	1,08	0,52	0,01	0,31	2,12
	Шивээ-Овоо	3,31	3,06	12,9	0,62	6,01	5,72	6,46

*Примечание: жирным шрифтом выделены значения, превышающие кларк концентрации для углей.

Наибольшие концентрации опасных элементов в углях характерны для месторождений юрского и мелового возраста. Такие месторождения, как Баянтээг, Могойн гол, Шарын гол и т.д.

7. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Цель «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» дипломной работы представлен расчет сметной стоимости работ по исследованию геохимии углей Монголии.

Во время работ были исследованы угли от исследованных месторождений Нуурст хотгор, Хартарвагатай, Хундулун, Маанть, Хуренгол, Зээгт, Увурчулуут, Баянтээг, Тавантолгой, Могойн гол, Сайхан- Овоо, Шарын гол, Багануур, Тугрикнуур, Шивээ- Овоо, Алаг тогоо, Чандганатал, Адуунчулуун.

Сметная стоимость рассчитывается согласно нормативным правовым документам:

- Методика составления временных проектно-сметных нормативов на геологоразведочные работы (Методика ВПСН);
- Сборник сметных норм на геологоразведочные работы за 1992 год выпуск №1, №7 (ССН-92, Вып.1, Вып.7);
- Сборник норм основных расходов на геологоразведочные работы за 1993 год выпуск №1 (СНОР-93, Вып.1).

7.1 Объемы работ

Для изучения условий накопления, закономерности распределения ценных и токсичных элементов в углях и их золах необходимо поэтапно произвести ряд работ, включающие в себя: полевые (литогеохимические), лабораторные и камеральные. При условии наличия исследуемого материала, затраты на первый (полевой этап) не учитываются. Для выполнения остальных работ привлекается геолог 1-й категории и техник-геолог. При этом, часть работ будут выполнены подрядными организациями, а для отдельных видов работ принимается наличие необходимого оборудования. В таблице 7.1 можно увидеть объемы работ.

Таблица 7.1. Объемы и виды работ.

№	Вид работ	Объем		Условия производства работ	Вид оборудования
		Ед.изм	Количество		
1	Полевые работы	Проба шт.	550	Отбор проб	
2	Лабораторные работы	Проба шт.	550	Пробоподготовка	ИНАА
				Определение 28 элементов	
3	Камеральные работы			Обработка анализ данных	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 550 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).

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 28 элементов-примесей; собственно расчет геохимических показателей; оформление полученных данных в виде таблиц, графиков, диаграмм.

7.2 Нормы расхода материалов

Нормы расхода материалов для полевых, лабораторных и камеральных работ также определялись согласно ССН, выпуск 3, а также инструкциям и методическим рекомендациям (таблица 7.2).

Таблица 7.2. Нормы расхода материалов на проведение работ

Наименование и характеристика изделия	Ед. изм.	Цена, руб.	Норма расхода	ССН	Сумма, руб.
Полевые работа					
Журнал документации	шт.	56	9,37	ССН, вып. 2, табл. 49, пункт 5	524,72
Карандаш	шт.	10	18,74	ССН, вып. 2, табл. 49, пункт 6	1874
Пакеты	шт.	40	73	ССН, вып. 2, табл. 49, пункт 14	2920
Итого					5318,72
Лабораторные работа					
Фольга алюминиевая 10 м × 30 см	шт.	25	0,082		2,05

Продолжение таблицы 7.2

Пинцет медицинский	шт.	49	1		49
Итого					51,05
Камеральные работы					
Бумага офисная	Лист 100	170	0,05	ССН, вып. 2, табл. 49, пункт 14	28
Карандаш простой	шт.	2	2,5	ССН, вып. 2, табл. 49, пункт 14	5
Линейка чертежная	шт.	18	0,24	ССН, вып. 2, табл. 49, пункт 14	4,32
Резинка	шт.	2	0,94	ССН, вып. 2, табл. 49, пункт 14	1,88
Ручка шариковая	шт.	20	0,94	ССН, вып. 2, табл. 49, пункт 14	18,8
Стрежень для ручки шариковой	шт.	20	2,8	ССН, вып. 2, табл. 49, пункт 14	56
Итого					114
Итого вес					5483,77

Во время исследования, расчет затрат на возмещение износа основных средств используемых при выполнении работ, представлены в таблице 7.3.

Таблица 7.3. Расчет затрат на возмещение износа основных средств (амортизационные отчисления)

Наименование основных средств	Ед. изм.	Число	Балансовая стоимость единицы, руб.	Продолжитель- ность использования, месяцев	Норматив годовых отчислений, %	Сумма, руб.
ПК Samsung	шт.	2	40000	3	20	2000
Исследователь- ский ядерный реактор ТПУ, г.Томск	проб	500	1800			900000
Итого						902000

7.3 Затрат труда и размера страховых взносов

Затрат труда и размера страховых взносов 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 непредвиденные работы и затраты колеблется от 3-6 %.

Затраты на оплату труда работников представлен в таблице 7.4.

Таблица 7.4. Затраты на оплату труда работников

№	Основные расходы	Оклад руб/мес.	Районный коэф.	Итого руб/мес.
1	Геолог	35000	1,3	45500
2	Рабочий	25000	1,3	32500
Итого за 3 месяца				234000
3	Фзп			234000
4	Страховые взносы (30,2 от ФЗП)			70668
	Итого			304668

7.4 Общий расчет сметной стоимости работ

Общий расчет сметной стоимости на выполнение исследовательских работ по изучению геохимии углей представлен в таблице 5.

Таблица 7.5 – Общий расчет сметной стоимости

№	Виды расходов	Стоимость, руб.
1	Амортизационные отчисления	902000
2	Материальные затраты	5483,77
3	Оплата труда	304668
Итого		1212151,77

Таким образом, в данном разделе рассчитывается суммарная стоимость исследования элементов примесей в углях Монголии составляет 1212151,77 рубля.

8. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Введение

Целью данной работы является изучение особенностей геологии и геохимии для углей Монголии.

В данном разделе рассматривается производственная и экологическая безопасность при выполнении геологических работ, мероприятия по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на работников, возможные чрезвычайные ситуации и пути их избегания и устранения. Обеспечение безопасности жизни и здоровья работников в полевых и лабораторных условиях является одной из главных задач любого предприятия. Для решения данной задачи необходимо разработать правила производственной и экологической безопасности, которые должны соблюдаться в процессе трудовой деятельности.

8.1 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.

8.2 Производственная безопасность

В данном пункте анализируются вредные и опасные факторы, которые могут возникать при проведении исследований в лаборатории, при разработке или эксплуатации проектируемого решения.

Для идентификации потенциальных факторов необходимо использовать ГОСТ 12.0.003-2015 [2] «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды необходимо представить в виде таблицы (Таблица 8.1).

Таблица 8.1 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовлен	Эксплуатация	
1.Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	ГОСТ 12.1.004-91; ГОСТ 12.1.005-88; ГОСТ 12.1.038-82; ГОСТ 17.1.3.06-82; ГОСТ 17.4.3.04-85; ГОСТ 17.2.3.01-86; СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03; СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03; СанПиН 2.2.4.548 – 96;
2.Превышение уровня шума		+	+	
3.Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	+	
4.Недостаточная освещенность рабочей зоны		+	+	
5.Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	+	

8.2.1 Анализ вредных и опасных производственных факторов

Отклонение параметров микроклимата

Так как геологические работы проводятся в летний период, для обеспечения нормального функционирования организма необходимо поддержание оптимальных показателей микроклимата. Микроклимат представляет собой комплекс физических параметров воздуха, влияющий на тепловое состояние организма.

В основном при отклонении показателей микроклимата на открытом воздухе организму грозит быстрая утомляемость и излишняя затрата сил. Основной опасный фактор для данной местности — это перегрев и как следствие получение солнечного удара.

Для предотвращения перегрева предусматривается использование средств индивидуальной защиты (СИЗ), которыми должны быть обеспечены работающие. Также необходимо рационализировать режим труда и отдыха, прерываясь от работы рабочие должны отдыхать в помещениях с благоприятными условиями. Для профилактики неблагоприятного влияния высокой температуры воздуха должны соблюдаться рациональное питание и правильный питьевой режим.

Необходимым условием нормальной жизнедеятельности и работоспособности человека является обеспечение хороших микроклиматических условий в помещениях, оказывающее влияние на самочувствие и работоспособность человека.

Внутренний баланс организма человека во многом зависит от внешних условий среды. Микроклимат помещения, в котором человек находится продолжительное время, значительно влияет на работоспособность, функциональную деятельность человека, его самочувствие и здоровье, так и надежность работы ПЭВМ. Их отклонение может негативно отражаться на организме, становясь причиной пересыхания и растрескивания кожи и слизистой, а также последующего заражения болезнетворными микроорганизмами, и общей работоспособности организма.

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 6.2 согласно СанПиН 2.2.4.548 – 96 [13].

Таблица 8.2 – Оптимальные нормы микроклимата для помещений с ВДТ и ПЭВМ

Сезон	Каегория выполняемых работ	Температура воздуха, °С	Влажность воздуха, %	Скорость воетра, м/с
Холодный	Легкая	22-24	40-60	0,1
Теплый	Легкая	23-25	40-60	0,1

В камеральном помещении необходимо обеспечить приток свежего воздуха, количество которого определяется технико-экономическим расчетом и выбором схемы системы вентиляции. Минимальный расход воздуха определяется из расчета 50-60 мз/час на одного человека. При небольшой загрязненности воздуха кондиционирование помещений осуществляется с переменными расходами наружного и циркуляционного воздуха. При значительном загрязнении в зависимости от эксплуатационных затрат на очистку воздуха расходы наружного и циркуляционного воздуха должны определяться технико-экономическим расчетом. Системы охлаждения и кондиционирования устройств ЭВМ должны проектироваться, исходя из 90 % циркуляции СНиП 41-01-2003[16].

Помещение, в котором выполнялись камеральные работы соответствует нормам микроклимата.

Превышение уровня шума

Шум может создаваться работающим оборудованием: буровыми установками, машинами. В результате исследований установлено, что шум ухудшает условия труда, оказывает вредное воздействие на организм человека. Действие шума различно: затрудняет разборчивость речи вызывает необратимые изменения в органах слуха человека, повышает утомляемость. Предельно допустимые уровни шума до 80 децибел, характеризующие шум, регламентируются согласно ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ [3]. Для уменьшения шума необходимо устанавливать звукопоглощающие кожухи, применять

противошумные подшипники, глушители, вовремя смазывать трущиеся поверхности, а также использовать средства индивидуальной защиты: наушники, ушные вкладыши.

Вибрации в бурении возникает при спускоподъемных операциях от работающих двигателей (лебедки, насосов, вибросит). Под действием вибрации у человека развивается вибрационная болезнь. Различают местную и общую вибрацию. Общая вибрация наиболее вредна, чем местная. Профилактика вибрационной болезни включает в себя ряд мероприятий технического, организационного и лечебно-профилактического характера. Это – уменьшение вибрации в источнике (уменьшение нагрузки бурильной установки), своевременная смазка и регулировка оборудования и внедрение рационального режима труда и отдыха.

Предельно допустимые значения, характеризующие вибрацию, регламентируются согласно ГОСТ 12.1.012-2004 [5] приведены в таблице 8.3.

Таблица 8.3. Гигиенические нормы уровней вибростороности

Вид вибрации	Допустимый уровень вибростороности, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими									
	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
Технологическая	108	99	93	92	92	92				
Локальная			115	109	109	109	109	109	109	109

Недостаточная освещенность рабочей зоны

Если нормы освещенности соблюдены, в помещении приятно находиться, усталость в процессе работы наступает медленнее. В противном случае настроение быстро ухудшается, появляются и другие признаки негативного влияния «неправильного» света на глаза и нервную систему.

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное

психологическое воздействие на работающих, способствует повышению производительности труда.

При работе на ЭВМ, как правило, применяют одностороннее боковое естественное освещение. Если экран дисплея обращен к оконному проему, необходимы специальные экранирующие устройства, снабженные светорассеивающими шторами, жалюзи или солнцезащитной пленкой.

В тех случаях, когда одного естественного освещения недостаточно, устраивают совмещенное освещение. При этом дополнительное искусственное освещение применяют не только в темное, но и светлое время суток. Для искусственного освещения помещений хорошо подходят светильники с люминесцентными лампами общего освещения [11]. Диффузный ОД-2-80 светильник имеет следующие технические характеристики: 2 лампы по 80 Вт; длина лампы 1531 мм, ширина 266 мм, высота 198 мм. Коэффициент полезного действия равен 75 %, светораспределение прямое. Для исключения засветки экранов дисплеев прямыми световыми потоками светильники общего освещения располагают сбоку от рабочего места, параллельно линии стены с окнами и зрения оператора.

Согласно действующим нормам в рабочем помещении СП 52.13330.2016 [15] показатели $K_{EO} \geq 0.5\%$, $E \geq 500$ лк, тип освещения на рабочей зоне искусственный.

Отсутствие или недостаток естественного света

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.

Установлено, что свет, помимо обеспечения зрительного восприятия, воздействует на нервную оптико-вегетативную систему, систему формирования иммунной защиты, рост и развитие организма и влияет на многие основные процессы жизнедеятельности, регулируя обмен веществ и устойчивость к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды. Помимо прочего, недостаточная освещенность рабочей зоны несет в себе опасность усталости глаз и как следствие снижения зрения [11].

В производственных помещениях кроме искусственного освещения, должно быть достаточное количество естественного света. В данном проекте, при выполнении буровых работ необходимо применение искусственного освещения, в помещении буровой установки. Параметры естественного и искусственного освещения на рабочих местах приведены в таблице 8.4.

Таблица 8.4. Параметры естественного и искусственного освещения на рабочих местах

Наименование рабочего места	Характеристика зрительной работы	Тип источника света	Норма искусственной освещенности, лк	Норма естественной освещенности, %
1	2	3	4	5
Кабинеты, рабочие комнаты, офисы	Набор текста, работа с планами, картами, высокой точности	Лампа дневного света, люминесцентная	300	1,2-3,0
Помещения буровой	Средней точности	Лампы накаливания	150	0,5-2,0

Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.

Оборудование, находящееся в пределах рабочей площадки (насосы, ротор, подъемник), работает от электрического тока. Как следствие, существует

вероятность поражения электрическим током рабочего. Проходя через человека электрический ток воздействует на организм следующим образом:

Биологическое воздействие. Выражается в раздражении и возбуждении живых клеток организма, что приводит к непроизвольным судорожным сокращениям мышц, нарушению нервной системы, органов дыхания и кровообращения. При этом могут наблюдаться обмороки, потеря сознания, расстройство речи, судороги, нарушение дыхания (вплоть до остановки). Тяжелая электротравма нарушает функции мозга, дыхания, сердца до полной их остановки, что приводит к гибели пострадавшего. Наиболее частой причиной смерти от электротравмы является фибрилляция желудочков сердца, при которой нарушается сократительная способность мышц сердца.

Электролитическое воздействие. Проявляется в разложении плазмы крови и др. органических жидкостей, что может привести к нарушению их физико-химического состава.

Термическое воздействие. Сопровождается ожогами участков тела и перегревом отдельных внутренних органов, вызывая в них различные функциональные расстройства. Ожоги вызываются тепловым действием электрического тока или электрической дуги.

В настоящее время, согласно ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ [8] «Средства защиты работающих. Классификация», существуют следующие средства защиты от повышенного значения напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека:

1. оградительные устройства;
2. устройства автоматического контроля и сигнализации;
3. изолирующие устройства и покрытия;
4. устройства защитного заземления и зануления;
5. устройства автоматического отключения;

6. устройства выравнивания потенциалов и понижения напряжения;
7. устройства дистанционного управления;
8. предохранительные устройства;
9. молниеотводы и разрядники;
10. знаки безопасности.

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

8.3 Экологическая безопасность

К основным источникам воздействия на окружающую среду относятся: нарушение поверхностного слоя земли, а также загрязнение угольными отходами; загрязнение водных ресурсов, как подземных, так и поверхностных; частичное истощение водных ресурсов; нарушение режима движения грунтовых и поверхностных вод в связи с горными работами; загрязнение атмосферного воздуха выбросами из котельных, горящими отвалами горных пород. Результатом этих нарушений являются эрозионные процессы обезвоживания прилегающих территорий, загрязнение прилегающих земельных участков, воздушных и водных пространств бассейнов. Для пространственной локализации и нейтрализации вредного воздействия горных пород работа над ландшафтно-экологической системой, необходимо стремиться к восстановлению земель с помощью своевременной мелиорации, эффективность которой будет напрямую зависеть от установленного объема ландшафтно-реставрационных работ. Рекультивация земель представляет собой комплекс работ (инженерных, горнотехнических, мелиоративных, лесохозяйственных, сельскохозяйственных и других), которые направлены для восстановления и повышения продуктивности нарушенных земель промышленности. Цель

мелиорации- это, прежде всего, превращение природных комплексов, нарушенных промышленностью, в культурный ландшафт.

8.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Часто во время определенных работ в лабораториях возникает опасность возникновения пожара.

Здание, в котором находится наша рабочая аудитория по пожарной опасности относится к категории В – производства, связанные с переработкой или использованием твердых горючих веществ и материалов (компьютерная техника, предметы мебели).

Пожароопасность в основном представлена открытыми токоведущими частями электропроводки, коротким замыканием в электропроводке, перегрузкой сети и статическим электричеством. Возможными причинами возникновения пожара могут быть: неправильный монтаж и эксплуатация систем отопления (использование обогревателей), неисправность систем вентиляции, неосторожное обращение с огнем персонала и др.

Способ тушения пожара зависит как от причины его возникновения, так и от характера горящего объекта. Если в лаборатории возник пожар и существует угроза его распространения, то, используя подручные средства пожаротушения, необходимо также вызвать местную пожарную часть.

В испытательном зале было установлено следующее противопожарное оборудование:

- План эвакуации людей в случае пожара;
- Памятка о соблюдении правил пожарной безопасности;
- Вентиляционные системы для отвода избыточного тепла от компьютера;
- Углекислотный огнетушитель (ОУ-3-ВСЕ);

– Автоматическая пожарная сигнализация;

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 данном 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

Уголь является основным видом топлива Монголии. На территории Монголии выявлены углепроявления каменного и бурого угля, приуроченные к угленосным формациям каменноугольной, пермской, юрской и меловой систем.

Предметом исследования были угли и углевмещающие породы Нуурст хотгорского, Хартарвагатайского, Хундулунского, Маантского, Хурен голского, Зээгтского, Увурчулуутского, Баянтээгского, Тавантолгойского, Могойн голского, Сайхан- Овооского, Шарын голского, Багануурского, Тугрик нуурского, Шивээ- Овооского, Алаг- Тогооского, Чандганаталского и Адуунчулуунского месторождений.

В данной работе изучены геохимические особенности угля месторождений Монголии на основе анализа 500 проб. По полученным данным можно сделать следующие выводы:

- В целом, угли корбон-пермского возраста отличаются высоким качеством и относительно безопасны для экологии и здоровья человека. Угли юрского возраста отличаются более высокими уровнями накопления Cr, Sc, As, Zn, Sb, Sr, PЗЭ, Th и U. Угли мелового возраста несколько ступают по качеству палеозойским углям, но также отличаются в целом невысокими уровнями накопления токсичных элементов. Для них характерно повышенное содержание урана, на отдельных месторождениях достигающее промышленно значимых концентраций.

- Наличие в углях Монголии повышенных содержаний мышьяка, сурьмы, повсеместное их обогащение радиоактивными элементами требует проведения специализированных экологических исследований для выявления углей, не пригодных для безопасного для окружающей среды энергетического использования. Повышенные концентрации почти всех элементов, особенно

скандий (до 200 г/т в золе угля), мышьяк (до 221,3 г/т в углях) и группы лантаноидов, подтвердились на Шарынголском месторождении. Месторождение Адуунчулуун может рассматриваться как комплексные уран-редкоземельные (уран до 300 г/т в золе угля).

- Таким образом, угли Монголии обладают высоким редкометалльным потенциалом, в настоящее время почти не востребованным. Учитывая общую тенденцию возрастания спроса на редкометалльное сырье и снижение требований к качеству руд, можно предположить, что в недалеком будущем часть его будет вовлечена в разработку. Для изучения и освоения этого ресурсного потенциала необходима разработка и реализация государственной программы с участием всех заинтересованных сторон.

Список использованной литературы

1. Активационный анализ. Методология и применение. - Ташкент: Изд-во “ФАН”, 1990. - 244 с.
2. Арбузов С.И., Машенькин В.С., Рыбалко В.И., Судыко А.Ф., Редкометалльный потенциал углей северной азии (Сибирь, Российский Дальний Восток, Казахстан, Монголия)
3. Арбузов С.И., Чекрыжов И.Ю., Юйчжуан Сунь, Цунлян Жао, Машенькин В.С., Ильенок С.С., Иванов В.В., Блохин М.Г, Зарубина Н.В., Редкоземельные элементы (La, Ce, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu) в углях Северной Азии (Сибирь, Российский Дальний Восток, Северный Китай, Монголия, Казахстан), 2017. -№ 4. 6–27 с.
4. Бат-Эрдэнэ Д., Закономерности размещения и условия образования угольных бассейнов в орогенных структурах Монголии. Москва, 1992.
5. Бат-Эрдэнэ Д., Закономерности размещения и формирования угольных бассейнов МНР и перспективы угленосности. Улан-Батор, 1989.
6. Бат-Эрдэнэ Д., Закономерности размещения и формирования угольных бассейнов орогенных структур Монголии. –Дисс. На уч.ст.канд.геол.-мин, наук, Москва, 1992.
7. Бямба Ж., Бат-Эрдэнэ Д., Геология Монголии и полезные ископаемые. Том 5. Улан-Батор, 2009.
8. Гантимур Б., Обогащаемость и микроэлементный состав угля месторождения «Хушуут» в западной Монголии, 2012. -154 с.
9. Жаров Ю.Н., Мейтов Е.С., Шарова И.Г., Ценные и токсичные элементы в товарных углях России. Недра, 1996.
10. Исследование углей юго-восточной части Тавантолгойского месторождения. Монголия, 1989.

11. Кондаков А.Н., Возная А.А., Чугайнов В.Л., Скандий в отложениях средне-позднепермской угленосной формации кузбасса. Камерово, 2016
12. Маринов Н.А., Хасин Р.А., Хурц Ч., Геология монгольской народной республики. Том 3. – Москва, 1977.
13. Мунхтоого Л., Эрхэмбаяр., Общая геология для горючих ископаемых. Улан-Батор, 2014.
14. Норов Н., Арбузов С.И., Энхбат Н., Оюунболор Г., Исследования радиоактивного равновесия в радиогеохимически аномальных углях Монголии.
15. Отчет о результатах геологической съемки М1:50000, проведенной на территории района угольного месторождения Тавантолгой, Южно-Гоби в 1982-1983 годах. Улан-Батор, 1984.
16. Пурэвсүрэн Б., Даваажав Я., Эрдэнэчимэг Р., Исследование в углях крупного месторождения Монголии. Улан-Батор, 2010.
17. Юдович Я.Э., Кетрис М.П., Неорганическое вещество углей. Екатеринбург, 2002.
18. Юдович Я.Э., Кетрис М.П., Ценные элементы-примеси в углях. Екатеринбург, 2006.
19. Ценные и токсичные элементы в товарных углях России. Справочник / Жаров Ю.Н., Мейтов Е.С., Шарова И.Г. и др. М.: Недра, 1996. 239 с.
20. Ariuntuya N., Strategy on strategic mineral missing// Journal of Mongolian mining, 2009.
21. Avid B., Purevsuren B. et al. Pyrolysis and TG analysis of the Shivee ovoо coal Mongolia, Journal of thermal Analysis and Calorimetry, Vol 68, 2002. P.877-885
22. Gluskoter H.J., Ruch R.R., Miller W.G., Cahill R.A. et al. Trace elements in Coal: Occurrence and Distribution// Ill. Geol. Circ. 1977. -№ 499. – 154 p.

23. Ruch R.R., Cahill R.A., Frost J.K., Camp L.P., Gluskoter H.J. Survey of trace elements in coals and coal-related materials by neutron activation analysis// Journal of Radioanalytical Chemistry, 1977. Vol. 38. – P. 415 - 424.

Нормативные документы

24. ГН 2.2.5.3532–18. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

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

26. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.

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

28. ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ. Вибрационная болезнь. Общие требования

29. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация.

30. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.

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

32. ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.

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

34. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий.

35. СанПиН 2.2.4.3359–16. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах.

36. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
37. 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.
38. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95.
39. СП 60.13330.2016 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003.

Приложение А

Research on the thermal decomposition of Mongolian Baganuur lignite and Naryn sukhait bituminous coal

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ81	Баттушиг Батгэрэл		

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
Доцент	Диденко А.В.	к.ф.н., ОИЯ ШБИП		

1. Introduction

Mongolia is a country with rich coal resources. Coal is composed mostly of lignite, subbituminous and bituminous coals. Total geological resources of coal are 163 billion tones and a proven coal reserve is 9.3 billion tones.

The presence of polluting ions of heavy metals such as cadmium, mercury and lead in the industrial zone of the city of Ulaanbaatar is a big problem because of their high toxicity. The use of activated carbon to remove toxic metallic ionic pollutants in wastewater is of great importance. To resolve the problems of environmental pollutions we need to investigate the possibility of obtaining activated carbons with certain adsorbing and filtering ability from different kind of coals, which are the cheapest raw materials in Mongolia.

Thermogravimetric analysis (TGA) has been found useful to explore various parameters that effect reactivity and has the added advantage of readily showing the changes in reaction rate as gasification of the char proceeds. Therefore the carbonization and gasification reactivities should be determined by thermogravimetric measurements for Baganuur lignite and Naryn sukhait bituminous coals. The Baganuur lignite deposit is located 110 km east of Ulaanbaatar, in the Bayandelger village of the Tuv Province, and has been mined since 1978, with the proven reserves of 713.1 million tones. The Naryn sukhait coal deposit is located 849 km of Ulaanbaatar, in the Gurvantes village of the South Gobi, with the proven reserves of 125 mlninrea tones [22].

2. Experimental part

Sample preparation, proximate and ultimate analysis of coals from the Baganuur and Naryn sukhait deposits were performed according to Germany Standards DIN 66165 (sieving analysis), DIN 51705 (bulk density), DIN51718 (moisture content), DIN51719 (ash yield), DIN51720 (volatile matter yield), DIN 51734 (fixed carbon)

DIN 51900 (gross and lower heating value), DIN 51732 (carbon, hydrogen and nitrogen content), DIN 51724-3 (sulphur content), DIN 51727 (combustible sulfur and chlorine) and DIN 51729-10 (main and minor inorganic elements in fuel and ash for X-ray fluorescence analysis).

Ash melting behaviour

Prior to experimental determination of ash melting behaviour, the coal samples with particle size 0.2 mm were combusted at 815°C using a muffle oven. Tests of ash melting behavior were performed on the basis of the DIN 51730 standard. Coal ashes were compacted to a cylindrical body with a diameter and height of 10 mm each. A high temperature kiln was then used to analyze characteristic shapes of the ash while permanent heating of the kiln under oxidizing conditions. The ash was heated at rate 10°C/min starting from 550°C. Softening temperature (A), spherical temperature (B), hemisphere temperature (C) and flow temperature (D) were measured with an accuracy of $\pm 25^\circ\text{C}$ by visual observation.

TGA-measurements

The carbonization and gasification experiments were performed using TGA instrument, (Mettler Toledo TGA/DSC 1) which is schematically shown in Figure 1. The experiments started with temperature programmed carbonization and ended by gasification of the carbonization residue.

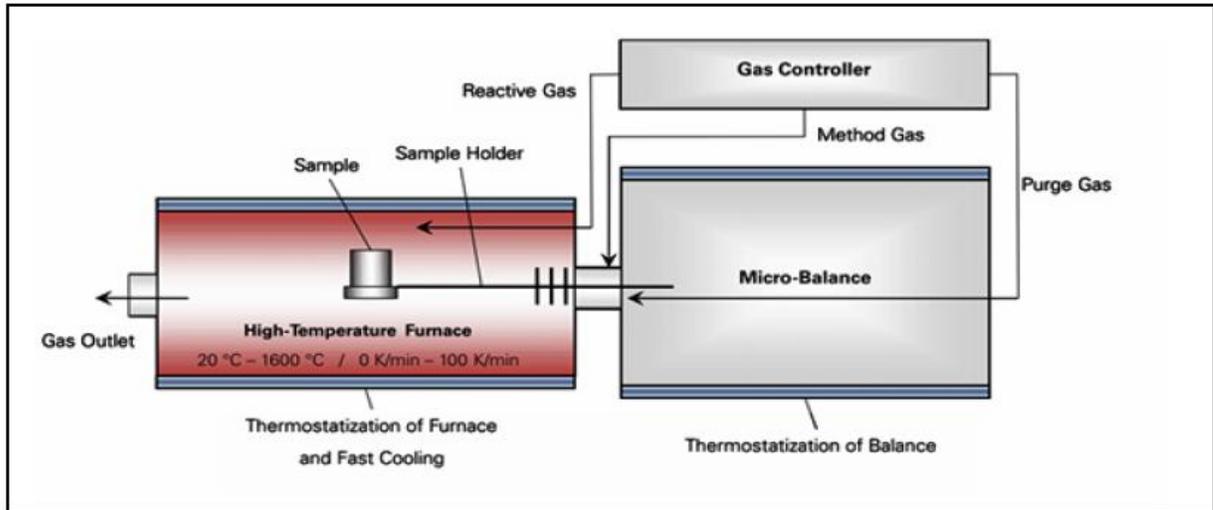


Fig. 1. Schematic diagram of the TGA - thermogravimetric analyzer.

For the experiments 20-30 mg of each sample was used and 2 times repeated. Baganuur lignite and Naryn sukhait bituminous coal samples with a particle size 0.2 mm were carbonized in TGA at temperature 950°C, with heating rate 30 K/min, and a N₂ flow of 120 ml/min, for 45 min. Carbonized coals were gasified in TGA at temperature 950°C, with a N₂ flow of 20 ml/min, CO₂ flow of 100 ml/min and for 50-200 min. After completing an experiment the furnace was cooled at temperature from 950°C to 35°C, with a N₂ flow of 120 ml/min and a rate of 100°C/min, for 10 min. The carbonization conditions were at temperature 950°C, with a flow of N₂ at 120 ml/min and for 200 min. The gasification conditions were at temperature 950°C, with a flow of CO₂ at 120 ml/min and for 50-200 min.

The TGA method can be summarized as follows:

Devolatilization/carbonization and gasification conditions:

1. Drying: $\vartheta=35-110^{\circ}\text{C}$; $\beta=10\text{ K/min}$; $V_{\text{N}_2}=120\text{ ml/min}$
2. Devolatilization/Carbonization: $\vartheta=110-950^{\circ}\text{C}$; $\beta=30\text{ K/min}$; $V_{\text{N}_2}=120\text{ ml/min}$,
 $\vartheta=950^{\circ}\text{C}$; $t=10\text{ min}$; $V_{\text{N}_2}=120\text{ ml/min}$
3. Gasification: $\vartheta=950^{\circ}\text{C}$; $t=50, 100, 150, 200\text{ min}$; $V_{\text{N}_2}=20\text{ ml/min}$; $V_{\text{CO}_2}=100\text{ ml/min}$

4. Cooling: $\vartheta=950^{\circ}\text{C}-35^{\circ}\text{C}$; $\beta=100\text{ K/min}$; $V_{\text{N}_2}=120\text{ ml/min}$

Devolatilization/Carbonization conditions:

5. Drying: $\vartheta=35-110^{\circ}\text{C}$; $\beta=10\text{ K/min}$; 99.9% N_2 , $V_{\text{N}_2}=120\text{ ml/min}$

6. Devolatilization/Carbonization: $\vartheta=110-950^{\circ}\text{C}$; $\beta=30\text{ K/min}$; $V_{\text{N}_2}=120\text{ ml/min}$
 $\vartheta=950^{\circ}\text{C}$; $t=50, 100, 150, 200\text{ min}$; $V_{\text{N}_2}=120\text{ ml/min}$

7. Cooling: $\vartheta=950^{\circ}\text{C}-35^{\circ}\text{C}$; $\beta=100\text{ K/min}$; $V_{\text{N}_2}=120\text{ ml/min}$.

Gasification conditions:

8. Drying: $\vartheta=35-110^{\circ}\text{C}$; $\beta=10\text{ K/min}$; 10% CO_2 , $V_{\text{CO}_2}=120\text{ ml/min}$

9. Devolatilization/Carbonization: $\vartheta=110-950^{\circ}\text{C}$; $\beta=30\text{ K/min}$; $V_{\text{CO}_2}=120\text{ ml/min}$,
 $\vartheta=950^{\circ}\text{C}$; $t=50, 100, 150, 200\text{ min}$; $V_{\text{CO}_2}=120\text{ ml/min}$,

10. Cooling: $\vartheta=950^{\circ}\text{C}-35^{\circ}\text{C}$; $\beta=100\text{ K/min}$; $V_{\text{N}_2}=120\text{ ml/min}$.

Carbonization and gasification experiments in fixed bed reactor: The carbonization and gasification experiments were carried out in quartz crucibles. Prior to the treatment coal samples were sieved to a particle size $< 0.08\text{ mm}$. Then 54 g coal samples were sealed in the quartz crucibles and heated in a fixed bed at temperature 950°C , without air, with a heating rate of 31.7°C/min and for 30 min. After completion of each experiment, the crucibles were cooled to room temperature and carbonized coals were weighed. After that, 10 g carbonized coals were heated at temperature 950°C , with a flow rate of 450 ml/min , under N_2 atmosphere and for 20 min. Finally, carbonized coals were gasified at temperature 950°C , with a flow rate of 450 ml/min , under CO_2 atmosphere and for 30 min. After completion of each experiment, the hard residues were cooled to room temperature and under N_2 atmosphere. The yields of products including solid residue (coal char) determined by weighing, and the weight loss by difference. The degree of coal organic matter (COM) conversion was determined by using the following (1) formula;

3. Results and discussion

The results of sieving analysis (Figure 2) show that particle size distributions of coal samples are different from each other. Baganuur lignite coal sample consists of particles with very different sizes from fine coal powder to lump coals.

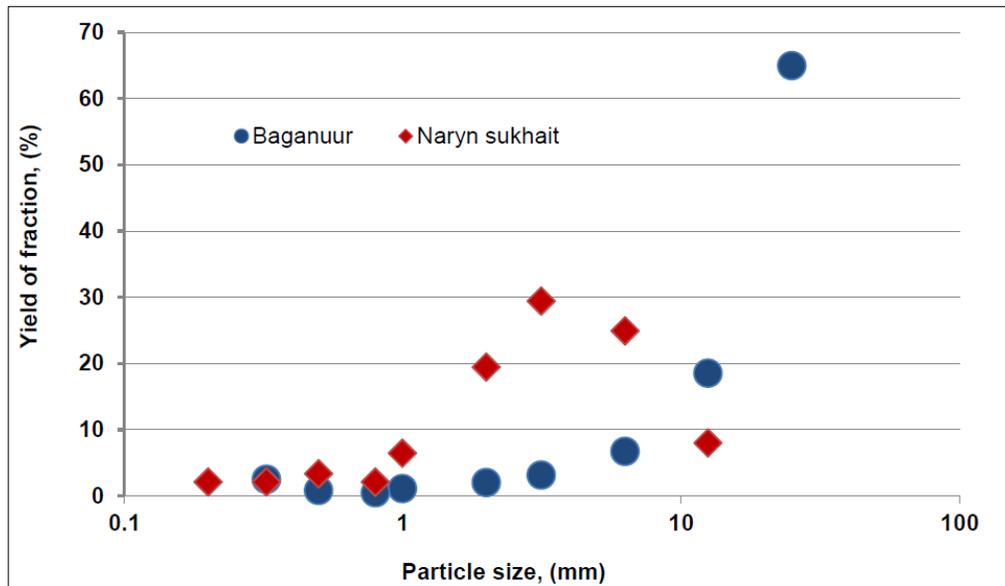


Fig. 2. Particle size distribution of coal samples

Naryn sukhait coal sample has large yield of fraction between 2 mm to 10 mm sizes and relatively little amount of fractions larger than 10 mm size. Therefore, it can be proposed that the hardness of the Baganuur lignite is higher than that of Naryn sukhait coal. The results of proximate analysis of 2 selected samples show that Naryn sukhait coal has lower contents of moisture, volatile matter and higher calorific value and bulk density compared with Baganuur lignite.

Table 1. Properties of the coals samples

Proximate analysis of coal, (%)	Baganuur	Naryn sukhait
Wad	7.6	3.3
Vdaf	47.4	33.8
FC	35.9	53.0
Adb	9.1	9.9
HHV daf, kcal/kg	6714	7734
LHV daf kcal/kg	6470	7490
Bulk density (g cm ⁻³)	0.55	0.74
Ultimate analysis of coal, (% , daf)		
C	71.6	80.6
H	4.7	4.8
N	1.2	1.3
St	0.3	1.4
Oa	22.2	11.9
Scombustible	0.3	1.2
Cl _t	0.03	0.03

^a By difference.

Ash contents of the samples are similar. The results of ultimate analysis show that Naryn sukhait coal has higher content of carbon, lower content of oxygen compared with Baganuur lignite. These results confirm the higher coalification rank of Naryn sukhait coal. Comparison of organic mass composition and some properties of the samples with different fuels are shown in Figure 3. From the figures it can be concluded that Baganuur coal belongs to lignite A type and Naryn sukhait coal belongs to high volatile bituminous B type coals by ASTM D388 standard. The results of analysis of ash melting behaviour (Fig. 4) show that all temperatures (shrinkage-, deformation-, hemisphere- and flow-) are higher in case of Naryn sukhait coal. Especially, hemisphere- and flow-temperatures of Naryn sukhait coal ash are 120-140oC higher than that of Baganuur lignite ash. This different behavior might be caused by mineral composition of coal ashes. Naryn sukhait coal ash may contain more minerals with higher melting temperatures [23]. The chemical composition of ash prepared at 1088 K is showed in Table 2.

Table 2. Main inorganic elements in Baganuur and Naryn sukhait coals and their ashes (% , db)

Element in coal	BN	NS	Element in ash	BN	NS	Oxide in ash	BN	NS
Si	2.4	3.1	Si	10.2	12.2	SiO ₂	21.8	26.0
Al	1.3	2.4	Al	5.3	10.6	Al ₂ O ₃	10.0	20.0
Fe	0.79	1.6	Fe	2.1	5.3	Fe ₂ O ₃	3.0	7.5
Ca	3.7	1.5	Ca	12.4	4.7	CaO	17.4	6.5
Mg	0.17	0.21	Mg	0.86	0.92	MgO	1.4	1.5
Na	-	-	S	2.9	2.6	SO ₃	7.3	6.4
K	0.14	0.24	Na	-	0.87	Na ₂ O	-	1.2
			K	0.52	0.94	K ₂ O	0.63	1.1

BN - Baganuur ; NS - Naryn sukhait ; - not detectable

Contents of main inorganic elements show the relatively higher contents of silicates and lower contents of calcium and magnesium oxides in ash from Naryn sukhait coal. These results are consistent with results of analysis of ash melting behavior. Naryn sukhait coal ash can be classified as bituminous type, while the Baganuur lignite ash is a lignite type [23].

The sum of CaO and MgO ($\text{CaO} + \text{MgO} = 8.0 > \text{Fe}_2\text{O}_3$) and the ratio $(\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) / (\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2) < 1$ show that the Naryn sukhait coal is a bituminous and its ash has an acidic character. The value of modules of coal ashes quality index is shown in Table 3. The Naryn sukhait coal ash has higher silicate and melting modules has lower medium, hydraulic and pyroxene modules compared with that of Baganuur, which confirm higher melting temperature of Naryn sukhait coal. The coal ash can be used as hydraulic mixture for the construction materials. But due to low value of the pyroxene module, it can not be used in casting factories.

Table 3. Value of modules of coal ashes quality index

Sample	Modules				Medium
	M _{silicate}	M _{hydraulic}	M _{pyroxene}	M _{melting}	
Baganuur	1.7	0.61	1.06	1.55	0.71
Naryn sukhait	0.95	0.22	0.72	2.15	0.39

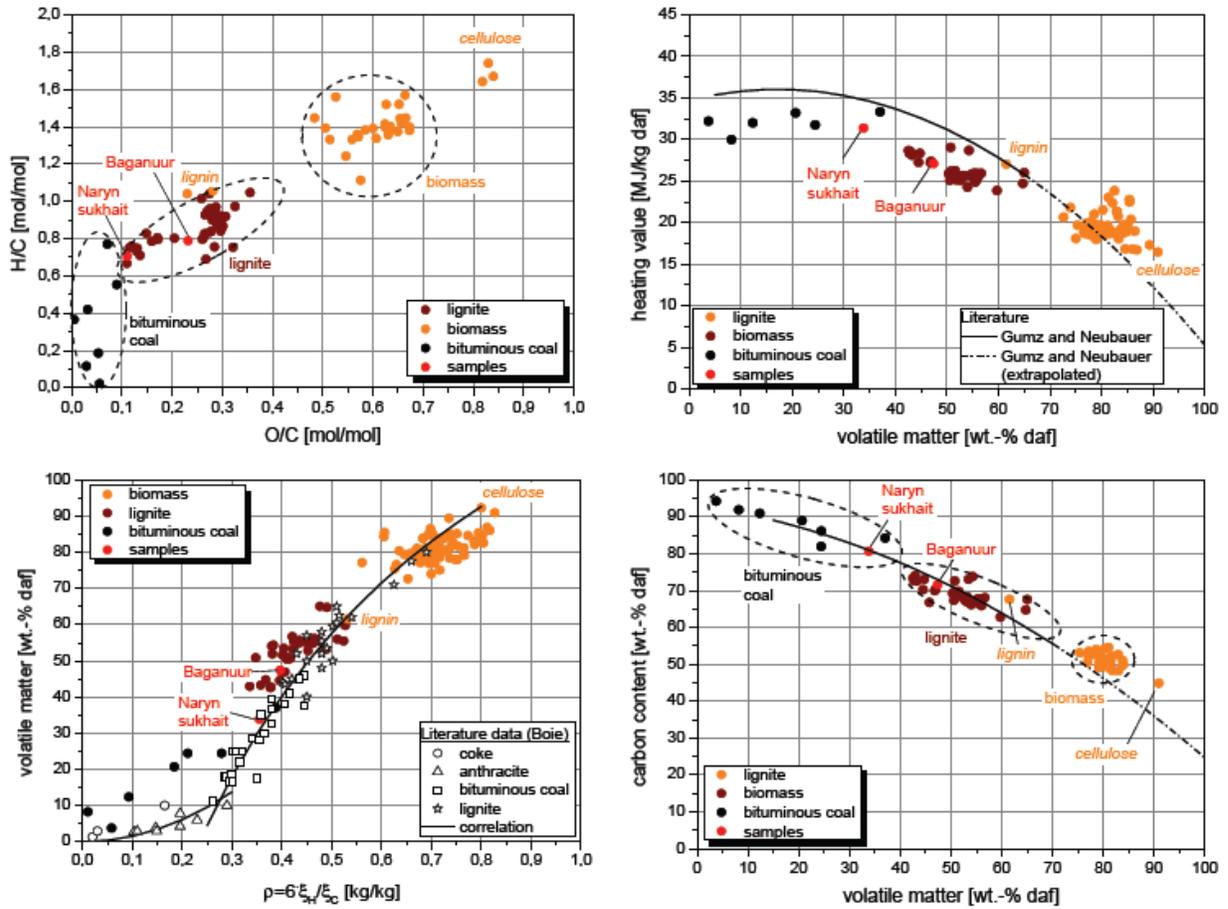


Fig. 3. Comparison of organic mass composition of the samples in relation to different fuels

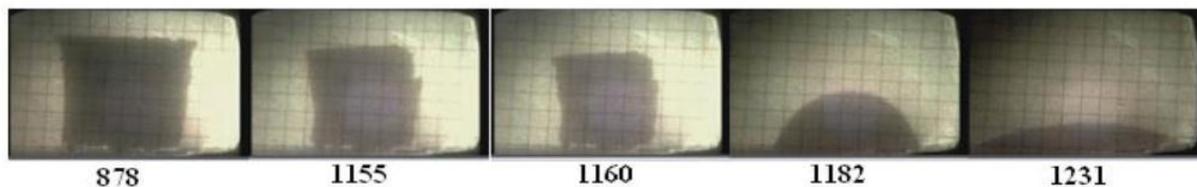
Contents of minor inorganic elements show in Table 4 that the contents of highly hazardous elements such as As, Hg, Pb, Cd are relatively low in both coal ashes.

Table 4. Minor inorganic elements in Baganuur and Naryn sukhait coals and their ashes (% , db)

Element in coal	BN	NS	Element in ash	BN	NS
Sb	0.067	0.018	Sb	0.22	0.06
As	0.00096	0.00099	As	0.003	0.0036
Pb	0.0002	0.0006	Pb	0.00035	0.002
Cd	-	-	Cd	-	-
Cr	0.0016	0.002	Cr	0.005	0.008
Co	0.0039	0.0087	Co	0.01	0.03
Cu	0.0022	0.0059	Cu	0.0056	0.017
Mn	0.013	0.037	Mn	0.037	0.12
Ni	0.0010	0.0028	Ni	0.003	0.008
P	0.084	0.079	P	0.086	0.13
Hg	0.00004	0.00002	Hg	0.00003	0.00001
Se	0.00005	0.00022	Se	0.00008	-
Te	-	-	Te	-	-
Tl	0.00002	-	Tl	-	-
Ti	0.11	0.12	Ti	0.31	0.4
V	0.0017	0.005	V	0.0053	0.017
Zn	0.00047	0.0018	Zn	0.0013	0.0061
Sn	0.0066	-	Sn	0.044	0.014

BN - Baganuur; NS - Naryn sukhait; - not detectable.

Baganuur lignite



Naryn sukhait bituminous

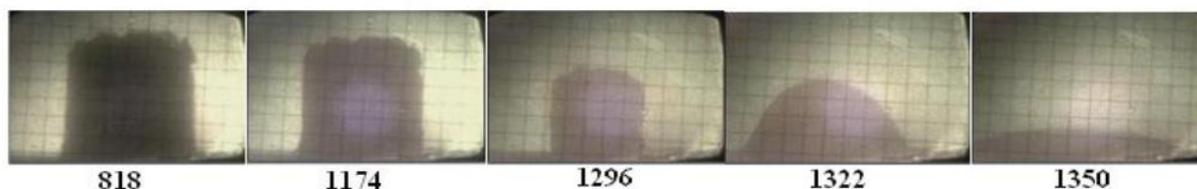


Fig. 4. Ash melting behaviour of different coals: initial state, shrinkage-temperature, deformation-temperature, hemisphere-temperature and flow-temperature.

Comparison of TGA analysis of samples

The TGA and DTG curves of Baganuur and Naryn sukhait coals carbonization and gasification are shown in Figure 5-8.

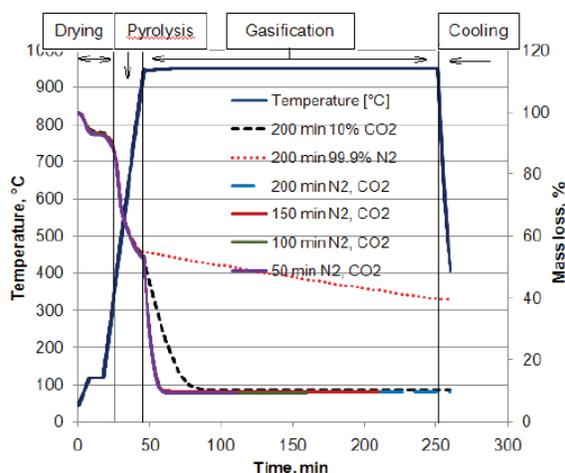


Fig. 5. TGA curves of Baganuur coal carbonization and gasification in different time at 950°C.

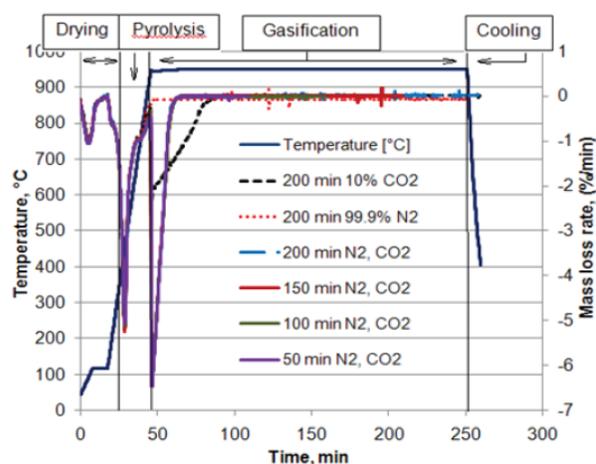


Fig. 6. DTG curves of Baganuur coal carbonization and gasification in different time at 950°C

From Figure 5 and 6 the TGA and DTG curves of Baganuur coal can be observed that the carbonization of coal samples occurred at 355-950°C. As a temperature is lower than 355°C, it is mainly the drying and dehydration process of coal and moisture removing caused the weight loss. When temperature is higher than 355°C, the weak bond in original coal sample commenced breaking and formed gas product emitted. With temperature increasing further, the organic functional groups were broken and reunited quickly and a big peak was shown in the DTG curve. As displayed in the DTG curves, the peaks of mass loss ranged between 355-550°C. In this stage, gas products contained mainly CO₂, CO, CH₄, H₂O, light aliphatics from Baganuur coal carbonization at 455.6°C. After that, with temperature increasing further (>550°C), another weight lost peak was displayed (>550°C), which might be attributed to the secondary pyrolysis of condensed carbon matrix, with the evolution of CO [24-26]. As temperature was lower than 950°C, which was the carbonization stage, there is just some volatile residue removing. At the temperature from 35°C to 950°C, for time period 45 min of carbonization mass loss was 43.1-43.7%. N₂ was switched to CO₂, and the gasification of solid charcoal reacted with CO₂ quickly.

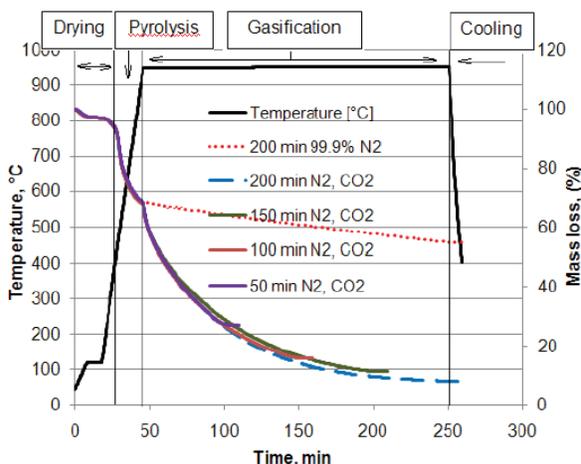


Fig. 7. TGA curves of Naryn sukhait coal carbonization and gasification in different time at 950°C

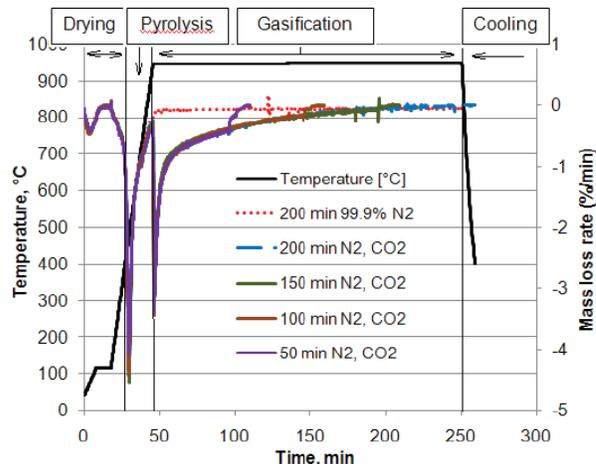


Fig. 8. DTG curves of Naryn sukhait coal carbonization and gasification in different time at 950°C

From the gasification curves, it can be observed that the gasification reaction was completed in 10 min (from 50 to 60 min) with some ash residue, and after that, no obvious mass loss was detected with time extending further. From the gasification curves, it can be observed that at the temperature 950°C, about 60 min the contents of the mineral matter in carbons increased due to their partial oxidation and decomposition of organic matter. Baganuur lignite has a higher yield of mass loss after gasification compared with that of after carbonization, which confirm that solid charcoal reacted with CO₂ intensively. From Figures 7 and 8 the TGA and DTG curves of Naryn sukhait coal it can be observed that the carbonization of coal samples occurred at 400-950°C. As a temperature is lower than 400°C, it is mainly the drying and dehydration process of coal and moisture removing caused the weight loss. Peaks in DTG curves located at 400°C corresponded to it. When temperature is higher than 400°C, the weak bond in original coal sample commenced breaking and formed gas and volatile product emitted. With temperature increasing further, the organic functional groups were broken and reunited quickly and a big peak was shown in the DTG curve. As displayed in the DTG curves, the peaks of mass loss ranged at 400-700°C. In this stage, gas products contained mainly CO₂, CO, CH₄, H₂O, light aliphatics from Naryn sukhait coal carbonization at 500°C. After that, with temperature

increasing further ($>700^{\circ}\text{C}$), another weight lost peak was displayed (950°C), which might be attributed to the secondary pyrolysis of condensed carbon matrix, with the evolution of CO [24-26]. As temperature was lower than 950°C , which was the carbonization stage, there is just some volatile residue removing. At the temperature from 35°C to 950°C , for time period 45 min of carbonization mass loss was 29.7-30.7%. N_2 was switched to CO_2 and the gasification of solid char started. With retention time extending, solid charcoal reacted with CO_2 intensively.

Table 5. Results of the TG and DTG obtained at temperature 950°C

Sample	Time, min	Mass loss ^{db} , (%)			Starting temperature of devolatilization, $^{\circ}\text{C}$	Drying		Carbonization		Gasification		
		Carbonization	Gasification	Residue of gasification		Temperature, $^{\circ}\text{C}$	Value of maximum mass loss rate, (%/min)	Temperature, $^{\circ}\text{C}$	Value of maximum mass loss rate, (%/min)	Temperature, $^{\circ}\text{C}$	Value of maximum mass loss rate, (%/min)	
Baganuur	50	43.3	46.4	10.3	355.7	91.7	1.02	454.7	5.08	944.4	6.48	
	100	43.2	46.9	9.9	356.1	93.3	1.0	454.9	5.13	944.0	6.20	
	150	43.1	46.3	10.6	355.8	95.5	0.97	454.1	5.15	944.5	6.26	
	200	43.7	46.0	10.3	357.5	91.9	0.99	455.6	5.20	943.7	6.39	
Naryn sukhait	50	29.7	40.0	30.2	404.0	79.2	0.38	479.2	4.2	946.8	3.25	
	100	30.7	52.8	16.6	402.4	71.3	0.47	479.1	4.44	945.6	3.46	
	150	30.4	58.1	11.5	411.9	75.7	0.45	479.1	4.51	945.7	3.45	
	200	29.8	60.7	9.6	410.3	80.5	0.38	478.8	4.34	946.4	2.98	
Carbonization under N_2 , at 200 min												
BN	200	57.8	-	42.2	356	92.6	0.97	454.2	5.29	-	-	
NS	200	42.7	-	57.3	409.5	73.8	0.42	479.4	4.53	-	-	

BN - Baganuur, NS - Naryn sukhait

The dates (Figure 9) also showed that the mass losses decreased with increasing time of gasification indicating the oxidation and decomposition degrees of organic matter are different for the different types of chars. The results (Table 5) confirm that Baganuur lignite has low thermal stability, its decomposition occurs at lower temperature compared with that of Naryn sukhait coal. Starting temperature of devolatilization for Baganuur lignite is approximately 60°C lower than that of Naryn sukhait coal. Therefore the values of maximum mass loss rate is for Baganuur lignite

are much higher than that of Naryn sukhait coal in all stages of drying, carbonization and gasification processes.

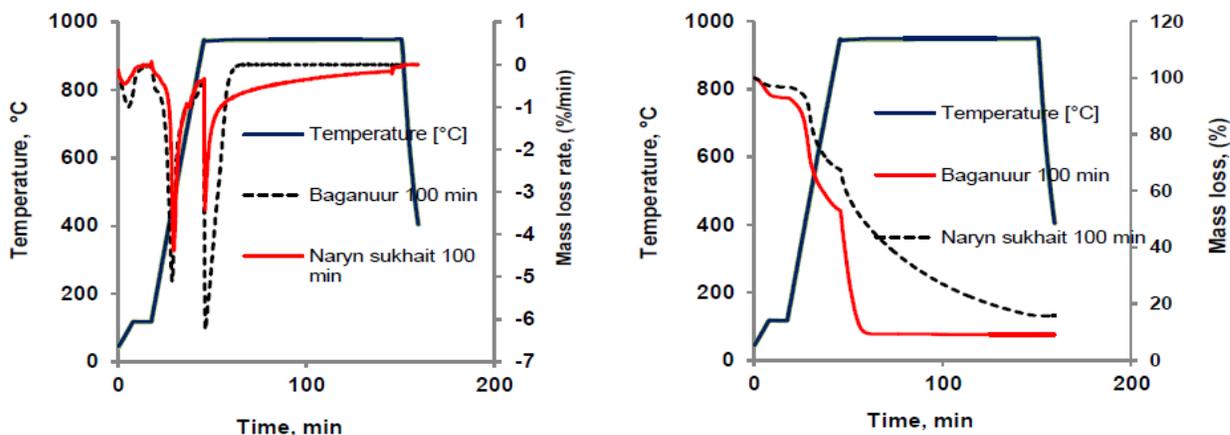


Fig. 9. Comparison of TGA and DTG curves for Baganuur and Naryn sukhait coals carbonization and gasification in 100 min, at 950°C.

Reactivity of char derived from Baganuur lignite is so high, its gasification completed only in 10 minutes at 950°C. A complete gasification of char derived from Naryn sukhait coal at 950°C requires approximately 150 minutes.

Comparison of fixed bed gasification and TGA tests: The results of Baganuur and Naryn sukhait coals carbonization and gasification are shown in Table 6.

The Naryn sukhait bituminous coal has higher yield of char compared with that of Baganuur lignite, which confirm higher thermal stability of Naryn sukhait coal. The results show that 53.3% of organic mass of Baganuur lignite converted to gaseous and volatile compounds during carbonization, which shows intensive thermal decomposition. It is known that lignite and sub-bituminous coals are more suitable for gasification and liquefaction due to their lower thermal stability. If the results are compared, the marked difference in product yield is found for gasification under CO₂ at the 950°C. The yield of Baganuur hard residue is decreasing intensively and the yield of gasification products are increasing intensively compared with that of Naryn sukhait. At this condition 85.9% of organic mass of Baganuur lignite is removed, which is shows that there is also an intensive gasification of the coal organic mass with higher degree of conversion.

4. Conclusions

Coalification degree of the samples by Russian classification could be ordered as following Baganuur (B2) < Naryn sukhait (G). This result shows that Baganuur coal belongs to lignite A type and Naryn sukhait coal belongs to high volatile bituminous B type coals by ASTM D388 standard.

The Naryn sukhait coal ash has higher silicate and melting modules and therefore it has an acidic medium, lower hydraulic and pyroxene modules compared with that of Baganuur coal, related to the higher melting temperature of Naryn sukhait coal ash.

The results of thermogravimetry analysis confirm that Baganuur lignite has low thermal stability and its thermal decomposition occurs at lower temperature compared with that of Naryn sukhait coal.

The Naryn sukhait bituminous coal has higher yield of char compared with that of Baganuur lignite, which confirm higher thermal stability of Naryn sukhait coal.

The results show that 53.3% of organic mass of Baganuur lignite converted to gaseous and volatile compounds during carbonization, which shows intensive thermal decomposition.

References

1. Jiménez A., Iglesias M.J., Laggoun-Defarge F., Suárez-Ruiz J. (1999) Effect of the increase in temperature on the evolution of the physical and chemical structure of vitrinite. *J. Anal. Appl. Pyrol.*, 50, 117-148.
2. Alonso M.J.G., Borrego A.G., Alvarez D., et al. (2001) Influence of pyrolysis temperature on char optical texture and reactivity. *J. Anal. Appl. Pyrol.*, 58–59, 887-909.
3. Arenillas A., Rubiera F., Pevida C., Pis J.J. (2001) A comparison of different methods for predicting coal devolatilisation kinetics. *J. Anal. Appl. Pyrol.*, 58–59, 685-701.
4. Arenillas A., Rubiera F., Pis J.J., et al. (2003) Thermal behaviour during the pyrolysis of low rank perhydrous coals. *J. Anal. Appl. Pyrol.*, 68-69, 371-385.
5. Kasaoka S., Sakata Y., Shimada M. (1987) Effects of coal carbonization conditions on rate of steam gasification of char. *J. Fuel.*, 66, 697-701.
6. Gürüz G. A., Üçtepe Ü., Durusoy T. (2004) Mathematical modeling of thermal decomposition of coal. *J. Anal. Appl. Pyrol.*, 71, 537-551.
7. Jenkins R. G., Nandi S. P., Philip L., Walker Jr. (1973) Reactivity of heat-treated coals in air at 500°C. *J. Fuel.*, 52, 288-293.
8. Hurt R.H., Sarofim A.F., Longwell J.P. (1991) The role of microporous surface area in the gasification of chars from a sub-bituminous coal. *J. Fuel.*, 70, 1079-1082.
9. Koranyi A.De. (1989) The relationship between specific reactivity and the pore structure of coal chars during gasification. *J. Carbon.*, 27, 55-61.
10. Nsakala Ya.N., Essenhigh R.H., Philip L., Walker Jr. (1978) Characteristics of chars produced from lignites by pyrolysis at 808°C following rapid heating. *J. Fuel.*, 57, 605-611.
11. Haga T., Nishiyama Y. (1988) Influence of structural parameters on coal char gasification: 1. Non-catalytic steam gasification. *J. Fuel.*, 67, 743-747.

12. Serrano-Talavera B., Munoz-Guillena J., Linarez-Solano A., et al. (1997) *J. Energy Fuels.*, 11, 785.
13. Linares-Solano A., Martín-Gullon I. (2000) Activated carbons from bituminous coal: effect of mineral matter content. *J. Fuel.*, 79, 635-643.
14. Lizzio A.A., Jiang H., Radovi L.R. (1990) On the kinetics of carbon (Char) gasification: Reconciling models with experiments. *J. Carbon.*, 28, 7-19.
15. Ruiz B., Parra J.B., Pajares J.A., Pis J.J. (2001) Study of porous development in pyrolysis chars obtained from a low-volatile coal. *J. Anal. Appl. Pyrol.*, 58-59, 873-886.
16. Puente G. de la., Fuente E., Pis J.J. (2000) Reactivity of pyrolysis chars related to precursor coal chemistry. *J. Anal. Appl. Pyrol.*, 53, 81-93.
17. Beamish B.B., Shaw K.J., Rodgers K.A., Newman J. (1998) Thermogravimetric determination of the carbon dioxide reactivity of char from some New Zealand coals and its association with the inorganic geochemistry of the parent coal. *J. Fuel Process Technol.*, 53, 243-253.
18. Crelling J.C., Skorupska N.M., Marsh H. (1988) Reactivity of coal macerals and lithotypes. *J. Fuel.*, 67, 781-785.
19. Kizgut S., Yilma S. (2004) Characterization and non-isothermal decomposition kinetics of some Turkish bituminous coals by thermal analysis. *J. Fuel Process Technol.*, 85, 103-111.
20. Hippo E., Philip L., Walker Jr. (1975) Reactivity of heat-treated coals in carbon dioxide at 900°C. *J. Fuel.*, 54, 245-248.
21. Fanjul F., Granda M., Santamaría R., et al. (2001) Assessment of the oxidative stabilisation of carbonaceous mesophase by thermal analysis techniques. *J. Anal. Appl. Pyrol.*, 58-59, 911-926.
22. Purevsuren B., Davaajav Ya., Erdenechimeg R. (2010) Investigation on largest coal deposits in Mongolia. *Toonotprint, Ulaanbaatar*, 212.

23. Narangerel J. (2011) Chemistry and Technology of coal. Ulaanbaatar, 388.
24. Yang H., Chen H., Ju F., et al. (2007) Influence of pressure on coal pyrolysis and char gasification. *J. Energy & Fuel* , 21, 3165-3170.
25. Lei S., Qingya L., Xiaojin G., et al. (2013) Pyrolysis behavior and bonding information of coal - TGA study. *J. Fuel Process Technol.*, 108, 125-132.
26. Hsisheng Teng and Hung-Chi Lin. (1998) Activated carbon production from low ash subbituminous coal with CO₂ activation. *J. AIChE.*, 44, 1170-1177.