

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

---

Институт электронного обучения  
Направление подготовки - Химическая технология природных энергоносителей и  
углеродных материалов  
Кафедра химической технологии топлива и химической кибернетики

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Определение серы в углях Бейского месторождения</b>
УДК <u>  552.57 : 553.078</u>

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<b>3-2Д11</b>	<b>Камигачева О.С.</b>		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<b>Доцент кафедры ХТТ и ХК</b>	<b>Маслов С.Г.</b>	<b>К.Т.Н., с.н.с.</b>		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<b>Доцент кафедры МЕН</b>	<b>Сечина А.А.</b>	<b>К.Х.Н., доцент</b>		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<b>Доцент кафедры ЭБЖ</b>	<b>Чулков Н.А.</b>	<b>К.Т.Н., доцент</b>		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<b>ХТТ и ХК</b>	<b>Юрьев Е.М.</b>	<b>К.Т.Н., доцент</b>		

Томск – 2016г.

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Институт электронного обучения

Направление подготовки (специальность) - Химическая технология природных  
энергоносителей и углеродных материалов

Кафедра химической технологии топлива и химической кибернетики

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ Юрьев Е.М.

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О)

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы
---------------------

Студенту:

Группа	
3-2Д11	Камигачевой Ольге Сергеевне

Тема работы:

<b>Определение серы в углях Бейского месторождения</b>	
Утверждена приказом директора	№1768/с от 03.03.2016 года
Срок сдачи студентом работы:	01 июня 2016 года

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Аналитические пробы углей Аршановского участка Бейского месторождения. Определить содержание серы и её видов в пластах 15 и 19. Дать рекомендации по их обогащению и использованию. Применить стандартные и общепринятые методы.
---------------------------------	--

<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	Введение – Минусинский угольный бассейн. Аналитический обзор – направление использования углей. Теоретический анализ – сера и её влияние на переработку углей. Постановка задачи исследования. Результаты работы их обсуждения. Финансовый менеджмент. Социальная ответственность. Заключение. Список использованных источников.
<b>Перечень графического материала</b>	Характеристика объекта исследования. Результаты работы.
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Экспериментальная часть	Маслов С.Г.
Финансовый менеджмент	Сечина А.А.
Социальная ответственность	Чулков Н.А.
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b> все разделы предоставляются на русском языке.	
<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	17.11.15

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Маслов С.Г.	к.т.н., с.н.с.		14.11.15

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Д11	Камигачева О.С.		18.11.15

**Министерство образования и науки Российской Федерации**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт электронного обучения

Направление подготовки (специальность) - Химическая технология природных  
энергоносителей и углеродных материалов

Период выполнения весенний семестр (осенний/весенний семестр 2015/2016 учебного года)

Форма представления работы

Бакалаврская работа

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН**

**выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:

1 июня 2016 года

Дата контроля	Название раздела/вид работы	Максимальный балл раздела (модуля)	
		плановый	текущий
25.03.16	Введение	2	
31.03.16	Литературный обзор	5	
7.04.16	Теоретический анализ	5	
9.04.16	Постановка задачи исследования	2	
30.04.16	Экспериментальная часть	45	
5.05.16	Результаты и обсуждения	15	
7.05.16	Заключение	4	
10.05.16	Финансовый менеджмент	5	
17.05.16	Социальная ответственность	5	
26.05.16	Список использованных источников	1	

1.06.16	ВКР	5	
5.06.14	Презентация, доклад	2	
10.06.14	Получение рецензии	1	
15.06.16	Защита	3	
Итого		100	

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Маслов С.Г.	к.т.н., с.н.с.		

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав.кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ХТТ и ХК	Юрьев Е.М.	к.т.н., доцент		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-2Д11	Камигачева Ольга Сергеевна

<b>Институт</b>	<b>электронного обучения</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Химической технологии топлива и химической кибернетики</b>
<b>Уровень образования</b>	бакалавр	<b>Направление/специальность</b>	Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

- Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Составить SWOT-анализ используемого комплекса методик. Сформировать морфологическую матрицу.
- Планирование и формирование бюджета научных исследований	Расчет затрат на оборудование, сырье и материалы для проведения научного исследования. Расчет заработной платы исполнителей НИ. Расчет общих затрат на НИ.
- Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет интегральных финансовых показателей, интегральных показателей эффективности разработки. Сравнительная эффективность НИ

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

1. Матрица SWOT
2. Морфологическая матрица
3. График проведения НИ
4. Расчет заработной платы исполнителей НИ
5. Расчет бюджета затрат НИ
6. Сравнительная эффективность НИ

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	14.04.16
---	----------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Сечина Ася Александровна	к.х.н., доцент		14.04.16

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-2Д11	Камигачева Ольга Сергеевна		14.04.16

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«Социальная ответственность»**

Студенту:

Группа 3-2Д11	ФИО Камигачевой Ольге Сергеевне
------------------	------------------------------------

Институт	электронного обучения	Кафедра	Химической технологии топлива и химической кибернетики
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов

<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	<p>Определение содержания серы и её видов в угле с целью получения данных по его использованию и обогащению.</p> <p>Выполнение НТИ проводилось в химической лаборатории НИ ТПУ.</p>
--	---

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

<b>1. Производственная безопасность</b>	<p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при определении содержания серы угля в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>– предлагаемые средства защиты; (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).</li> </ul> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при определении содержания серы угля в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</li> <li>– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</li> </ul>
<b>2. Экологическая безопасность:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> </ul>
<b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС при определении содержания серы угля;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> </ul>
<b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при определении содержания серы угля) правовые нормы трудового законодательства;</li> </ul>

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	14.04.16
---	----------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Чулков Николай Александрович	к.т.н., доцент		14.04.16

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Д11	Камигачева Ольга Сергеевна		14.04.16



## **Реферат**

Выпускная квалификационная работа выполнена на 83 страницах; содержит 26 таблиц, 1 приложение, 38 источников литературы.

Ключевые слова: уголь, Бейское месторождение, зольность, влажность, сера, содержание, виды, рекомендации обогащению.

Объектом исследования являются образцы угля Аршановского разреза Бейского месторождения.

Цель работы: определить содержание серы, её видов; дать рекомендации по обогащению исследуемого угля и его использованию.

В процессе исследования определяли: зольность, влажность, содержание серы и её виды.

В результате исследования определили содержание серы и отнесли уголь к малосернистым. По зольности угли можно отнести к малозольным и средnezольным. Выяснили, что в исследуемых образцах преобладает пиритная сера (88%). Содержание органической и сульфатной серы 8% и 4% соответственно.

По полученным результатам были предложены следующие пути использования угля: как энергетическое и коммунально-бытовое топливо, в качестве компонента коксовой шихты.

В качестве методов обогащения для удаления пиритной серы был предложен метод флотации. Для удаления летучей вредной серы предложено присоединение её к золе путем прибавления извести или окиси железа.

## Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

### Определения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

**отрог:** Относительно короткий и узкий горный хребет.

**сферосидерит:** Железная руда с примесью глины.

**шихта:** Смесь исходных материалов и топлива в определенной пропорции, подлежащая переработке.

**мартеновская печь:** Плавильная печь для переработки передельного чугуна и лома в сталь.

**реторная печь:** Печь косвенного действия.

**горный воск:** Природный углеводород из группы нефтяных битумов.

**битум:** Асфальтоподобный материал, полученный искусственным образом.

**витринит:** Гелифицированный компонент ископаемых углей.

**инертинит:** Мацерал, имеющий четко выраженные сходные свойства в отдельном угле определенной стадии метаморфизма.

**липтинит:** Группа микрокомпонентов органического вещества ископаемых углей, включающая различно изменённые остатки биохимически устойчивых компонентов высших растений.

**литотип:** Типичный слой или устойчивый комплекс первичных литологических признаков.

**мацерал:** Органические составляющие угля, неимеющие характерной кристаллической формы и постоянного химического состава.

**карбон:** Период палеозойской эры (285-350 млн.лет).

**пермь:** Период палеозойской эры (290 млн.лет).

**юра:** Период палеозойской эры (137-195 млн.лет).

**фюзинитовый состав:** Среднепластовый тип угля

**спекаемость:** Следствие термической деструкции углей с образованием газообразных и жидких продуктов.

**пирит:** Минерал, дисульфид железа химического состава  $\text{FeS}_2$  (46,6 % Fe, 53,4 % S).

**инфильтрация:** Процесс просачивания атмосферных осадков и поверхностных вод в горные породы.

**интрузия:** Процесс внедрения магматических расплавов в твёрдое вещество литосферы Земли.

**смесь Эшка:** Смесь двух частей  $\text{MgO}$  и одной части  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

**гидрофобный:** Плохо впитывающий влагу.

### **Сокращения, обозначения**

Данная работа содержит следующие обозначения и сокращения:

Д – уголь длиннопламенный

ДГ – уголь длиннопламенный газовый

ДР – уголь длиннопламенный рядовой

ДПК – уголь длиннопламенный крупный более 100мм

ДПКОМ - уголь длиннопламенный (плита+крупный+орех+мелкий)

ДО – уголь длиннопламенный (орех) 25-50мм

ДОМ – уголь длиннопламенный (орех+мелкий)

ДМСШ - уголь длиннопламенный (мелкий+семечка+штыб)

КПД - коэффициент полезного действия

ТЭЦ – тепло-электростанция

ТГИ – твердые горючие ископаемые

НТИ – научно-техническое исследование

## **Нормативные ссылки**

В данной работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1. ГОСТ 25543-88 Угли бурые, каменные и антрациты. Классификация по генетическим и технологическим параметрам (с Изменениями N 1, 2).
2. ГОСТ Р 52911-2013 Топливо твердое минеральное. Определение общей влаги.
3. ГОСТ Р 55661-2013 Топливо твердое минеральное. Определение зольности.
4. ГОСТ 8606-72 Топливо твердое. Методы определения серы.
5. ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
6. ГОСТ 12.1.003– 2014.ССБТ. Система стандартов безопасности труда. Шум.
7. ГОСТ ISO 9612-2015. Акустика. Измерения шума для оценки его воздействия на человека. Метод измерений на рабочих местах.
8. ГОСТ Р 12.1.019-2009. ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
9. ГОСТ 17.2.3.02—78. Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями.
10. ГОСТ Р 22.0.02 – 94. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	15
1 Направление использования углей	18
1.1 Использование углей для технических целей	18
1.2 Использование углей для энергетических целей	20
1.3 Требования, предъявляемые к качеству углей	21
2 Сера и её влияние на переработку углей	27
2.1 Виды серы в угле	27
2.1.1 Сера органическая	28
2.1.2 Пиритная сера	28
2.1.3 Сульфатная сера	29
2.2 Влияние серы на переработку углей	29
2.2.1 Влияние серы на процессы, происходящие при хранении угля	29
2.2.2 Значение сернистых соединений при сжигании угля	30
2.2.3 Вред дымовых газов	31
2.2.4 Полукоксование и коксование каменных углей	31
2.2.5 Поведение сернистых соединений при газификации углей	31
3 Постановка задачи исследования	33
4 Экспериментальная часть	34
4.1 Объект исследования	34
4.2 Методика работы	34
4.2.1 Определение общей серы	35
4.2.2 Определение сульфатной серы	37
4.2.3 Определение пиритной серы	39
4.2.4 Определение органической серы	40
5 Результаты проведения исследования	41
6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	44
6.1 Предпроектный анализ	44
6.2 Определение возможных альтернатив проведения НТИ	45
6.3 Планирование управлением НТИ	47
6.4 Разработка графика проведения НТИ	47
6.5 Бюджет научно-технического исследования	49
6.6 Определение ресурсосберегающей, бюджетной и экономической	55
7 Социальная ответственность	59
7.1 Профессиональная социальная безопасность	60

7.2 Экологическая безопасность	67
7.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	68
7.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	69
Заключение	71
Список используемых источников	72
Приложение А Результаты исследования	76

## **ВВЕДЕНИЕ**

Популярность угля как топлива приходится примерно на конец 19—начало 20 века. Именно тогда почти все двигатели использовали в качестве топлива уголь и поэтому масштабы его производств были несравнимо огромны. Только в 20 веке первенство перехватила добыча нефти, однако, уголь и по сей день является востребованным видом топлива вместе с тем, что из него можно произвести более 400 различных товаров.

В рейтинге государств – лидеров по добыче угля на 2015 год, Россия занимает 6 место. Лидирует с большим отрывом от конкурентов Китай, в стране добывается 3 680 млн. тонн угля, что составляет 46% мировой добычи [1].

Минэнерго России рассчитало, что в 2015 году добыча угля в Российской Федерации увеличилась на 4,1% [2] относительно показателя этого же периода в 2014 году. Таким образом, объем производства энергоносителя в стране достиг 373 миллионов тонн [2].

На сегодняшний день в Российской Федерации функционируют 121 разрез и 85 шахт. Основным центром угольной промышленности является Сибирь.

В данной работе проведены исследования угля добытого из Аршановского разреза Бейского месторождения Минусинского угольного бассейна, который занимает 8 место среди крупнейших уголь добывающих бассейнов России.

Минусинский угольный бассейн — расположен в Республике Хакассия, на юге Красноярского края. Занимает Минусинскую впадину, ограниченную отрогами Западного Саяна и Кузнецкого Алатау. Бассейн характеризуется небольшими размерами (площадь 8100 кв. км.) и оптимальными условиями для эксплуатации, которые позволяют вести добычу угля открытым способом.

Первые сведения об угле Минусинского бассейна появились во второй половине XVIII века. Именно тогда П.С. Паллас исследовал угли в береговом обрыве реки Абакан вблизи горы Изых. В 1881 году газета «Восточное

обозрение» писала: «По р. Абакан недалеко от устья его в горе Изых, найдены залежи каменного угля, которые, по отзывам людей довольно богаты по напластованию и находятся при таких условиях, что уголь прямо из копей грузится на суда» [3]. Лишь спустя 130 лет Минусинские угли вновь обратили на себя внимание, когда в 1904 году начали кустарную добычу угля. С этого времени и начались открытия и исследования других месторождений Минусинского угольного бассейна.

Одним из наиболее развивающихся и на данный момент перспективных мест добычи угля в Минусинском угольном бассейне является Бейское месторождение. Уголь, добытый в этом месторождении, относится к высококачественным энергетическим углям марки «Д». Уголь данной марки - это топливо с показателем отражения 0,4-0,79% и выходом летучих веществ больше 30%. [4]. Такие угли не спекаются, поэтому их относят к энергетическим. Они используются как энергетическое и коммунально-бытовое топливо. Неудивительно, что их самой важной и преимущественной характеристикой считается теплота сгорания.

Одним из первых детально разведанных участков месторождения находится в западной части северного крыла Бейского каменноугольного месторождения Минусинского каменноугольного бассейна — «Аршаново-1».

Угли Аршановского разреза каменные, гумусового происхождения, с характерной неоднородностью состава вследствие переслаивания петрографических разностей. В некоторых пластах по наслоению наблюдаются налёты пирита, зерна сферосидерита.

Участок Аршановский был предоставлен в пользование предприятию ООО «Разрез Аршановский» еще в 2012 году. В феврале 2015 года состоялось официальное открытие Аршановского разреза.

ООО «Разрез Аршановский» выпускает товарную продукцию сортовых классов: ДР 0-300, ДПК 70-200 (300), ДПКОМ 13-200 (300), ДО 25-70, ДОМ 13-70, ДМСШ 0-25 [5].



Угледобывающее предприятие — одно из немногих в республике, кто имеет собственную сертифицированную лабораторию, к тому же — одну из самых современных. Оборудование занимает немного места, но является высокоточным. Из каждой полтонны угля в лабораторию поступает 80 граммов пробы [5]. Измельченный порошок исследуют со всех сторон.

Уголь исследуют также на влагу, зольность, выход летучих веществ и серу. Последнее — показатель безопасности, которому уделяют огромное внимание во всем мире. Все эти параметры в совокупности определяют одно — качество и цену топлива.

Однако в лаборатории не определяются виды серы. Знание видов серы позволяет сделать заключение об источниках попадания серы в уголь и направлениях его обогащения. Поэтому определение видов серы является актуальным.

## **1 Направления использования углей (аналитический обзор)**

Угли, добываемые в мире, имеют большой диапазон технологических качеств и свойств. Это позволяет использовать угли и как топливо, и как сырье для технологических целей.

По данным [6] 25% поставляемых углей используются как технологическое сырье. Обычно они либо перерабатываются, либо используются как сырье. Основная доля углей используется в производстве кокса, а остальное расходуется для энергетических целей. Больше половины углей, которые идут на энергетические цели, используется на тепловых электростанциях, большая часть – для коммунально-бытовых нужд, а меньшая – в котельных. Остальная часть энергетических углей направляется для нужд сельского хозяйства, производства строительных материалов и т. д.

### **1.1 Использование углей для технологических целей**

Технологическое использование углей включает в себя следующие способы переработки:

1). Коксование - тепловая обработка каменных углей определенных марок в коксовых печах без доступа воздуха при температуре 800 – 1200°C. Для коксования подготавливают шихту из обогащенных малозольных углей нескольких марок. При подготовке шихты для коксования учитывают коксуюемость (пластометрические характеристики), выход летучих веществ, массовую долю серы и остальные характеристики отдельных углей.

При коксовании получают кокс, смолу и газ. Кокс употребляют в основном для доменного производства, смолу – для химической переработки в соответствующие продукты, коксовый газ – для отопления коксовых, мартеновских и остальных промышленных печей, также поставляют для коммунально-бытовых нужд.

Процесс коксования предполагает 3 следующие стадии: подготовка, коксование, улавливание и переработка летучих продуктов.

Подготовка предполагает обогащение (удаление минеральных примесей) низкосернистых, малозольных, коксующихся углей, измельчение, смешение нескольких сортов угля, сушка полученной шихты [7].

2). Полукоксование — тепловая обработка твёрдых топлив (каменного и бурого углей, сланцев, торфа) без доступа воздуха при температуре 500 - 550°С в камерных ретортных печах с наружным либо внутренним обогревом. При полукоксовании получают продукты: полукоксы, применяемый при производстве генераторного либо водяного газа, также в шихте для коксования; смолу, которую используют для получения светлых товаров; высококалорийный газ, являющийся сырьем для химической промышленности и применяющийся для газификации промышленных и бытовых установок.

3). Газификация – обработка углей низкого качества смесью горячего водяного пара и кислорода. Цель - получение высококалорийного газообразного топлива. Газификацию проводят в газогенераторных установках.

Сущность технологии сводится к бурению скважин до угольного пласта и последующим их соединением. Затем в толще пласта создают очаг горения. Именно тут происходит процесс газификации. Во входную скважину происходит дутье (воздушное или парокислородное), из выходной скважины выходит генераторный газ[8]. Затем газ, вышедший на поверхность, очищается и используется как топливо для парогазовых установок.

Главным продуктом газификации антрацита является газ, а при газификации бурых и каменных углей – газ и смола.

4). Гидрогенизация – насыщение угля водородом с целью получения жидкого топлива. Уголь обрабатывают под давлением и при температуре 380-550°С с водородом, что приводит к разрушению высокомолекулярных органических соединений. При этом образуются более мелкие ненасыщенные молекулы и присоединение к ним водорода. Состав и выход продуктов зависят от условий процесса и природы угля. Обычно, для данного процесса берут

малозольные угли. При современной технологии гидрогенизации из 1 т горючей массы угля можно получить 650-750 кг жидких продуктов – моторное топливо, смазочное масло, химические продукты, 150-180 м<sup>3</sup> газов для органического синтеза [8].

5). Уголь может использоваться как раскислитель в пирохимических или электротехнических процессах. Так как процесс идет при высоких температурах, то необходимо использовать угли с малым выходом летучих или кокс. С использованием данных технологий получают карбиды кремния и кальция, цианамид кальция, катодных блоков, электродов, углещелочных реагентов и др.

б). Бурые угли используют для получения горного воска, а он в свою очередь представляет собой особую промышленную ценность. Горный воск используется в электротехнической отрасли промышленности. Из него изготавливают грампластинки и копировальную бумагу. Основным показателем пригодности является групповой состав битума и его выход.

Экстрагирование битумов применяется для производства смол, воска и гуминовых кислот.

Гуминовые кислоты являются отличным средством для очистки котлов. Их используют как сырье для производства порошкообразных углещелочных градиентов, а также удобрений.

## **1.2 Использование углей для энергетических целей**

Для того, что бы уголь отдал свою энергию его нужно сжечь. При сжигании происходит окисление кислородом горючих веществ, содержащихся в угле (углерод, водород, азот, летучие вещества). Также в угле содержатся негорючие вещества: минеральные примеси и влага. Минеральные примеси при сжигании угля образуют сажу и шлак.

Сжигание угля может происходить в слоевых и факельных топках, а также в топках для сжигания в «кипящем слое».

Рассмотрим более подробно все три способа.

1). Сжигание в слоевых топках происходит при кусковом виде угля. Подача воздуха осуществляется тягой дымовой трубы или принудительным дутьем. Часть золы переходит в шлак, а остатки удаляются дымными уносами.

2). В топках факельного типа уголь пылевидного состояния подается потоком газа и воздуха в камеру и на лету сгорает в факеле. Сжигание в таких топках имеет меньшие тепловые потери, высокий КПД топок. Такой вид сжигания позволяет максимально механизировать процессы и экономично использовать любые виды топлива — высокозольный уголь, отходы углеобогащения, выветрелый уголь. Для пылевидного сжигания направляется 50-60% энергетических углей [7].

3). Топки для сжигания в «кипящем слое». Воздух, который вдувается навстречу топливу, обеспечивает возможность сжигания без предварительного измельчения во взвешенном состоянии угольной мелочи.

### **1.3 Требования, предъявляемые к качеству углей**

Выбор горючего для энергетического использования (марка, сорт, характеристики свойства) зависит от конструктивных особенностей топок и определенного вида использования (слоевое, пылевидное сжигание, сжигание в топках паровозов, морских и речных судов, энергопоездов и др.).

При выборе горючего для различных видов использования должны учитываться его физико-химические характеристики и предъявляемые к нему требования, которые обусловлены необходимостью получения максимального технологического и экономического эффекта.

Согласно ГОСТ 25543–88[9], ископаемые угли в зависимости от значения величины среднего показателя отражения витринита ( $R_0, \%$ ), теплоты сгорания на влажное беззольное состояние  $Q^{\text{saf}}$ , МДж/кг и выхода летучих веществ на сухое беззольное состояние  $V^{\text{daf}}, \%$ . подразделяют на виды: бурые, каменные и антрациты в соответствии с табл.1[9].

Таблица 1.1 – Классификация углей

Вид угля	Средний показатель отражения витринита $R_o$ , %	Теплота сгорания на влажное беззольное состояние $Q^{saf}$ , МДж/кг	Выход летучих веществ на сухое беззольное состояние $V^{daf}$ , %
Бурый уголь	менее 0,60	менее 24	-
Каменный уголь	от 0,40 до 2,59	24 и более	8 и более
Антрацит	от 2,20 и более	-	менее 8

Бурые угли (Б) представлены одной маркой с тремя технологическими группами: первый бурый (1Б), второй бурый (2Б) и третий бурый (3Б).

Каменные угли – представлены 15 марками с 21-й технологической группой, являются наиболее ценным энергетическим, технологическим и стратегическим сырьём России.

Антрациты – одна марка (А) с тремя технологическими группами: первый антрацит (1А), второй антрацит (2А) и третий антрацит (3А).

#### Бурые угли

Весьма разнообразные по составу и свойствам угли тем не менее имеют такие общие черты, как низкое значение  $R_o$  (менее 0,6%), высокую влагоемкость ( $W_{maxaf}$  до 70%), слабую устойчивость к выветриванию, что существенно отличает их от каменных углей и антрацитов.

По внешним признакам в петрологии выделяют угли бурые землистые, бурые плотные матовые и бурые плотные блестящие, что приблизительно соответствует трем технологическим группам – 1Б, 2Б и 3Б.

Угли группы 1Б ( $R_o$ , % больше 0,20-0,30) – отличаются рыхлостью, пористостью и схожестью с торфом. Имеют различную окраску: от разных оттенков коричневого цвета до светло-палевых тонов. Естественная влажность

углей 1Б превышает 40%, а максимальная влагоемкость ( $W_{\max af}$ ) составляет 50% и более. Выходы смолы полукоксования варьируются в пределах (в %): 5-35, битумов – 2-20, гуминовых кислот – 30-80, содержание серы – 0,2-5[9]. Угли практически не поддаются обогащению.

Угли 1Б в основном используются на ТЭЦ с пылевидным и частично слоевым сжиганием, а также применяются в виде брикетов, являясь перспективным сырьем для производства горного воска и препаратов различного назначения на основе гуминовых кислот.

Угли группы 2Б – имеют разнообразный состав (в %) из-за вариаций микрокомпонентов группы инертинита (от 14 до 30 - 40) и липтинита (от 0 до 10 - 17), а также степень минерализации и дисперсность отдельных составляющих [9]. По этой причине в угольных пластах наблюдается многообразие литотипов, отличающихся структурно-текстурными особенностями. Как правило, показатель отражения витринита менее 0,5%, зольность изменяется от 3 до 45% и более, по сернистости они также различны: от малосернистых (0,3 - 0,8%) до многосернистых (4 – 7 %)[9]. Степень обогатимости углей выше, чем первых бурых.

Используются как энергетическое топливо с пылевидным и слоевым сжиганием, а также в коммунально-бытовом секторе. В то же время результаты исследований этих углей свидетельствуют о возможности их применения как сырья для получения синтетических топлив и для производства гуматов в качестве стимуляторов роста растений.

Угли технологической группы 3Б ( $R_o$  0,38% - 0,49%) – приурочены преимущественно к отложениям юрского возраста. Угли характеризуются разнообразием состава (благодаря колебаниям содержания мацералов группы инертинита) и качественных показателей. Особенно это свойственно зольности, которая меняется от 10 до 40 %, а в противоположность ей — сернистость углей не превышает 1 - 2%, то есть угли малосернистые[9].

Направления использования углей 3Б идентичны вышеописанным для углей группы 2Б, то есть они применяются в основном как энергетическое и

коммунально-бытовое топливо. Кроме того, их можно использовать в процессах газификации.

#### Каменные угли

Имеют средний показатель отражения витринита  $R_0$  (от 0,4 до 2,59%) и теплоту сгорания  $Q_{\text{saf}}$  24 МДж/кг и выше.

Основные угольные бассейны и месторождения, содержащие каменные угли, каменноугольного и пермского возрастов, меньшая часть – юрского и мелового.

Характерная особенность этих углей – широкий спектр марочного состава, обусловленный содержанием основных групп мацералов (витринита, инертинита, липтинита), степенью восстановленности органической массы, проявлением регионального, термального и контактового метаморфизма.

В результате каменные угли различаются по качеству и направлениям использования.

Одна из наиболее важных технологических характеристик каменных углей – их обогатимость, т.е. возможность получения из них концентратов. По обогатимости угли разделены на четыре группы (I, II, III, IV) в зависимости от выхода концентрата и его зольности.

Угли марки Д – отмечаются во всех геохронологических уровнях углеобразования: карбон, пермь, юра, мел, палеоген-неоген и весьма широко распространены на территории России. Применяются в основном как энергетическое и коммунально-бытовое топливо. Кроме того, их можно использовать в процессах газификации.

По составу они разнообразны: наряду с инертинитом они бывают обогащены липтинитом. В эту марку входят угли с  $R_0$  – от 0,40 до 0,79% как витринитового, так и фюзинитового состава с  $V_{\text{daf}} > 28-30\%$ . Они отличаются повышенной механической прочностью и незначительной хрупкостью. Влажность длиннопламенных углей изменяется в пределах от 9 до 20, зольность – от 7 до 40, содержание серы – от 0,2 до 6% [9]. Нелетучий остаток порошкообразный или слабоспекшийся.



Эти угли преимущественно используются как энергетическое и бытовое топливо, являясь в то же время хорошим сырьем для полукоксования (при обогащении угля мацералами группы липтинита) и для производства синтетического жидкого (в случае витринитового состава), синтетического газообразного и бездымного твердого топлив.

Угли марки ДГ – переходные между длиннопламенными и газовыми, отличаются от первых наличием спекаемости, а от газовых с аналогичной спекаемостью – более низкой стадией метаморфизма ( $R_o$  – от 0,5 до 0,79%). Встречаются угли марки ДГ в тех же бассейнах и на месторождениях, в которых сосредоточены угли марок Д и Г.

По внешнему облику и составу угли длиннопламенные газовые аналогичны углям марки Д. Влажность описываемых углей не превышает 11-15%, зольность колеблется от 6-10 до 25-35% [9].

Среди углей этой марки самыми сернистыми являются иркутские угли ( $S_{td}$  – до 6%), а кузнецкие, минусинские, буреинские, сахалинские угли – низкосернистые (от 0,3 до 0,8%). Угли отличаются повышенной механической прочностью.

Угли марки ДГ – преимущественно энергетическое и коммунально-бытовое топливо. В ограниченном объеме используются в качестве компонента коксовой шихты и как основное сырье для получения полукокса на Ангарском заводе нефтеоргсинтеза.

Угли марки Г – имеют преимущественно витринитовый состав: показатель отражения витринита 0,50-0,99%, выход летучих веществ 30% и выше, толщину пластического слоя более 10 мм. В них хорошо выражена эндогенная трещиноватость. Влажность свежедобытого газового угля не превышает 10%, зольность колеблется в довольно широких пределах – от 7 до 35%, но преобладающая часть газовых углей содержит 10-15% золы. Сернистость этих углей также варьирует: от 0,6% до 5%. Газовые угли используются в энергетике и коксохимической отрасли промышленности (в

составе коксовой шихты применяют угли технологической группы 2Г и витринитовые угли 1Г классов 08 и 09) [9].

Газовые угли с толщиной пластического слоя менее 8 мм могут служить сырьем для газификации и полукоксования, а витринитового состава с  $V_{daf}$  больше 42% – для производства синтетического жидкого топлива методом деструктивной гидрогенизации.

## **2 Сера и её влияние на переработку углей (теоретический анализ)**

Уголь - сложное органоминеральное образование, а поэтому обладает самыми разнообразными свойствами. Именно это определяет возможность его использования практически во всех отраслях народного хозяйства - от обычной печки до космических аппаратов.

Качество угля - это совокупность его свойств, которые используются для удовлетворения потребностей тех или иных отраслей промышленности. Так как область использования углей огромна, то и перечень показателей качества также не мал.

Сера в углях очень вредная примесь. Например, при использовании угля в области металлургии сера переходит в металл, тем самым очень ухудшая его качество. Или, например, при сжигании топлива сера образует сернистые соединения, реагирующие с водяными парами в атмосфере. В результате образуется серная кислота, выпадающая кислотными дождями.

Все угли содержат серу, которая входит в различные функциональные группы. В процессе превращения углей происходит отщепление этих групп с образованием соединений, которые снижают качество продукта, а также выброс, которых загрязняет окружающую среду. Например, электростанция мощностью 2,4 млн. кВт расходует в сутки до 20 тыс. тонн угля и выбрасывает при этом в атмосферу 680 т оксидов серы [10].

### **2.1 Виды серы в углях**

Все твердые горючие ископаемые содержат небольшие количества серы: торф 0,2-0,6%, бурый уголь 0,6-7,0%, каменные угли до 4%.

Обычно серы в углях находится в форме различных соединений. Угли преимущественно образуются из древесной части живых растений, которая содержит незначительное количество соединений серы.

Как же тогда объяснить наличие больших количеств сернистых соединений в углях? Ответ на поставленный вопрос можно получить, обсудив формы сернистых соединений, встречающихся в угле.

Существует три основных формы:

- 1) сера органических соединений;
- 2) сульфиды (пирит и марказит);
- 3) сульфаты.

**2.1.1 Сера органическая.** Наличие серы органической можно объяснить содержанием серы, которые в угле содержатся в растении, например, в растительном белке. Трупы животных, которые играют роль в образовании углей, так же дают некоторое количество органических сернистых соединений. Неорганические соединения серы, проникшие в угольный пласт извне, так же оказывают воздействие на содержание органической серы в углях. Так, например, воды земли содержат сульфаты (в 100 частях твердого остатка 7-13%) [11]. Сульфаты просачиваются водами в почву, восстанавливаются в угольную массу, а часть переходит в виде органических соединений.

**2.1.2 Пиритная сера.** Сера связанная неорганически присутствует в углях в виде сульфатов, сульфидов и преимущественно в виде  $FeS_2$  (марказит (водный колчедан) и пирит (сернистый колчедан)).

Сернистый колчедан образуется при разложении растворенных или взвешенных в воде органических веществах в присутствии соединений железа и сульфатов.

Также к образованию серного колчедана ведет инфильтрация вод, которые содержат  $FeSO_4$ , из глинистых сланцев в угольные пласты. Он осаждается в плоскости отслоения углей.

Обычно сернистый колчедан образуется не в готовом угле, а в течение более ранних стадий образования угольного вещества.

При гниении органических веществ без доступа воздуха образуются сероводород и свободная сера (как следствие деятельности сернистых бактерий). Растворенные сульфаты переходят в сульфиды, и в присутствии железных солей образуется  $\text{FeS}_2$ .

В бурых углях содержание серного колчедана, как правило, много меньше, чем в каменных.

**2.1.3 Сульфатная сера.** Сульфатная сера в углях находится преимущественно в виде сульфатов  $\text{CaSO}_4$  и  $\text{NaSO}_4$ . Именно этот вид серы играет наименьшую роль в балласте серности углей. Сульфатная сера – результат окисления пирита. В угле она в виде тонких примазок из гипса. Чаще всего сульфатная сера встречается в углях, которые долго хранятся на поверхности.

## **2.2 Влияние серы на переработку углей**

При анализе угля серу разделяют на вредную (горючую) и безвредную.

Угли, как правило, используются тремя способами:

- непосредственно сжигание в топках
- полукоксование и коксование при добывании газов, смолы и кокса
- превращение углей в газ с воздухом или водяным паром

Соединения серы, содержащейся в угле при выше указанных методах переработки, подвергаются превращению. Именно изучение этого превращения и является основой для обогащения углей.

### **2.2.1 Влияние серы на процессы, происходящие при хранении угля.**

Как только (при извлечении угля) происходит взаимодействие угля с воздухом и светом, его вещество претерпевает изменения под действием кислорода и влажности.

Известно, что сернистые металлы, на воздухе переходя в сульфаты. Обычно, разлагается на воздухе в присутствии воды с выделением S и  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ .

Образование  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  из  $\text{FeS}_2$  следует учитывать при хранении угля, особенно, если он хранится открыто и может промокнуть.

Много споров было о том, является ли окисление серного колчедана причиной самовозгорания углей или это лишь попутное явление. Однако, как известно сейчас, причина самовоспламенения углей в способности органического угольного вещества на воздухе поглощать кислород, а присутствие пирита или марказита играет лишь второстепенную роль.

**2.2.2 Значение сернистых соединений при сжигании угля.** Сжигание угля в домовых или промышленных топках является наиболее важным и распространенным способом применения углей.

При сгорании сера, содержащаяся в них, также сгорает (исключение, если сера в виде сульфата), образуя окислы.

Вся сера углей, способная взаимодействовать с кислородом, называется горючей серой. Сульфатная сера, как высший оксил, относится к негорючей форме серы.

На соотношение «горючая сера - негорючая сера» влияет количество и состав золы, а так же способ сжигания угля. При высоком содержании серы, которая остается в золе железно горячих колосников соединяется с серой золы и образует сернистое железо, которое затем подвергается разъеданию. К тому же сернистое железо делает золу клейкой, и она облепляет кусочки угля.

Сера, которая содержится в саже и в летучей золе также вредна. При взаимодействии с водой она выделяет сероводород.

При сжигании угля, содержащего соединения серы, в атмосферу выбрасывается диоксид серы. Во влаге (на листьях или в воздухе)  $\text{SO}_2$  растворяется с образованием  $\text{H}_2\text{SO}_3$ , которая затем окисляется до  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Это приводит к выпадению кислотных дождей, которые в свою очередь приводят к гибели растительности.

**2.2.3 Вред дымовых газов.** Дымовые газы оказывают губительное действие на растительность. Если дымовые газы осаждаются (в виде росы, дождя или тумана), то страдают и постройки, находящиеся вблизи от топки. Повреждение строений вызвано образованием гипса на камнях, в извести и в цементе. Гипс затем вымывается водой, вследствие чего быстро выветриваются строительные материалы.

**2.2.4 Полукоксование и коксование каменного угля.** Выделение сероводорода при коксовании начинается при высокой температуре ( $300^{\circ}\text{C}$ ) и продолжается при ее дальнейшем повышении. Однако кокс все еще содержит серу.

При коксовании угля половина серы переходит в газ в виде сероводорода, из второй половины  $1/10$  переходит в деготь, а  $9/10$  – остается в коксе. При полукоксовании 70% серы остаётся в полукоксе, в дегте –  $1/10$ , а остаток в виде газа (примерно 2-3% сероводорода) [11].

В общем итоге можно сказать, что при термической обработке сера частично удаляется за счет разложения пирита. Однако до 70% серы переходит в полукокс или кокс.

Сернистые соединения негативно влияют на процессы термической обработки ТГИ. Это приводит к технологическим и экологическим проблемам (отравление катализаторов, коррозия оборудования, загрязнения атмосферы), а так же к изменению коксующейся способности углей. Высокое содержание серы действует негативно на прочность кокса, кокс богатый серой, мягче.

**2.2.5 Поведение сернистых соединений при газификации углей.** Газификация представляет собой комбинацию перегонки и сжигания угля. Поэтому поведение серы, находящейся в угле, можно объяснить характером газификации.

В генераторе загруженный уголь сначала сушится, затем перегоняется, газифицируется и под конец сжигается. Газы переходят через слои угля и восстанавливаются раскаленным слоем кокса. Сернистая кислота соединяется с водородом в сероводород. Сера содержится в генераторе исключительно в виде этого соединения.

Содержание сероводорода в газах зависит от следующих факторов:

- 1) содержание серы в углях;
- 2) температуры генератора;
- 3) относительных количеств воздуха и пара.

В общем, в газ переходят 40% серы, остаток содержится в золе и в шлаке. Если газогенератор работает сухим воздухом, то количество серы в газе значительно меньше.



### **3 Постановка задачи исследования**

Минусинский угольный бассейн — расположен в Республике Хакассия, на юге Красноярского края. Бассейн характеризуется небольшими размерами (площадь 8100 кв. км.) и оптимальными условиями для эксплуатации, которые позволяют вести добычу угля открытым способом [12].

В настоящее время бассейн представлен группой месторождений, из которых промышленное значение имеют только четыре: Черногорское, Изыхское, Бейское и Аскизское.

Угли очень разнообразны по свойствам и структуре. Именно данный факт ставит перед исследователями вопрос поиска наиболее оптимального их использования, а это в свою очередь определяет круг исследований, которые направлены на процессы переработки углей топливного и нетопливного назначения.

Цель работы – определить содержание серы и её видов в пробах каменного угля и дать рекомендации по их обогащению и направлению использования.

## **4 Экспериментальная часть**

### **4.1 Объект исследования**

Исследование 9 образцов углей Аршановского разреза Бейского месторождения.

Бейское месторождение - наиболее перспективное - содержит угли ценных коксующихся марок. Месторождение находится, на Северо - Западном Кирбинском участке крупного Бейского месторождения в Республике Хакасия.

Угли Аршановского разреза относятся к гумусовым, в основном малой и средней зольности. Степень метаморфизма отдельных угольных пластов, их спекаемость и теплотехнические характеристики по площади их распространения примерно одинаковы [13].

Цвет углей черный, черта так же черная. Блеск обычно стекловатый в витреновых разностях до шелковистого в фюзеновых. Полуматовый и металлический блеск присущ углям, измененным в зонах контактового воздействия интрузий до состояния антрацитов. Текстура, как правило, полосчатая за счет чередования слойков, сложенных фюзеном и витреном, либо штриховато - полосчатая. Излом ступенчатый, угловатый; в высокозольных разностях, что наблюдается крайне редко, до раковистого.

### **4.2 Методика работы**

Методика исследования угольных проб включает в себя, пробоподготовку, лабораторно-аналитические исследования, методы обработки и интерпретацию результатов.

В соответствии с программой работ выполнена пробоподготовка, определение серы и ее видов, определение зольности и влажности образцов углей.

Оценка проводилась по методикам представленными в следующих документах: влажность по ГОСТ Р 52911-2013 [14 ], зольность по ГОСТ Р 55661-2013 [15 ].

**4.2.1 Определение общей серы.** Сущность метода состоит в сжигании навески угля со смесью Эшка, последующем растворении сульфатов, осаждении сульфат-ионов  $BaCl_2$  в соляно-кислой среде в виде  $BaSO_4$  и его весовом определении [16].

Аппаратура [16]:

- печь муфельная
- прокаленные тигли вместимостью 25 см<sup>3</sup>
- песочная баня
- электрическая плита
- весы аналитические (погрешность взвешивания  $\pm 0,1$  мг.)
- стеклянная посуда
- сушильный шкаф с зоной постоянной температуры  $130 \pm 10^\circ C$
- фильтры синяя лента и белая лента

Реактивы[16]:

- смесь Эшка (две части оксида магния и одна часть безводного карбоната натрия)
- соляная кислота (плотностью около 1,18 г/см<sup>3</sup>)
- хлорид бария (раствор приблизительно 85 г/дм<sup>3</sup>)
- раствор индикатора метиловый оранжевый
- нитрат серебра (раствор 17 г/дм<sup>3</sup>)

Проведение анализа.

Дно тигля покрывают слоем 1,0 г смеси Эшка ( $\pm 0,1$  мг). Так как предполагаемое содержание серы в исследуемом угле меньше 5%, то для

анализа берем 1,0 г ( $\pm 0,1$  мг) навески угля. Затем смешивают навеску с 3,0 г смеси Эшка ( $\pm 0,1$  мг) и помещают смесь в тигель. Содержимое разравнивают и равномерно покрывают смесью Эшка массой 1,0 г ( $\pm 0,1$  мг).

Загруженный тигель ставят в холодную муфельную печь, затем в течение 1 часа повышают температуру до  $(800 \pm 25)^\circ\text{C}$  и выдерживают эту температуру минимум 1,5 часа. Тигель вынимают и охлаждают до комнатной температуры.

Охлажденную и прокаленную смесь количественно переносят из тигля в химический стакан. Тигель тщательно промывают 50 см<sup>3</sup> горячей воды (промывные воды собирают в стакан).

Содержимое стакана фильтруют в другой химический стакан через неплотный фильтр (белая лента). Осадок на фильтре промывают несколько раз горячей дистиллированной водой (объем примерно 250 см<sup>3</sup>). Затем к содержимому стакана добавляют несколько капель индикатора метиловый оранжевый и 1 см<sup>3</sup> соляной кислоты разбавленной 1:1. Затем для выделения двуокси углерода раствор кипятят 5 минут. В кипящий раствор приливают 10 см<sup>3</sup> раствора хлористого бария и выдерживают 30 минут на песочной бане при температуре близкой к кипению.

Осажденный раствор фильтруют через плотный фильтр. Фильтр с осадком промывают горячей дистиллированной водой до удаления ионов хлора (проверяется раствором нитрата серебра). После этого фильтр аккуратно помещают в тигель для высушивания и помещают в сушильный шкаф. Высушенный фильтр с осадком аккуратно переносят в тигли для сжигания (предварительно взвешенные и прокаленные до постоянной массы) и помещают холодную в муфельную печь, которую в течении 1,5 часов нагревают до температуры  $800 \pm 25^\circ\text{C}$ , и выдерживают 20 минут. Тигель со сжжённым осадком остужают до комнатной температуры и взвешивают на аналитических весах с точностью до  $\pm 0,2$  мг.

Контрольный опыт проводят с тем же набором реактивов (кроме навески угля) и в той же последовательности, что и основное определение.

Обработка результатов.

Массовую долю общей серы  $S_{общ}^a$  в пробе, %, вычисляют по формуле

$$S_{общ}^a = \frac{(m_2 - m_3) \cdot 0,1373 \cdot 100}{m_1}, \%$$

где  $m_1$  - масса навески, г;

$m_2$  - масса сульфата бария, полученного при определении, г;

$m_3$  - масса сульфата бария, полученного при контрольном определении, г. [16].

Пересчет результатов определения массовой доли серы в угле на сухую массу проводится по формуле:

$$S^d = S^a \frac{100}{100 - W^a}, \%$$

Результат, как среднее значение двух определений, представляют с точностью  $\pm 0,1\%$ . За окончательный результат принимают среднее арифметическое двух параллельных определений.

Расхождение между параллельными результатами анализа не должны превышать значений указанных в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Допустимые расхождения результатов анализа [16].

Массовая доля серы, %	Допустимые расхождения	
	Сходимость	Воспроизводимость
до 2	0,05	0,1
св.2 до 5	0,1	0,2
более 5	0,15	0,3

**4.2.2 Определение сульфатной серы.** Метод основан на растворении сульфатов в соляной кислоте (разбавленной), дальнейшем растворении сульфатов, осаждении сульфат - ионов  $BaCl_2$  в соляно-кислой среде в виде  $BaSO_4$  и его весовом определении.

Аппаратура, реактивы и растворы.

Аппаратура и реактивы, используемые в анализе такие же, как в пункте 4.2.1, кроме смеси Эшка и дополнительно кислота соляная (разбавленная 1:1;1:20), аммиак водный 1:1 и бромная вода.

Проведение анализа.

Навеску угля массой 1,0 г ( $\pm 0,1$  мг) помещают в стакан химический, приливают 100 см<sup>3</sup> HCL (разбавленной 1:7), кипятят 10 минут и фильтруют через неплотный фильтр. Осадок на фильтре промывают 5-6 раз разбавленной 1:20 HCL. В фильтрат приливают 1 см<sup>3</sup> бромной воды, кипятят 5 минут, приливают аммиак 1:1 до выпадения осадка и 5 см<sup>3</sup> в избыток. Раствор фильтруют через неплотный фильтр. Осадок на фильтре промывают горячей дистиллированной водой до отсутствия ионов хлора (проверяется раствором нитрата серебра). Фильтрат выпаривают до объема 250 см<sup>3</sup>, приливают 3 капли индикатора метилового оранжевого, HCL (разбавленной 1:1) и далее продолжают анализ как в пункте 4.2.1 с момента внесения хлористого бария.

Обработка результатов.

Массовую долю сульфатной серы  $S_{SO_4}^a$  в пробе, %, вычисляют по формуле

$$S_{SO_4}^a = \frac{(m_1 - m_2 + 0.0080) \cdot 0.1373 \cdot 100}{m_3}, \%$$

где  $m_1$  - масса сульфата бария, полученного при определении, г;

$m_2$  - масса сульфата бария, полученного при контрольном определении,

г.

$m_3$  - масса навески, г. [16].

Пересчет результатов определения массовой доли серы в угле на сухую массу проводится по формуле:

$$S_{SO_4}^d = S_{SO_4}^a \frac{100}{100 - W^a}, \%$$

Результат, как среднее значение двух определений, представляют с точностью  $\pm 0,1\%$ . За окончательный результат принимают среднее арифметическое двух параллельных определений.

Расхождение между параллельными результатами анализа не должны превышать значений указанных в таблице 4.1.

**4.2.3 Определение пиритной серы методом окисления.** Сущность метода состоит в окислении пиритной серы азотной кислотой до растворимых сульфатов и определении её методом титрометрии по пиритному железу.

Аппаратура:

- весы лабораторные с погрешностью взвешивания не более 0,0002 г;
- плитка электрическая.

Реактивы:

- соляная кислота (разбавленная 1:7);
- азотная кислота плотностью 1,2 г/см<sup>3</sup>;
- аммиак водный;
- калий йодистый, раствор 200 г/дм<sup>3</sup>;
- тиосульфат натрия (0,05 моль/дм<sup>3</sup>);
- крахмал, 1% раствор.

Проведение анализа.

Навеску угля (1,0 г ± 0,1 мг) помещают в химический стакан и приливают 100 см<sup>3</sup> соляной кислоты (разбавленной 1:7). Раствор кипятят 10 минут, затем фильтруют через плотный фильтр. Осадок на фильтре промывают 4-5 раз горячей дистиллированной водой. Фильтр с осадком помещают в химический стакан, приливают 80 см<sup>3</sup> азотной кислоты и оставляют в темном месте на 24 часа.

Затем содержимое стакана отфильтровывают через неплотный фильтр и промывают 7-8 раз горячей водой (всё собирают в один стакан). Далее нагревают полученный фильтрат до кипения, добавляют аммиак до запаха и 5 см<sup>3</sup> в избыток. Образованный осадок отфильтровывают через неплотный фильтр и промывают горячей дистиллированной водой с несколькими каплями аммиака. Фильтр с осадком промывают горячей разбавленной 1:7 соляной

кислотой и 5-6 раз горячей дистиллированной водой (всё промывные воды и фильтрат собирают в коническую колбу). В колбу добавляют аммиак по каплям (пока не появится осадок), затем приливают 10 см<sup>3</sup> соляной кислоты (разбавленной 1:7), 10 см<sup>3</sup> йодистого калия и ставят в темное место на 5 минут. Далее раствор титруют раствором тиосульфата натрия до перехода окраски в соломенно-желтый цвет, добавляют крахмал и продолжают титрование до обесцвечивания раствора.

Обработка результатов.

Массовую долю пиритной серы  $S_p^a$  в пробе, %, вычисляют по формуле

$$S_p^a = \frac{n \cdot (V - V_1) \cdot 0.064 \cdot 100}{m}, \%$$

где  $n$  - нормальность раствора тиосульфата натрия;

$V$  - объем тиосульфата натрия, израсходованного на титрование, см<sup>3</sup>;

$V_1$  - объем тиосульфата натрия, израсходованного в контрольном опыте, см<sup>3</sup>;

$m$  - масса навески угля, г.

Пересчет результатов на сухую массу и расхождение между результатами смотреть в пункте 4.2.1.

**4.2.4 Определение содержания органической серы.** Массовую долю органической серы в пробе рассчитывают по формуле:

$$S_o^d = S_{общ}^d - (S_{SO_4}^d + S_p^d), \%$$

где  $S_{общ}^d$  - содержание общей серы, %

$S_{SO_4}^d$  - содержание сульфатной серы, %

$S_p^d$  - содержание пиритной серы, %.

## 5 Результаты проведенного исследования

Полученные результаты технического анализа приведены в приложении А и сводной таблице 5.1.



- определение влаги таблица А.1
- определение зольности таблица А.2
- определение содержания серы таблица А.3 (общая сера), А.4 (сульфатная сера), А.5 (пиритная сера), А.6 (общая сера в золе), А.7 (органическая сера).

Таблица 5.1 - Сводная таблица технического анализа

Проба	Влага $W^a$ , %	Зольность $A^d$ , %	Общая сера $S^d$ , %	Сульфатная сера $S^d_{SO_4}$ , %	Пиритная сера $S^d_p$ , %	Общая сера в золе $S^d$ , %	Органическая сера $S^d_o$ , %
Ар – 2 - 14	1,60	18.1	0.74	0.01	0.63	0,07	0,10
Ар – 3 - 14	2,30	17.6	0.67	0.02	0.55	0,05	0,10
Ар – 4 - 14	2,50	16.1	0.66	0.01	0.51	0,05	0,14
Ар – 5 - 14	2,00	14.0	0.63	0.02	0.52	0,07	0,09
Ар – 7 - 14	2,70	11.1	0.58	0.01	0.48	0,06	0,09
Ар – 4 - 15	2,20	12.5	0.56	0.002	0.49	0,04	0,07
Ар – 13 -15	1,80	8.4	0.62	0.004	0.45	0,07	0,17
Ар – 14-15	2,70	4.9	0.65	0.006	0.51	0,05	0,13
Ар – 18-15	2,00	8.2	0.65	0.004	0.49	0,07	0,16

По результатам сводной таблицы 4.8 можно сделать следующие выводы:

- ✓ влажность исследованных углей колеблется от 1.60% до 2,70%;
- ✓ зольность исследованных углей изменяется в пределах от 4,9 % до 18,1% . По зольности угли подразделяются на малозольные  $A^d$  до 10%, среднезольные  $A^d$  от 10% до 20%, и высокозольные  $A^d$  выше 20% [8]. Согласно этой классификации исследованные угли можно подразделить: малозольные: Ар – 13 -15 ( $A^d$  8,4%); Ар – 14-15 ( $A^d$  4,9%); Ар – 18-15 ( $A^d$  8,2%);

среднезольные: Ap – 2 -14(A<sup>d</sup> 18,1%); Ap – 3 -14(A<sup>d</sup> 17,6%); Ap – 4 -14(A<sup>d</sup> 16,1%); Ap – 5 -14(A<sup>d</sup> 14,0%); Ap – 7 -14(A<sup>d</sup> 1,11%); Ap – 4 -15(A<sup>d</sup> 12,5%);

✓ содержание общей серы изменяется в пределах 0,56-0,74%. Классификации углей по содержанию серы: 1 – малосернистые (содержание серы 0,5-1,5%); 2 – среднесернистые (1,6-2,5%); 3 – сернистые (2,6-4,0%); 4 – высокосернистые (более 4,0%) [8]. Исследуемые угли можно отнести к малосернистым. Пиритная сера составляет около 88% от содержания общей серы, органическая – около 8% от общего содержания серы, сульфатная – около 4%;

✓ содержание общей серы в золе сожженного топлива в пределах 0,04-0,07% говорит о том, что при сжигании угля около 90% серы улетучилось.

По полученным данным исследуемы угли можно отнести к углям марки Д, ДГ, Г. Следовательно, исследуемые угли можно использовать в качестве энергетического и коммунально-бытового топлива, а так же в качестве компонента коксовой шихты – основное сырье для получения полукокса.

Известно, что минеральные примеси попадают в уголь тремя путями:

— внутренняя зола (минеральная часть растительных материалов, образовавших уголь);

— внешняя зола (минеральные частицы не связанные с исходными растениями).

Внешняя зола в свою очередь подразделяется на:

— первичная (минеральные вещества, принесенные водой и ветром);

— вторичная (инфильтрация неорганических солей, которые растворены в подземных водах);

— случайная (минеральные вещества, содержание которых зависит от способа добычи угля и условий его залегания).

Содержание пиритной серы в углях повышает его способность к самовозгоранию, поэтому удаление серы очень актуально.

При добычи угля открытым способом, который очень распространён в настоящее время, в уголь попадает внешняя случайная зола. Для успешного её удаления (а значит и удаления пиритной серы) широко используется метод флотации.

Флотация – метод обогащения в жидкости, который основан на способности частиц угля прилипать к воздушным пузырькам, а породных частиц – оставаться во взвешенном состоянии [17].

Частицы каменного угля относятся к гидрофобным частицам, что говорит об их плохой смачиваемости или несмачиваемости водой. Значит обогащение методом флотации применительно к исследуемым углям Аршановского разреза.

Для того чтобы обезвредить летучую вредную серу её присоединяют к золе путем прибавления извести и окиси железа. В данном методе серу извлекают из дымовых газов. При сгорании образуется сернистая кислота, которая задерживается добавками и сера шлакуется. Такой вид искусственного удаления несгорающей серы единственный путь для борьбы с вредным действием дымовых газов.

## 6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

### 6.1 Предпроектный анализ

#### Потенциальные потребители результатов НИИ

Продукт: методики определения содержания серы в угле.

Целевой рынок: предприятия угольной, топливной, энергетической отраслей промышленности.

#### SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-технического исследования.

Таблица 6.1 - SWOT-анализ

	<b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b>	<b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b>
	С1. Экономичность.	Сл1. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров
	С2. Мобильность рабочего места.	Сл2. Длительность анализа.
	С3. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями.	
	С4. Квалифицированный персонал.	
	С5. Экологичность технологии.	

<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1.Использование инновационной инфраструктуры ТПУ.</p> <p>В2.Появление дополнительного спроса на новый продукт.</p> <p>В3. Переход угольной промышленности на ресурсосберегающие технологии.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Данные анализа используются при определении направления использования угля.</li> <li>2. Невысокая затратность исследования может привлечь больше исполнителей.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Привлечение новых заказчиков.</li> <li>2.Повышение квалификации кадров у потребителя.</li> <li>3.Приобретение научного оборудования для проведения данного вида исследований.</li> <li>4.Разработка научного исследования.</li> </ol>
<p><b>Угрозы:</b></p> <p>У1.Отсутствие спроса на новые технологии производства</p> <p>У2.Переход на альтернативное топливо.</p> <p>У3.Исчерпание природных ресурсов.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Продвижение новой технологии с целью проявления спроса.</li> <li>2.Изучение законодательной базы для выхода технологии на экспорт</li> <li>3.Применение технологии к альтернативным топливам.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Разработка научного исследования.</li> <li>2. Повышение квалификации кадров у потребителя.</li> <li>3. Приобретение научного оборудования для проведения данного вида исследований.</li> <li>4. Продвижение новой технологии с целью проявления спроса.</li> <li>5. Изучение законодательной базы для выхода технологии на экспорт.</li> <li>6. Сертификация продукции.</li> </ol>

## 6.2 Определение возможных альтернатив проведения научно-технического исследования

В данном пункте экономического раздела используется морфологический подход для определения возможных вариантов сочетания методик по определению содержания серы в углях.

Таблица 6.2 – Морфологическая матрица

	Трудоемкость (1-5)	Продолжительность	Дополнительное оборудование	Дороговизна
А. Определение общей серы по Эшку	4	продолжительный	не требуется	
Б. Определение общей серы сжиганием при высокой температуре	2	ускоренный	установка для сжигания	затраты на баллон кислорода
В. Определение пиритной серы методом окисления	2	продолжительный	не требуется	
Г. Определение пиритной серы методом восстановления	5	продолжительный	встряхиватель колб	
Д. Определение сульфатной серы	4	продолжительный	не требуется	

Наиболее возможные варианты методик определения серы в углях:

- АВД (общая сера по Эшку, пиритная сера окислением, сульфатная сера);

- БВД (общая сера ускоренным методом, пиритная сера окислением, сульфатная сера);

- АГД (общая сера по Эшку, пиритная сера восстановлением, сульфатная сера).

### **6.3 Планирование управления научно-техническим исследованием**

#### **Структура работ в рамках НТИ**

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках НТИ;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения НТИ

Таблица 6.3 – Перечень этапов и участников НТИ

<b>Этап</b>	<b>Состав участников</b>
Изучение литературы, составление литературного обзора	Камигачева О.С. Маслов С.Г.
Проведение исследования	Камигачева О.С.
Обсуждение полученных результатов	Камигачева О.С. Маслов С.Г.
Оформление выводов	Камигачева О.С.
Оформление пояснительной записки	Камигачева О.С.

## 6.4 Разработка графика проведения научно-технического исследования

### Определение трудоемкости выполнения работ

Ожидаемое значение трудоемкости

$$t_{ож} = 3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max} / 5$$

Продолжительность каждой работы в рабочих днях

$$T_p = \frac{t_{ож}}{\psi}$$

Продолжительность выполнения работы в календарных днях

$$T_k = T_p \cdot k_{кал}$$

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{праз}} = 1,3$$

Сводим все рассчитанные данные в таблицу.

Таблица 6.4 – Временные показатели проведения НТИ

Название работы	Трудоемкость работ									Длительность работ в рабочих днях, $T_{pi}$			Длительность работ в календарных днях, $T_{ki}$		
	$t_{min}$ , чел-дни			$t_{max}$ , чел-дни			$t_{ож}$ , чел-дни								
	Тек. пр-кт	Вариант 2	Вариант 3	Тек. пр-кт	Вариант 2	Вариант 3	Тек. пр-кт	Вариант 2	Вариант 3	Тек. пр-кт	Вариант 2	Вариант 3	Тек. пр-кт	Вариант 2	Вариант 3
Изучение литературы, составление литературного обзора	72			76			74			37			48		



Проведение исследования	5 3	6 3	5 8	5 7	6 7	6 2	5 5	6 5	6 0	55	65	60	72	8 5	78
Обсуждение полученных результатов	54		58			56			28			36			
Оформление выводов	2		6			4			4			5			
Оформление пояснительной записки	24		28			26			26			34			

### Построение календарного плана-графика проведения НТИ

Таблица 6.5 - Календарный план-график проведения НТИ по теме

Вид работ	Исполн.	Т <sub>к</sub> , кал, дн	Продолжительность выполнения работ																				
			ноя			дек			янв			фев			март			апр			май		
			3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
Изучение литературы, составление литературного обзора	Бакалавр. Руков-ль	48																					
Проведение исследования	Бакалавр.	72																					
Обсуждение полученных результатов	Бакалавр, руков-ль	36																					
Оформление выводов	Бакалавр.	5																					
Оформление пояснительной записки	Бакалавр.	34																					

## 6.5 Бюджет научно-технического исследования

В процессе формирования бюджета НТИ использовалась группировка затрат по статьям:

- ✓ материальные затраты НТИ;
- ✓ затраты на специальное оборудование;
- ✓ основная заработная плата исполнителей НТИ;
- ✓ отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- ✓ накладные расходы.

### Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m Ц \cdot N_{\text{расх}},$$

где  $m$  – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении НТИ;

$N_{\text{расх}}$  – количество материальных ресурсов определенного вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования;

$Ц$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов

$k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Транспортные расходы принимаем в размере 20% от стоимости материалов.

$$k_T = 0,2$$

Результаты сводим в таблицу.

Таблица 6.6 – Материальные затраты

Наименование	Единицы измерения	Количество			Цена за ед.			Материальные затраты, руб.		
		Тек. пр-кт	2	3	Тек. пр-кт	2	3	Тек. пр-кт	2	3
Уголь каменный марки Д	кг	0,5	0,5	0,5	65	65	65	78	78	78
Баллон кислорода	шт	-	1	-	-	7500	-	-	9000	-

**Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ**

Стоимость оборудования, имеющегося в данной научно-технической лаборатории, учитывается в калькуляции в виде амортизационных отчислений 15%.

Таблица 6.7 - Расчет затрат по статье «Спецоборудование для научных работ»

№	Наименование оборудования			Количество единиц оборудования			Цена за единицу оборудования, тыс. руб.			Общая стоимость оборудования (с учетом амортизации), тыс. руб.		
	Тек. пр-кт	Вар. 2	Вар. 3	Те к. пр-кт	Ва р. 2	Ва р. 3	Тек. пр-кт	Вар. 2	Вар. 3	Тек. пр-кт	Вар. 2	Вар. 3
<b>1</b>	Весы лабораторные равноплечие ВЛР-200г-М	Весы лабораторные равноплечие ВЛР-200г-М	Весы лабораторные равноплечие ВЛР-200г-М	1	1	1	24500	24500	24500	28175	28175	28175
<b>2</b>	Муфельная печь	Муфельная печь	Муфельная печь	1	1	1	30000	30000	30000	34500	34500	34500
<b>3</b>	Баня песчаная	Баня песчаная	Баня песчаная	1	1	1	34650	34650	34650	39847,5	39847,5	39847,5
<b>4</b>	Сушильный шкаф	Сушильный шкаф	Сушильный шкаф	1	1	1	50000	50000	50000	57500	57500	57500
<b>5</b>		Электри			1			45000			51750	

		ческая трубчатая печь										
6		Гальванометр М314			1			6000			6900	
7	Плитка электрическая	Плитка электрическая	Плитка электрическая	1	1	1	1900	1900	1900	2185	2185	2185
Итого:										16220 7,5	22085 7,5	16220 7,5

### Основная заработная плата

Месячный оклад работника:

$$Z_m = Z_{\text{оклад}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}$$

где  $Z_{\text{оклад}}$  – заработная плата по окладу, руб.;

$k_{\text{пр}}$  – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от  $Z_{\text{оклад}}$ );

$k_{\text{д}}$  – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5;

$k_{\text{р}}$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Среднедневная заработная плата:

$$Z_{\text{дн}} = Z_m \cdot M / F_{\text{д}}$$

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 48 раб. дней  $M=10,4$  месяца, 6-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (табл. 6.8)

Основная заработная плата:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}}$$

где  $Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата одного работника;

$T_{\text{р}}$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 6.5);

$Z_{\text{дн}}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.

Таблица 6.8 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Бакалавриат
Календарное число дней	86	193
Количество нерабочих дней	32	45
- выходные дни	27	38
- праздничные дни	5	7
Действительный годовой фонд рабочего времени	65	150

Таблица 6.9 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	Должность, степень			З <sub>оклад</sub> , руб			К <sub>п</sub> р	К <sub>д</sub>	К <sub>р</sub>	З <sub>м</sub> , руб	З <sub>дн</sub> , руб	Т <sub>р</sub> , раб. дни			
	Те к. пр - кт	В 2	В 3	Те к. пр - кт	В 2	В 3						Тек · пр- кт	В2	В3	
Руководитель	доцент, к.т.н.			23264,86			0, 3	0,2	1, 3	45366,48	7258,6	65	65	65	
Бакалавр	мл.науч.сот рудник			14877,45				0,15		28038,34	1944,0	150	160	155	
Итого З <sub>осн</sub> , руб															
				Тек. пр-кт			Вар 2			Вар 3					
Руководитель	доцент, к.т.н.			471811,4											
Бакалавр	мл.науч.сот рудник			291600,0			311040,0			301320,0					

### Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot Z_{осн}$$

На 2016 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ [18] установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2016 году водится пониженная ставка – 27,1%

Таблица 6.10 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.		
	Тек. пр-кт	Вар2	Вар3
Руководитель	471811,4		
Бакалавр	291600,0	311040,0	301320,0
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271		
Итого, руб			
Тек. пр-кт	206884,5		
Вариант 2	212152,7		
Вариант 3	209518,6		

### Накладные расходы

$$Z_{\text{наклад}} = (\text{сумма статей 1-4}) \cdot k_{\text{нр}}$$

где  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

$$k_{\text{нр}} = 0,16$$

$$Z_{\text{наклад}} = (\text{сумма статей 1-4}) \cdot k_{\text{нр}}$$

Таблица 6.11 – Расчет накладных расходов

Исполнение	Затраты, руб			
	Материальные затраты НТИ	Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	Отчисления во внебюджетные фонды

Тек. пр-кт	78	162207,5	763411,4	206884,5
Вариант 2	9078	220857,5	782851,4	212152,7
Вариант 3	78	162207,5	773131,4	209518,6
$k_{нр}$	0,16			
Итого				
Тек. пр-кт	181213,0			
Вариант 2	195990,3			
Вариант 3	183189,7			

### Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Таблица 6.12 - Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статей	Сумма, руб		
	Тек. пр-кт	Вар 2	Вар 3
1. Материальные затраты НИИ	78	9078	78
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	162207,5	220857,5	162207,5
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	763411,4	782851,4	773131,4
4. Отчисления во внебюджетные фонды	206884,5	212152,7	209518,6
5. Накладные расходы	181213,0	195990,3	183189,7
6. Бюджет затрат НИИ	1313794,4	1420929,9	1328125,2

### 6.6 Определение ресурсосберегающей, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

#### Интегральный финансовый показатель разработки

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\Phi}^P = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}$$

где  $I_{\Phi}^P$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{pi}$  – стоимость i-го варианта исполнения;

$\Phi_{\max}$  – максимальная стоимость исполнения НТИ (в т.ч. аналоги).

Данные берем из таблицы 13.

$$I_{\Phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}} = \frac{1313794,4}{1420929,9} = 0,92$$

$$I_{\Phi}^{a1} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}} = \frac{1420929,9}{1420929,9} = 1$$

$$I_{\Phi}^{a2} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}} = \frac{1328125,2}{1420929,9} = 0,94$$

### Интегральный показатель ресурсоэффективности

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_m^a = \sum_{i=1}^n a_i b_i^a, \quad I_m^p = \sum_{i=1}^n a_i b_i^p$$

где  $I_m$  – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов;  $a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го параметра;

$b_i^a$ ,  $b_i^p$  – бальная оценка  $i$ -го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы, пример которой приведен ниже.

Таблица 6.13 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Вариант 2	Вариант 3
1. Способствует росту производительности труда	0,1	5	3	4



пользователя				
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	5	3	4
3. Помехоустойчивость	0,15	5	4	4
4. Энергосбережение	0,20	5	3	4
5. Надежность	0,25	5	4	5
6. Материалоемкость	0,15	4	2	3
ИТОГО	1	29	19	24

$$I_m^p = 5 * 0,1 + 5 * 0,15 + 5 * 0,15 + 5 * 0,2 + 5 * 0,25 + 4 * 0,15 = 4,6$$

$$I_m^{a1} = 3 * 0,1 + 3 * 0,15 + 4 * 0,15 + 3 * 0,2 + 4 * 0,25 + 2 * 0,15 = 3,25$$

$$I_m^{a2} = 4 * 0,1 + 4 * 0,15 + 4 * 0,15 + 4 * 0,2 + 5 * 0,25 + 3 * 0,15 = 4,1$$

### **Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки**

Интегральный показатель эффективности разработки ( $I_{финр}^p$ ) и аналога ( $I_{финр}^a$ ) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{финр}^p = \frac{I_m^p}{I_{\phi}^p} = \frac{4,6}{0,92} = 5$$

$$I_{финр}^{a1} = \frac{I_m^{a1}}{I_{\phi}^{a1}} = \frac{3,25}{1} = 3,25$$

$$I_{\text{финр}}^p = \frac{I_m^{a2}}{I_{\phi}^{a2}} = \frac{4,1}{0,94} = 4,4$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{финр}}^p}{I_{\text{финр}}^{a1}} = \frac{5}{3,25} = 1,5$$

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{финр}}^p}{I_{\text{финр}}^{a2}} = \frac{5}{4,4} = 1,1$$

где  $\mathcal{E}_{\text{ср}}$  – сравнительная эффективность проекта;  $I_{m^p}^p$  – интегральный показатель разработки;  $I_{m^a}^a$  – интегральный технико-экономический показатель аналога.

Таблица 6.14 - Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Аналог 1	Аналог 2	Разработка
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,92	1	0,94
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,6	3,25	4,1
3	Интегральный показатель эффективности	5	3,25	4,4
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,5		1,1

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет понять, что выбранный вариант решения поставленной в

бакалаврской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности является более эффективным.

## 7 Социальная ответственность

В последние годы все большее значение приобретают требования к социальной стороне деятельности организаций. Это в равной мере относится к организациям всех типов, размеров и форм собственности вне зависимости от их географического размещения, сферы деятельности, культурных и национальных традиций [19].

Понятие о социальной ответственности организаций включает в себя оказание услуг надлежащего качества, удовлетворение интересов потребителей, соблюдение прав персонала на труд, выполнение требований к безопасности и гигиене труда, к промышленной безопасности и охране окружающей среды, ресурсосбережению, участие в социальных мероприятиях и поддержке инициатив местного сообщества.

Социальная ответственность организаций предусматривает:

- обеспечение безопасности жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности;
- обеспечение совершенствования нормативной правовой базы, в целях повышения эффективности систем оценки условий труда и улучшению здоровья работающих, выявления и оценки профессиональных рисков;
- совершенствование обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, формированию страховых тарифов в зависимости от состояния условий и охраны труда на рабочих местах;
- совершенствование системы и методов, проведения предварительных при поступлении на работу и периодических медицинских осмотров работников, занятых во вредных и опасных условиях труда [20].

## 7.1 Профессиональная социальная безопасность

### Анализ вредных факторов при работе в химической лаборатории

Выбор вредных факторов производится по [21].

Таблица 7.1 - Вредные факторы при выполнении методики по определению содержания серы в угле

Источник фактора, наименование видов работ	Вредные факторы	Нормативные документы
Работа с электронагревательными приборами	повышенная температура поверхности оборудования	СП 2.2.2.1327-03 «Гигиенические требования к организации технологических процессов, производственному оборудованию и рабочему инструменту» [22].
Работа с лабораторной посудой	острые кромки, заусенцы и шероховатости на поверхностях заготовок, инструментов, оборудования	Технический регламент таможенного союза ТР ТС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты» [23].
Работа с электроустановками	термический ожог	ГОСТ 12.1.019- 2009 ССБТ «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов

		защиты» [30].
Работа с кислотами	химический ожог	ГН 2.2.5.1313-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны» [25].
Микроклимат лаборатории	повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;  повышенная или пониженная влажность воздуха;	СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений [26].
Производственный шум	повышенный уровень шума на рабочем месте;	ГОСТ 12.1.003–2014.ССБТ «Система стандартов безопасности труда. Шум» [27].
Производственное освещение	повышенная напряженность магнитного поля;  отсутствие или недостаток естественного света;  недостаточная освещенность рабочей зоны;  повышенная яркость света;	СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение» [29].

### **Повышенная температура поверхностей оборудования**

Эксплуатация нагревательных приборов (электрическая плита, водяная и песчаная бани, муфельная печь) может привести к термическим ожогам.

Согласно [22] температура наружных поверхностей оборудования, должна соответствовать требованиям действующих санитарных правил. В

случае если нет возможности обеспечить нормируемую температуру поверхности оборудования, необходимо предусмотреть мероприятия по защите работников от возможного получения термического ожога. В химической лаборатории максимальная температура наружных поверхностей не превышает допустимых норм [22] и составляет не более 70°C.

### **Острые кромки, заусенцы и шероховатости на поверхностях заготовок, инструментов, оборудования**

Причиной большинства травм в лаборатории является неправильное обращение со стеклянной посудой. Осколки от разбитого стекла могут стать причиной резаных ран или глубоких порезов. Если осколки стекла загрязнены, то вред ранения увеличивается по причине возможности внесения в рану ядовитых или раздражающих веществ. Поэтому при работе со стеклянной лабораторной посудой необходимо соблюдать меры предосторожности. Запрещается использовать стеклянную посуду, имеющую трещины или отбитые края. Осколки разбитой стеклянной посуды следует убирать с помощью щетки и совка, но ни в коем случае не руками.

Согласно [23] работникам лаборатории должны выдаваться СИЗ (резиновые и хлопчатые перчатки; халат х/б; защитные очки; резиновый фартук), применение которых может уменьшить риск получения травм от осколков разбитой химической посуды.

### **Работа с электроустановками**

Эксплуатация электроустановок связана с вероятностью вредного воздействия на людей электрического тока, в виде электрических травм и профессиональных заболеваний.

Термическое действие тока вызывает появление на теле ожогов разных форм, перегревание кровеносных сосудов и нарушение функциональности внутренних органов.

Поверхность электрооборудования не должны достигать температур, способных вызывать ожоги [24].

### **Работа с кислотами (соляная и азотная кислоты)**

Соляная кислота очень опасна для здоровья человека. При попадании на кожу вызывает сильные ожоги. Особенно опасно попадание в глаза.

Очень опасны пары хлороводорода, образующиеся при взаимодействии с воздухом концентрированной кислоты. Они раздражают слизистые оболочки и дыхательные пути.

Согласно [25] значение предельно допустимой концентрации соляной кислоты в воздухе рабочей зоны составляет  $5\text{мг/м}^3$ .

Пары азотной кислоты очень вредны: они оставляют на коже плохо заживающие раны, пары раздражают дыхательные пути. Под действием света или при нагреве кислота разлагается с образованием токсичного диоксида азота  $\text{NO}_2$  (газа бурого цвета).

Согласно [25] значение предельно допустимой концентрации азотной кислоты в воздухе рабочей зоны составляет  $2\text{мг/м}^3$ .

### **Микроклимат лаборатории**

Микроклимат производственной среды регламентируются [26].

Температура воздуха в лаборатории поддерживается:

- 1) в холодный и переходный периоды  $16 - 22\text{ }^\circ\text{C}$ ;
- 2) в теплый период  $18 - 25\text{ }^\circ\text{C}$ .

Влажность воздуха не должна превышать  $30 - 60\%$ , скорость движения воздуха  $0,2 - 0,5\text{ м/с}$

В лаборатории создание оптимального микроклимата обеспечивается работой форточек, дверей, приточной вытяжной вентиляцией, кондиционерами.

Летом помещения проветриваются с помощью вентиляторов, а в зимнее - помещения нагревают центральным отоплением или обогревателем.



## **Производственный шум**

Большинство процессов в химической лаборатории сопровождаются значительным шумом. Последствия воздействия шума на организм человека ведет к снижению производительности труда и часто является причиной травматизма [27].

В химической лаборатории уровень шума составляет 65 дБ при допустимых 75 дБ и не превышает норм, установленных [28].

## **Производственное освещение**

Рациональное освещение помещений и рабочих мест – один из главнейших элементов благоприятных условий труда. При правильном освещении повышается производительность труда, улучшаются условия безопасности, снижается утомляемость. Неправильное и недостаточное освещение может привести к созданию опасных ситуаций. Наилучшие условия для полного зрительного восприятия создает солнечный свет.

Искусственное освещение предусматривается в помещениях, в которых недостаточно естественного света, или для освещения помещений в часы суток, когда естественная освещенность отсутствует.

В лаборатории, где проводилось исследование, используется комбинированная система освещения, то есть общее искусственное и местное освещение [29].

## **Средства коллективной и индивидуальной защиты**

Согласно [23] защиту от воздействия вредных и опасных факторов осуществляют с помощью средств индивидуальной защиты (СИЗ) и средств коллективной защиты.

СИЗ, используемые в химической лаборатории:

-резиновые и хлопчатые перчатки

-халат х/б

-защитные очки

-резиновый фартук

-респиратор [23].

К средствам коллективной защиты относятся устройства, которые предназначены для оповещения или защиты человека от воздействия опасных производственных и внешних факторов. Коллективные средства защиты делятся на: оградительные, предохранительные, тормозные устройства, устройства автоматического контроля и сигнализации, дистанционного управления, знаки безопасности.

В каждой лаборатории должны находиться укомплектованные аптечки первой медицинской помощи и аварийный запас масок, респираторов, индивидуальных противогазов и дегазаторов ядовитых веществ.

### **Анализ опасных факторов при работе в химической лаборатории**

Выбор вредных факторов производится по [21].

Таблица 7.2 - Опасные факторы при выполнении методики по определению содержания серы в угле

Источник фактора, наименование видов работ	Опасные факторы	Нормативные документы
Работа с электроустановками	поражение электрическим током;  возникновение пожара;	ГОСТ 12.1.019- 2009 ССБТ «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты» [30].

### **Поражение электрическим током**

Для обеспечения нормальной работы электроустановок и защиты от поражения электрическим током используют изоляцию токоведущих частей. Наименьшее допустимое значение сопротивления изоляции нормируется правилами устройства электроустановок: для контактов, пускателей, силовых

щитов и осветительных установок ПДУ не менее 0,5 МОм; для вторичных цепей - не менее 1Мом [30].

Технические мероприятия для обеспечения безопасности работы:

- возможность экстренного отключения электрической энергии;
- запрещающие плакаты;
- проверка на отсутствие напряжения;
- заземление (заземляются токоведущие части).

### **Пожаровзрывобезопасность**

Лаборатория кафедры топлива относится к невзрывоопасным по степени пожароопасности – к категориям «А» – производства, связанные с обращением с легковоспламеняющимися жидкостями, а также обработкой несгораемого материала согласно [31].

При возникновении пожара необходимо принять все меры по его локализации и тушению. Для этого должен быть обеспечен проход между лабораторными столами, выходы недопустимо загромождать различными предметами. При возникновении возгорания все сотрудники должны действовать четко, в соответствии с заранее разработанной программой согласно инструкции.

Для тушения возможного возгорания и пожаров в лаборатории должны находиться:

- а) огнетушитель углекислотный газовый типа ОУ – 2 для тушения всех видов горючих веществ и электроустановок, кроме веществ, горящих без доступа воздуха;
- б) порошковый огнетушитель ОПС – Ю, предназначенный для тушения небольших очагов возгорания щелочных металлов;
- в) ручной пенный огнетушитель ОХП, применяемый для тушения установок, находящихся под напряжением;
- г) асбестовое одеяло, которое используется при тушении обесточенных электропроводов, горячей одежды;

д) ящик с песком для тушения обесточенных горящих на горизонтальной поверхности проводов.

Лаборатория, в которой проводилось НТИ, оснащена всеми противопожарными устройствами и соответствует требованиям пожарной безопасности [31].

## **7.2 Экологическая безопасность**

В условиях работы в лаборатории исследуется охрана окружающей среды со стороны воздействия на атмосферу (выбросы); на гидросферу (сбросы); на литосферу (отходы).

В условиях лаборатории выбросы в атмосферу незначительны. Поэтому для защиты окружающей среды от вредных газов и паров можно использовать адсорбцию. Для этого в лаборатории на выходе вентиляционных труб установлены перегородки, поверх которых уложен слой адсорбента (обычно активированный уголь). Воздушный поток, пройдя через слой адсорбента, очищается от вредных газов и паров [32].

Все выбросы в канализацию также необходимо подвергать обезвреживанию и очистке. Для этих целей все отработанные кислотные и щелочные сливы собираются в отдельную для каждого вида тару, затем подвергаются нейтрализации и только после этого они могут быть слиты в канализацию с их предварительным 10-кратным разбавлением водопроводной водой [33].

Твердые отходы собираются в специальные сборники и увозятся для уничтожения. Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов имеет огромное экономическое и социальное значение.

### 7.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

#### Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть в лаборатории

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которая может повлечь или повлекла за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери, нарушения условий жизнедеятельности людей.

К чрезвычайным ситуациям относят в лаборатории можно отнести:

- пожар;
- стихийные бедствия;
- социальные конфликты.

При возникновении пожара работник лаборатории должен:

- сообщить о пожаре по телефону в пожарную охрану
- вывести работников из зоны воздействия опасных факторов пожара
- отключить электрооборудование
- выключить приточно-вытяжную вентиляцию;
- вынести из помещения сосуды с огне- и взрывоопасными веществами, используя при необходимости СИЗ органов дыхания;
- приступить к ликвидации пожара, используя первичные средства пожаротушения.

Для предупреждения пожара необходимо соблюдать правила проведения работ в лаборатории; правильно эксплуатировать нагревательные приборы; использовать только исправные электроустановки [31].

При стихийном бедствии необходимо оповестить всех работников лаборатории об угрозе возникновения ЧС. При поступлении сигнала о возможном инциденте все работники лаборатории должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты, после чего в лаборатории отключается

электроэнергия, водоснабжение. При необходимости персонал эвакуируется в безопасное место [34].

#### **7.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

##### **Специальные правовые нормы трудового законодательства**

При работах с вредными и опасными условиями труда, а также выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением, работникам бесплатно выдаются прошедшие обязательную, сертификацию или декларирование соответствия специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты, а также 1 раз в месяц защитные (гидрофобного и гидрофильного действия) и очищающие средства в соответствии с типовыми нормами [35].

При работе с вредными условиями труда работникам выдаются бесплатно по установленным нормам молоко или другие равноценные пищевые продукты. Выдача работникам по установленным нормам молока или других равноценных пищевых продуктов по письменным заявлениям работников может быть заменена компенсационной выплатой в размере, эквивалентном, стоимости этих продуктов, если это предусмотрено коллективным договором или трудовым договором [36].

Федеральной инспекцией труда осуществляет надзор за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов.

Государственный контроль (надзор) за соблюдением требований по безопасному ведению работ в отдельных сферах деятельности осуществляется в соответствии с законодательством Российской Федерации уполномоченными федеральными органами исполнительной власти.

Профсоюзный общественный контроль за охраной труда осуществляют общественные инспектора и комиссии по охране труда комитетов профсоюзов.

Для исключения возможности несчастных случаев должны проводиться обучение, инструктажи и проверка знания работников требований безопасности труда.

К работе в лаборатории допускаются лица, достигшие 18 лет и прошедшее медицинское освидетельствование в соответствии с [37]. Периодичность медосмотров устанавливается в соответствии с правилами и нормами [38].

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Проведенное научно-техническое исследование, основанное на данных современных количественных методов анализа, позволило оценить содержание серы и её видов в углях и золах углей участка Аршановский Бейского месторождения. Оценено содержание влаги и зольности этих углей.

По данным технического анализа подтверждено, что исследованные угли можно отнести к маркам Д, ДГ, Г. Рекомендовано использовать их как энергетическое и коммунально-бытовое топливо, использовать в процессах газификации, полукоксовании в качестве компонента шихты коксохимической промышленности.

Результаты исследования говорят о том, что угли можно отнести преимущественно к малозольным, с максимальным содержанием влаги 2,7%.

Исследование показало, что угли пластов 15 и 19 участка Аршановский в целом отличаются низким содержанием серы. Основной вид серы – пиритная.

Поскольку сера в угле является вредной примесью, то были предложены два метода обогащения исследованных углей. Флотационный метод рекомендуется применить для удаления внешней случайной золы, попадание которой в уголь обуславливает присутствие пиритной серы. И метод введения в золу извести или окиси железа, для дальнейшего удаления летучей серы из дымовых газов.



## Список используемой литературы

1. Финансовый словарь трейдера. Экономика России, цифры и факты. Часть 5 Угольная промышленность. – Режим доступа: <http://utmagazine.ru/posts/10449-ekonomika-rossii-cifry-i-fakty-chast-5-ugolnaya-promyshlennost>
2. Информационно - аналитическое агентство «Про недра». – Режим доступа: <http://pronedra.ru/coal/2015/03/30/budushchee-ugolnoy-promyshlennosti/>
3. Козловский Е.А. Горная энциклопедия. Том 1./Козловский Е.А.-М.: Советская энциклопедия, 1991-336с.
4. Череповский В.Ф. Угольная база России. Всероссийский научно-исследовательский геологоразведочный институт им. А.П. Карпинского. Том 5./ В.Ф.Череповский.-М.: Геоинформмарк, 2002-638с.
5. Официальный сайт компании ООО «Разрез Аршановский» [Электронный ресурс], – Режим доступа: <http://ra19.ru/sample-page/istoriya/>.
6. Официальный сайт Российского угольного сообщества [Электронный ресурс], – Режим доступа: <http://coal-info.ru/>
7. Лебедев В.В. Комплексное использование углей/ Лебедев В.В., Рубан В.А., Шпирт М.Я. М.: Недра, 1980. – 239с.
8. Аронов С. Г., Л.Л. Нестеренко. Химия твердых горючих ископаемых/под редакцией А. С. Брука - Харьков: Изд-во ХГУ, 1960. - 372с.
9. ГОСТ 25543-88 Угли бурые, каменные и антрациты. Классификация по генетическим и технологическим параметрам (с Изменениями N 1, 2). Дата введения: 01.01.1990г.- 17 с.
10. Топливо и энергетика России. Статистический сборник. М.: - Финансы и статистика, 2004. - 562с.
11. Мулерт Ф., Сера в угле / Ф. Мулерт; пер. с нем. М.В. Гумилевой; под ред. Н.М. Караваева.- М.; Л.: Госхимтехиздат, 1932. - 129с.
12. Угольная база России. Том III. Угольные бассейны и месторождения Восточной Сибири (Красноярский край, Канско-Ачинский бассейн; Республика Хакасия, Минусинский бассейн; Республика Тыва, Углекимический бассейн и

др. месторождения; Иркутская область и угольные месторождения Предбайкалья). – М.: ООО "Геоинформцентр", 2002. – 488 с.

13. Арбузов С.И. Редкометалльный потенциал углей Минусинского бассейна/ Арбузов С.И., Ершов В.В., Рихванов Л.П.– Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал ГЕО, 2003.– 347 с.

14. ГОСТ Р 52911-2013 Топливо твердое минеральное. Определение общей влаги. Дата введения: 01.01.2015.-13 с.

15. ГОСТ Р 55661-2013 Топливо твердое минеральное. Определение зольности. Дата введения: 01.01.2015.-12с.

16. ГОСТ 8606-72 Топливо твердое. Методы определения серы. Дата введения: 01.07.1973.-15с.

17. Чантурия В.А. Техника и технология обогащения углей/ Чантурия В.А., Моляко А.Р.-М.: Недра, 2005. - 622с.

18. Федеральный закон № 212-ФЗ (ред. от 29.12.2015) «О страховых взносах в Пенсионный фонд Российской Федерации, Фонд социального страхования Российской Федерации, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования».- 30с.

19. Международный стандарт ISO 26000:2011. Социальная ответственность организаций. Требования. Дата введения:15.03.2012.-36с.

20. Генеральное соглашение между общероссийскими объединениями профсоюзов, общероссийскими объединениями работодателей и Правительством Российской Федерации на 2014 - 2016 годы.-13с.

21. ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. Дата введения:01.01.1976. - 4с.

22. СП 2.2.2.1327-03. Гигиенические требования к организации технологических процессов, производственному оборудованию и рабочему инструменту. Дата введения:26.05.2003. - 20с.

23. Технический регламент таможенного союза ТР ТС 019/2011 О безопасности средств индивидуальной защиты. Дата введения: 9.12.2011.- 180с.

24. Технический регламент. О безопасности электроустановок. Дата введения:10.01.2010.- 18с.
25. ГН 2.2.5.313-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Дата введения:10.05.2003.- 20с.
26. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Дата введения:01.06.96. – 12с.
27. ГОСТ 12.1.003– 2014.ССБТ. Система стандартов безопасности труда. Шум. Дата введения:01.11.2013. – 18с.
28. ГОСТ ISO 9612-2015. Акустика. Измерения шума для оценки его воздействия на человека. Метод измерений на рабочих местах. Дата введения:01.12.2014.- 26с.
29. СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение. Дата введения:01.06.2011. – 29с.
30. ГОСТ Р 12.1.019-2009. ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. Дата введения:01.01.2011. – 20с.
31. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности № 123-ФЗ от 22 июля 2008 года. – 92с.
32. ГОСТ 17.2.3.02—78. Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями. Дата введения:01.01.1980. – 30с.
33. Федеральный закон от 10 января 2002 года N 7-ФЗ Об охране окружающей среды. – 10с.
34. ГОСТ Р 22.0.02 – 94. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Дата введения:01.01.1996. – 31с.
35. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 17 декабря 2010 г. N 1122н «Об утверждении типовых норм бесплатной выдачи работникам смывающих и (или) обезвреживающих средств и стандарта безопасности труда «Обеспечение работников смывающими и (или) обезвреживающими средствами». – 13с.

36. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 16 февраля 2009 г. N 45н «Об утверждении норм и условий бесплатной выдачи работникам, занятым на работах с вредными условиями труда, молока или других равноценных пищевых продуктов. Порядка осуществления компенсационной выплаты в размере, эквивалентном стоимости молока или других равноценных пищевых продуктов». – 17с.
37. Трудовой кодекс Российской Федерации. Статья 213. Медицинские осмотры некоторых категорий работников.-424 с.
38. Приказ Минздравсоцразвития России от 12.04.2011 N 302н «Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда». – 13с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1 – Результаты определения содержания влаги

Проба	№ бюкса	Вес бюкса, г	Вес бюкса с навеской, г	Навеска, г	Вес после высушивания, г	Контрольное высушивание, г	Потеря влаги, г	W <sup>a</sup> , %	W <sup>a</sup> <sub>ср</sub> , %
Ар – 2 - 14	1	21,3092	22,4172	1,1080	22,3972	22,3971	0,020	1,62	1,60
	2	14,2524	15,3895	1,1371	15,4073	15,4075	0,018	1,58	
Ар – 3 - 14	3	15,4321	16,6641	1,2320	16,6368	16,6370	0,0273	2,22	2,30
	4	16,0198	17,2489	1,2291	17,2201	17,2203	0,0388	2,34	
Ар – 4 - 14	5	15,4938	16,6875	1,1937	16,7168	16,7170	0,0293	2,45	2,50
	6	16,2609	17,4630	1,2021	17,4931	17,4932	0,0301	2,50	
Ар – 5 - 14	7	17,2609	18,3605	1,0996	18,3823	18,3822	0,0217	1,97	2,00
	8	15,5038	16,6071	1,1033	16,6292	16,6294	0,0221	2,00	
Ар – 7 - 14	9	15,9559	17,3347	1,3788	17,3720	17,3721	0,0373	2,71	2,70
	10	16,6467	17,9600	1,3133	17,9961	17,9963	0,0361	2,75	
Ар – 4 - 15	11	14,2524	15,4938	1,2414	15,5204	15,5206	0,0266	2,14	2,20
	12	16,1737	17,4115	1,2378	17,4406	17,4404	0,0289	2,23	
Ар – 13 - 15	13	17,3487	18,4686	1,1199	18,4856	18,4859	0,017	1,52	1,80
	14	14,3191	15,4769	1,1578	15,4999	15,5001	0,023	1,99	
Ар – 14 - 15	15	16,3864	17,4928	1,1064	17,5238	15,5240	0,031	2,81	2,70
	16	19,1819	20,2818	1,0999	20,3107	20,3110	0,0289	2,63	
Ар – 18 - 15	17	14,3712	15,6428	1,2716	15,6673	15,6675	0,0245	1,93	2,00
	18	15,0138	16,2785	1,2647	16,3038	16,3036	0,0251	1,98	

Таблица А.2 – Результаты определения зольности

Проба	№ тигля	Вес тигля, г	Вес тигля с навеской, г	Навеска, г	Вес после прокаливания, г	Контрольное прокалывание, г	Вес зольного остатка, г	A <sup>a</sup> , %	A <sup>a</sup> <sub>ср</sub> , %	W <sup>a</sup> <sub>ср</sub> , %	A <sup>d</sup> <sub>ср</sub> , %
Ap – 2 -14	1	28.0880	30.1200	2.0320	28.6695	28.6697	1.4505	17.8	17.8	1,60	18,1
	4	29.6005	31.6434	2.0429	30.1923	30.1924	1.4511	17.7			
Ap – 3 -14	5	31.6128	33.5420	1.9292	32.0417	32.0416	1.5004	17.1	17.2	2,30	17,6
	6	26.8105	28.5172	1.7067	27.1880	27.1881	1.3292	17.3			
Ap – 4 -14	7	27.7956	29.9938	2.1982	28.1417	28.1418	1.8521	15.7	15.7	2,50	16,1
	8	28.3882	30.2705	1.8823	28.6837	28.6838	1.5867	15.7			
Ap – 5 -14	9	30.0489	31.8939	1.8450	30.3999	30.3998	1.4941	13.8	13.7	2,00	14,0
	10	27.3799	29.1624	1.7825	27.7148	27.7149	1.4476	13.5			
Ap – 7 -14	11	28.7292	30.6274	1.8982	28.9328	28.9330	1.6946	10.7	10.8	2,70	11,1
	15	25.8795	27.6208	1.7413	26.0668	26.0667	1.5541	10.8			
Ap – 4 -15	21	31.7389	33.2426	1.5037	32.0695	32.0696	1.1731	12.2	12.2	2,20	12,5
	22	31.3877	33.0414	1.6537	31.7517	31.7518	1.2897	12.2			
Ap – 13 -15	23	31.4911	33.1853	1.6942	31.6298	31.6297	1.5555	8.2	8.2	1,80	8,4
	24	28.9600	30.3928	1.4328	29.0764	29.0765	1.3164	8.1			
Ap – 14 -15	25	26.9715	28.4371	1.4656	27.0420	27.0419	1.3952	4.8	4.8	2,70	4,9
	26	29.9406	31.5607	1.6201	30.0181	30.0181	1.5426	4.8			
Ap – 18 -15	27	28.8048	30.8947	2.0899	28.9707	28.9708	1.9240	7.9	8.0	2,00	8,2
	28	27.7956	31.9609	1.8829	30.2288	30.2287	1.7322	8.0			

Таблица А.3 – Результаты определения общей серы

Проба	Вес кальки с навеской, г	Вес кальки, г	Вес навески топлива, г	Вес тигля с BaSO <sub>4</sub> , г	Вес тигля, г	Вес BaSO <sub>4</sub> , г	Вес BaSO <sub>4</sub> в контрольном опыте, г	S <sup>a</sup> , %	S <sup>a</sup> <sub>ср</sub> , %	W <sup>a</sup> <sub>ср</sub> , %	S <sup>d</sup> <sub>ср</sub> , %
Ap – 2 -14	1.1187	0.0048	1.1140	28.4570	28.3762	0.0808	0.0012	0.69	0.73	1,60	0,74
	1.0106	0.0033	1.0073	41.5357	41.4548	0.0809	0.0012	0.76			
Ap – 3 -14	1.2792	0.0051	1.2741	28.4601	28.3749	0.0852	0.0012	0.65	0.65	2,30	0,67
	1.2868	0.0054	1.2814	41.5400	41.4541	0.0859	0.0012	0.65			
Ap – 4 -14	1.3784	0.0046	1.3738	51.1307	51.0371	0.0936	0.0012	0.68	0.64	2,50	0,66
	1.2665	0.0064	1.2601	43.9207	43.8402	0.0805	0.0012	0.60			
Ap – 5 -14	1.1024	0.0027	1.0997	29.4356	29.3588	0.0768	0.0012	0.64	0.62	2,00	0,63
	1.0285	0.0019	1.0267	44.9055	44.8405	0.0650	0.0012	0.59			
Ap – 7 -14	1.0758	0.0031	1.0727	28.4425	28.3756	0.0669	0.0012	0.53	0.56	2,70	0,58
	1.2385	0.0030	1.2355	51.1162	51.0379	0.0783	0.0012	0.59			
Ap – 4 -15	1.1263	0.0048	1.1215	41.5320	41.4549	0.0771	0.0012	0.64	0.55	2,20	0,56
	1.0760	0.0035	1.0725	43.9064	43.8454	0.0610	0.0012	0.46			
Ap – 13 -15	1.0726	0.0015	1.0711	29.4268	29.3612	0.0656	0.0012	0.60	0.61	1,80	0,62
	1.0808	0.0010	1.0798	28.4507	28.3765	0.0742	0.0012	0.62			
Ap – 14 -15	1.0256	0.0012	1.0244	44.9158	44.8443	0.0715	0.0012	0.62	0.63	2,70	0,65
	1.3167	0.0038	1.3129	51.1261	51.0393	0.0868	0.0012	0.64			
Ap – 18 -15	1.1476	0.0047	1.1429	41.5223	41.4572	0.0651	0.0012	0.68	0.64	2,00	0,65
	1.2394	0.0024	1.2370	43.9193	43.8486	0.0707	0.0012	0.60			

Таблица А.4 – Результаты определения сульфатной серы

Проба	Вес кальки с навеской, г	Вес кальки, г	Вес навески топлива, г	Вес тигля с BaSO <sub>4</sub> , г	Вес тигля, г	Вес BaSO <sub>4</sub> , г	Вес BaSO <sub>4</sub> в контрольном опыте, г	S <sup>a</sup> <sub>SO4</sub> , %	S <sup>a</sup> <sub>срSO4</sub> , %	W <sup>a</sup> <sub>ср</sub> , %	S <sup>d</sup> <sub>SO4</sub> , %
Ap – 2 -14	1,2729	0,0053	1,2676	29,3553	29,3543	0,0010	0,0004	0,01	0,01	1,60	0,01
	1,2662	0,0035	1,2627	28,3756	28,3748	0,0008	0,0004	0,005			
Ap – 3 -14	1,0018	0,0053	0,9983	29,3538	29,3520	0,0018	0,0004	0,02	0,02	2,30	0,02
	1,0109	0,0049	1,0070	28,3762	28,3747	0,0015	0,0004	0,02			
Ap – 4 -14	1,4323	0,0034	1,4289	44,8428	44,8414	0,0014	0,0004	0,01	0,01	2,50	0,01
	1,4267	0,0109	1,4158	41,4567	41,4553	0,0014	0,0004	0,01			
Ap – 5 -14	1,1048	0,0065	1,0983	29,3575	29,3528	0,0017	0,0004	0,02	0,02	2,00	0,02
	1,1190	0,0061	1,1129	28,3772	28,3758	0,0014	0,0004	0,01			
Ap – 7 -14	1,0333	0,0031	1,0302	44,8435	44,8420	0,0015	0,0004	0,01	0,01	2,70	0,01
	1,0623	0,0034	1,0589	41,4569	41,4558	0,0011	0,0004	0,01			
Ap – 4 -15	1,1341	0,0015	1,1326	29,3511	29,3506	0,0005	0,0004	0,0012	0,002	2,20	0,002
	1,1681	0,0034	1,1647	28,3769	28,3762	0,0007	0,0004	0,003			
Ap – 13 -15	1,0674	0,0027	1,0647	44,8429	44,8423	0,0006	0,0004	0,003	0,004	1,80	0,004
	1,0728	0,0020	1,0708	41,4550	41,4558	0,0008	0,0004	0,005			
Ap – 14 -15	1,0664	0,0048	1,0616	29,3495	29,3487	0,0008	0,0004	0,005	0,006	2,70	0,006
	1,0517	0,0024	1,0493	28,3775	28,3763	0,0010	0,0004	0,008			
Ap – 18 -15	1,0522	0,0035	1,0487	44,8430	44,8423	0,0007	0,0004	0,004	0,004	2,00	0,004
	1,1083	0,0030	1,1053	41,4566	41,4563	0,0006	0,0004	0,003			



Таблица А.5 – Результаты определения пиритной серы

Проба	Вес кальки с навеской, г	Вес кальки, г	Вес навески топлива, г	V ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ), $\text{см}^3$	V ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) контрольный опыт, $\text{см}^3$	$S^a_p$ , %	$S^a_{p, \text{cp}}$ , %	$W^a_{\text{cp}}$ , %	$S^d_p$ , %
Ap – 2 - 14	1,1868	0,0051	1,1817	2,3	0,075	0,60	0,62	1,60	0,63
	1,1309	0,0050	1,1259	2,3	0,075	0,63			
Ap – 3 - 14	1,1484	0,0047	1,1437	2,0	0,075	0,54	0,54	2,30	0,55
	1,0201	0,0037	1,0164	1,8	0,075	0,54			
Ap – 4 - 14	1,0601	0,0043	1,0558	1,7	0,075	0,49	0,50	2,50	0,51
	1,1301	0,0050	1,1251	1,9	0,075	0,51			
Ap – 5 - 14	1,0196	0,0034	1,0162	1,7	0,075	0,51	0,51	2,00	0,52
	1,2433	0,0029	1,2404	2,0	0,075	0,50			
Ap – 7 - 14	1,2584	0,0043	1,2541	1,9	0,075	0,47	0,47	2,70	0,48
	1,3345	0,0055	1,3290	2,0	0,075	0,46			
Ap – 4 - 15	1,0820	0,0022	1,0798	1,7	0,075	0,48	0,48	2,20	0,49
	1,1813	0,0017	1,1796	1,8	0,075	0,47			
Ap – 13 - 15	1,1550	0,0030	1,1520	1,7	0,075	0,45	0,44	1,80	0,45
	1,1925	0,0028	1,1897	1,65	0,075	0,42			
Ap – 14 - 15	1,0938	0,0027	1,0911	1,75	0,075	0,49	0,50	2,70	0,51
	1,1073	0,0030	1,1043	1,85	0,075	0,51			
Ap – 18 - 15	1,3695	0,0048	1,3647	2,15	0,075	0,49	0,48	2,00	0,49
	1,3522	0,0045	1,3477	2,05	0,075	0,47			

Таблица А.6 – Результаты определения общей серы в золе

Проба	Вес кальки с навеской, г	Вес кальки, г	Вес навески топлива, г	Вес тигля с BaSO <sub>4</sub> , г	Вес тигля, г	Вес BaSO <sub>4</sub> , г	Вес BaSO <sub>4</sub> в контрольном опыте , г	S <sup>a</sup> , %	S <sup>a</sup> <sub>ср</sub> , %	W <sup>a</sup> <sub>ср</sub> , %	S <sup>d</sup> <sub>ср</sub> , %
Ap – 2 -14	1,0325	0,0022	1,0303	29,3703	29,3636	0,0067	0,0012	0,073	0,07	1,60	0,07
	1,0431	0,0031	1,0400	51,0721	51,0662	0,0059	0,0012	0,062			
Ap – 3 -14	0,1839	0,0052	1,1787	29,3883	29,3828	0,0055	0,0012	0,050	0,05	2,30	0,05
	1,1838	0,0048	1,1790	44,8694	44,8637	0,0057	0,0012	0,052			
Ap – 4 -14	1,0806	0,0019	1,0787	44,7940	44,7892	0,0048	0,0012	0,046	0,05	2,50	0,05
	1,1062	0,0037	1,1025	29,3990	29,3940	0,0050	0,0012	0,047			
Ap – 5 -14	1,0759	0,0046	1,0713	29,4982	29,4913	0,0069	0,0012	0,073	0,07	2,00	0,07
	1,1046	0,0028	1,1018	31,7445	31,7374	0,0071	0,0012	0,074			
Ap – 7 -14	1,2051	0,0043	1,2008	31,5839	31,5199	0,0064	0,0012	0,060	0,06	2,70	0,06
	1,1939	0,0040	1,1899	51,1107	51,1037	0,0070	0,0012	0,067			
Ap – 4 -15	1,2161	0,0030	1,2131	29,3790	29,3737	0,0053	0,0012	0,046	0,04	2,20	0,04
	1,2111	0,0033	1,2078	28,3879	28,3830	0,0049	0,0012	0,042			
Ap – 13 -15	1,2151	0,0021	1,2131	44,7772	44,7698	0,0074	0,0012	0,069	0,07	1,80	0,07
	1,2118	0,0020	1,2098	44,8861	44,8788	0,0073	0,0012	0,070			
Ap – 14 -15	1,1966	0,0030	1,1936	29,3418	29,3474	0,0056	0,0012	0,051	0,05	2,70	0,05
	1,2043	0,0034	1,2009	44,8356	44,7679	0,0058	0,0012	0,053			
Ap – 18 -15	1,2168	0,0037	1,2131	44,8344	44,8414	0,0070	0,0012	0,066	0,07	2,00	0,07
	1,2116	0,0038	1,2078	51,0362	51,0431	0,0069	0,0012	0,065			

Таблица А.7 – Результаты расчета органической серы

Проба	Общая сера $S^d$ , %	Сульфатная сера $S^d_{SO_4}$ , %	Пиритная сера $S^d_p$ , %	Органическая сера $S^d_o$ , %
Ар – 2 -14	0,74	0,01	0,63	0,10
Ар – 3 -14	0,67	0,02	0,55	0,10
Ар – 4 -14	0,66	0,01	0,51	0,14
Ар – 5 -14	0,63	0,02	0,52	0,09
Ар – 7 -14	0,58	0,01	0,48	0,09
Ар – 4 -15	0,56	0,002	0,49	0,07
Ар – 13 -15	0,62	0,004	0,45	0,17
Ар – 14 -15	0,65	0,006	0,51	0,13
Ар – 18 -15	0,65	0,004	0,49	0,16