

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

Институт физики высоких технологий

Направление подготовки 18.04.01 «Химическая технология»

Кафедра общей химии и химической технологии

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Применение золошлаковых материалов Краснокаменской ТЭЦ для закладочных работ Забайкальского ГОКа.

УДК 621.311.22:69:662.693.003.13

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ДМ4В	Алпысбаев Магжан Акылбекович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Налесник О.И.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Криницына З.В.	К.Т.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Назаренко О.Б.	Д.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОХХТ	Тихонов В.В.	К.Т.Н.		

Томск – 2016 г.

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

Запланированные результаты обучения по программе
18.04.01 «Химическая технология»

Планируемые результаты обучения

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Профессиональные компетенции</i>		
P1	Применять <i>глубокие</i> естественно-научные, математические и инженерные <i>знания</i> для создания <i>новых</i> материалов	Требования ФГОС (ПК-2, 10, 12, 22, 23), Критерий 5 АИОР (п. 1.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P2	Применять <i>глубокие знания</i> в области современных технологий химического производства для решения <i>междисциплинарных</i> инженерных задач	Требования ФГОС (ПК-2, 4-7, ОК-4), Критерий 5 АИОР (пп. 1.1, 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P3	Ставить и решать <i>инновационные</i> задачи <i>инженерного анализа</i> , связанные с созданием материалов и изделий, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов химической технологии	Требования ФГОС (ПК-2, 17, 20), Критерий 5 АИОР (пп. 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P4	Разрабатывать химико-технологические процессы, <i>проектировать</i> и использовать <i>новое</i> оборудование для создания материалов, конкурентоспособных на <i>мировом</i> рынке	Требования ФГОС (ПК-1, 17-21), Критерий 5 АИОР (п. 1.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P5	Проводить теоретические и экспериментальные <i>исследования</i> в области создания <i>новых</i> материалов, современных химических технологий, нанотехнологий	Требования ФГОС (ПК-14-16, ОК-2-6), Критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

P6	Внедрять, эксплуатировать современные высокотехнологичные линии автоматизированного производства, обеспечивать их <i>высокую эффективность</i> , соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда на химическом производстве, выполнять требования по защите окружающей среды	Требования ФГОС (ПК-1, 10), Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<i>Универсальные компетенции</i>		
P7	Использовать <i>глубокие знания по проектному менеджменту</i> для ведения <i>инновационной инженерной деятельности</i> с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности	Требования ФГОС (ПК-3, 8, 13), Критерий 5 АИОР (п. 2.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P8	<i>Активно владеть иностранным языком</i> на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности	Требования ФГОС (ПК-7, ОК-3) , Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве <i>члена и руководителя группы</i> , состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность <i>следовать корпоративной культуре</i> организации	Требования ФГОС (ПК-9, ОК-4, 5), Критерий 5 АИОР (пп. 1.6, 2.3.), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P10	Демонстрировать <i>глубокие знания социальных, этических и культурных аспектов</i> инновационной инженерной деятельности, компетентность в вопросах <i>устойчивого развития</i>	Требования ФГОС (ПК-5, 6, 10), Критерий 5 АИОР (пп. 2.4, 2.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P11	<i>Самостоятельно учиться</i> и непрерывно <i>повышать квалификацию</i> в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС (ПК-11, ОК-1, 2, 6), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

Взаимное соответствие целей ООП и результатов обучения и кредитная стоимость результатов обучения представлены в следующих таблицах.

Взаимное соответствие целей ООП и результатов обучения

Результаты обучения	Цели ООП				
	Ц1	Ц2	Ц3	Ц4	Ц5
P1	+	+	+	+	+
P2	+	+		+	
P3	+	+	+	+	+
P4				+	
P5			+		+
P6	+	+		+	
P7		+			
P8			+		+
P9		+			
P10		+	+		
P11			+	+	+

Кредитная стоимость результатов обучения

<i>Профессиональные компетенции выпускника – 100 кредитов ECTS</i>							<i>Универсальные компетенции выпускника – 20 кредитов ECTS</i>				
Кредиты	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11
	19	20	9	19	21	12	2	4	6	4	4

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

Институт Физики высоких технологий
Направление подготовки 18.04.01 Химическая технология
Кафедра Общей химии и химической технологии

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
2ДМ4В	Алпысбаев Магжан Акылбекович

Тема работы:

Применение золошлаковых материалов Краснокаменской ТЭЦ для закладочных работ Забайкальского ГОКа.	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	От 22.01.2016 № 283/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Состав и структура золошлаковых отвалов Краснокаменской ТЭС. Требование предприятия Забайкальского ГОК закладочным материалом. Литературные данные по составам закладочных смесей.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	Введение, литературный обзор, методика проведения экспериментов, классификация методов возведения, технология приготовления закладочной смеси, финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение, социальная ответственность, заключение

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	Технологическая схема приготовления закладочной смеси
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент кафедры МЕН, к.т.н., Криницына Зоя Васильевна
Социальная ответственность	Профессор кафедры ЭБЖ, д.т.н., Назаренко Ольга Брониславовна
Иностранная часть	Рыманова Ирина Евгеньевна

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:
1.2 Закрепление обрушение 1.3.1 Заполнение старых неглубоких шахтных пустот в породном массиве 1.3.2 Использование золы уноса для заполнения заброшенных шахт 1.4 Выбор смеси для заполнения 1.5 Применение золы-уноса в составе цемента и бетона 1.6 Зола уноса как основной компонент цемент 1.7 Зола-уноса в составе бетона 1.9.3 Нормативы прочности для закладки комнат

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Налесник О.И	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ДМ4В	Алпысбаев Магжан Акылбекович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
2ДМ4В	Алпысбаев Магжан Акылбекович

Институт	Кафедра	ОХХТ
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность
		Химическая технология неорганических веществ и материалов

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Себестоимость ресурсов научного исследования составила 2279,09 рублей, амортизация специального оборудования 20350 рублей, итоговая плановая себестоимость НИ 214767,29 рублей.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Отчисления на социальные нужды 30% составили 44700,02 рублей.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	1.1. Потенциальные потребители результатов исследования 1.2. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения 1.3. SWOT-анализ 1.4. Оценка готовности проекта к коммерциализации 1.5. Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования
2. Разработка устава научно-технического проекта	2.1. Устав проекта 2.2. Организационная структура проекта
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	3.1. План проекта 3.2. Бюджет научного исследования 3.3. Организационная структура проекта 3.4. Потенциальные риски 3.5. План управления коммуникациями проекта 3.6. Регистр рисков проекта
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	4.1. Оценка сравнительной эффективности исследования

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

- Сегментирование рынка
- Оценка конкурентоспособности технических решений
- Матрица SWOT
- График проведения и бюджет НТИ
- Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ
- Потенциальные риски

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Креницына З.В.	К.Х.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ДМ4В	Алпысбаев Магжан Акылбекович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2ДМ4В	Алпысбаеву Магжану Акылбековичу

Институт	ИФВТ	Кафедра	ОХХТ
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Химическая технология неорганических веществ и материалов

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования	
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Профессиональная социальная безопасность	<i>1.1. Идентификация опасных и вредных факторов проектируемой производственной среды</i> <i>1.2. Метеоусловия</i> <i>1.3. Освещенность. Расчет освещения</i> <i>1.4. Шум</i> <i>1.5. Защита от опасных и вредных факторов</i>
2. Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению	<i>2.1. Электробезопасность</i> <i>2.2. Пожаровзрывобезопасность</i>
3. Экологическая безопасность:	– <i>выполнить анализ воздействия объекта на окружающую среду;</i>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	– <i>перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;</i> – <i>выбор наиболее типичной ЧС;</i> – <i>разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</i> – <i>разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</i>
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	<i>5.1. Специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</i> <i>5.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</i>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор каф. ЭБЖ	Назаренко Ольга Брониславовна	д.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ДМ4В	Алпысбаев Магжан Акылбекович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 107 стр., 18 рис., 52 табл., 58 источников.

Ключевые слова: закладочная смесь, золошлаковые отвалы, механоактивация, гидроудаление, шлаковый песок, шлак, зола уноса, зола гидроудаления, прочность при раздавливании.

Объектом исследования являются: золошлаковые отвалы Краснокаменской ТЭС.

Цель работы – является получение закладочного материала на основе золы уноса и золо-шлаковых отходов с различным количественным составом компонентов.

В работе установлено, что состав из 5% цемента марки М400 и 95% золы уноса имеет прочность при раздавливании более 1МПа и удовлетворяет требованиям предприятия при закладки комнат.

Изучено влияние добавки шлака, шлакового песка и золы гидроудаления (зольный остаток шлака) на прочность бетона с золо-цементным вяжущим. Найдено, что при 5% содержании цемента 50%-ная замена золы уноса золой гидроудаления также обеспечивает требуемую прочность закладки комнат. Такой же положительный результат получен при 45% на замене золы-уноса шлаковым песком и при 20%-ной замене шлаком.

Область применения: горнодобывающие предприятия, угледобывающие предприятия, уранодобывающие предприятия.

Экономическая эффективность/значимость работы – результаты исследований ведут к экономии цемента при создании закладочных смесей. К тому же использование золы ведет к сокращению площади золоотвалов.

Определения, обозначения, сокращения и нормативные ссылки

ПГС – песчано - гравийной смесь

ЗШО – золошлаковый отвалы

ЗШМ – золошлаковый материалы

ТЭС – тепловая электростанция

ЗГУ – зола гидроудаления

ГОСТ – Государственный стандарт

1. ГОСТ25818-91 Золо-уноса тепловых электростанций для бетонов
2. ГОСТ 10538-87 Топливо твердое. Методы определения химического состава золы.
3. ГОСТ 12.0.003-74. «Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»
4. ГОСТ 12.1.005-88. «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»
5. СанПиН 2.2.4.548-96. «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».
6. ГОСТ 124021-75. «Системы вентиляции. Общие требования»
7. СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение»
8. ГОСТ 12.1.030 – 81. «ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление». – М. – Из-во стандартов. – 1998.
9. ГОСТ 12.1.010 – 76 Взрывобезопасность. Общие требования. – М. – Из-во стандартов. – 1983
- 10.ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
- 11.ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенически требования к воздуху рабочей зоны

Оглавление

Введение.....	12
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	13
1.1 Закладка горных выработок в рудниках и шахтах	13
1.2 Закрепление обрушение	15
1.3 Способы возведения закладочных массивов	17
1.4 Выбор смеси для заполнения.....	23
1.5 Применение золы-уноса в составе цемента и бетона.....	24
1.6 Зола уноса как основной компонент цемента	26
1.7 Зола-уноса в составе бетона.....	28
1.8 Характеристика золошлаковых отвалов ТЭС	29
1.9 Технология приготовления закладочной смеси.....	32
1.10 Применение золы уноса для закладочных работ.....	38
1.11 Повышение вяжущих свойств золы-уноса ТЭС путем активации	39
2 Цель и задачи выпускной работы.....	40
3 Экспериментальная часть.....	41
3.1 Изучение состава ЗШМ.....	41
3.2 Испытание образцов на прочность.	45
4. Результаты и их обсуждение.....	46
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	52
6. Социальная ответственность	79
Заключение	98
Список публикаций.....	100
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	101
Приложение А	106
Приложение Б	121

Введение

XXI веке горнодобывающие предприятия столкнулись с проблемой ликвидации выработанного пространства в различных вариантах, так как значительная доля затрат (до 15-25 %) в добыче руды приходится на закладочные работы. Основную закладочную смесь составляет цементосодержащие смеси. В настоящее время закладка горных выработок Краснокаменского уранового рудника в основном осуществляется прочными цементными бетонами с песчано-гравийной смесью (ПГС) в качестве наполнителя для несущих стен (перегородок). При этом заполнение образовавшихся «комнат» производится менее прочными закладочными бетонами на основе ПГС с введением золы уноса для сокращения расхода цемента [1]. Альтернативой ПГС для этих менее прочных бетонов является миллионные золошлаковые отвалы (ЗШО) Краснокаменской ТЭС. Также известно, что для бетонов [2] достаточно широко используется золошлаковые смеси тепловых электростанций.

В других странах для закладки подземных выработок также используют ЗШО. В польской угледобывающей промышленности стало обычной практикой все возрастающее использование отходов угольных ТЭС. На это указывает процентное количество отходов ТЭС, используемых в добывающей промышленности, в общем объеме их образования в стране. Например, в 2004 г. использование этих отходов в горных выработках возросло с 88,7 до 92,1 %.

Отвалы занимают большие территории вблизи крупных городов. В засушливое летнее время идёт значительное распыление золы. Поэтому актуальностью задания является ликвидация текущего сброса золо-шлаковых отходов и постепенная переработка лежалых ЗШМ. Использование золошлаковых отвалов в закладочных смесях решает экологическую проблему, так как территория золоотвалов перейдёт в парковую зону вблизи города Краснокаменска и к снижению запыленности воздуха.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Закладка горных выработок в рудниках и шахтах

Закладка – самый надежный способ управления горным давлением, но дорогой и не всегда оправдывает себя экономически. Поэтому при организации закладочного хозяйства рудников необходимо установить зависимости от выбранных систем разработки и их параметров нормативные требования к закладочному массиву при его обнажении горной выработкой.

Закладка[3,4] используется для контроля горного давления, снижения потерь полезных ископаемых в недрах, для предотвращения подземных пожаров и внезапных выбросов угля и газа. Закладка также используется для снижения деформации подземной поверхности и для защиты от разрушений на объекте, оставшегося в скале шахты из тоннельных работ, чтобы повысить безопасность шахт.

В зависимости от полноты выработанного пространства закладка может быть полной или частичной (в качестве защитных полос при поддержании выработок). В качестве транспортировки упаковочного материала и формирования закладки массива, подразделяют на гидравлическую, пневматическую, самотёчную, твердеющую и механическую.

Гидравлическая закладка была впервые использована в 80-х годах 19-го века в Соединенных Штатах Америки и в Германии с 1894 года. Первые эксперименты по использованию сжатого воздуха к поставке пломбировочных материалов по трубопроводам, были проведены в Германии в 1904 г. В мировой промышленности пневматическая закладка воздуха впервые введена в Германии в 1924 году на шахте «Deutschland». Впервые твердеющая закладка была использована в 1924 на золоторудной шахте «Brakpan» (Южная Африка).

Распределение видов отходов, использованных при проведении подземных горных работ на польских угольных шахтах в 2005 г., показано на рис. 1. Использование польской угледобывающей промышленностью летучей золы и ее смесей с продуктами десульфуризации топочных газов в период с

2002 по 2006 г. В период 2005-2006 гг. работали 33 подземные угольные шахты, в которых добывалось около 95 млн т угля в год. В среднем за год польские угольные шахты используют почти 2,5 млн т золы уноса на ТЭС. Использование польской угледобывающей промышленностью летучей золы и ее смесей с продуктами десульфуризации топочных газов в период с 2002 по 2013 гг., показано на рис.1. В период 2005-2006 гг. работали 33 подземные угольные шахты, в которых добывалось около 95 млн т угля в год. В среднем за год польские угольные шахты используют почти 2,5 млн т золы уноса на ТЭС.

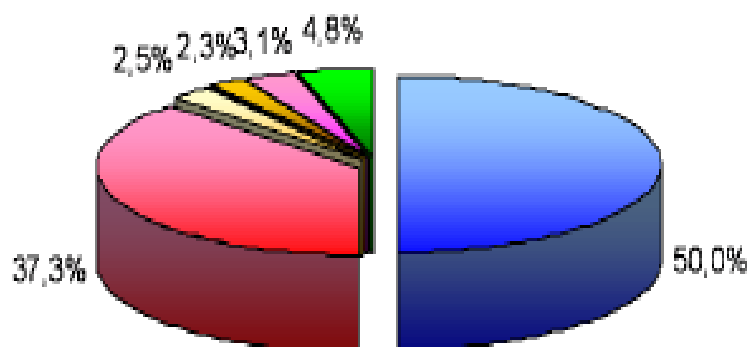


Рисунок 1 – Процентное распределение различных видов отходов, использованных при подземных работах на угольных шахтах в 2005 г. [3]

- 50 % – смесь летучей золы и отходов десульфуризации,
- 37 % – угольная зола,
- 4,8 % – другие виды отходов,
- 3,1 % – отходы угледобычи,
- 2,5 % – смесь золы и шлака котлов с жидким шлакоудалением
- 2,3 % – шлаки котлов.

Прочность закладочного массива достигается за счет совершенствования состава твердеющей смеси и увеличения в ней вяжущих веществ. Однако это не всегда обеспечивает достижение поставленной цели.

1.2 Закрепление обрушение

Наиболее широко распространенной технологией в польской угледобывающей промышленности с использованием золы уноса является цементации сводов шахтных выработок. Значительная часть летучей золы, потребляемой угольными шахтами, как раз используется в работах по цементации [5]. Доминирующей системой горных работ в польских угольных шахтах являются системы длинных забоев, которым свойственны обрушения. При этом важно, что пустоты, которые образуются в результате добычи угля, остаются после этого без опор. Это приводит к отрыву и падению породы кровли и последующему оседанию надшахтных грунтов. В результате обрушений образуется объем, который состоит из породы, остатков угля и воздушных пустот, в которых могут накапливаться взрыва и пожароопасные газы.

Распространенность такой технологии связана с простотой необходимого оборудования, невысокими требованиями к свойствам цементационного раствора, и теми выгодами, которые шахты получают в результате цементации. Дополнительными целями цементации являются:

- снижение естественной опасности возникновения пожара, которую могут создавать остатки угля в обрушениях за фронтом длинного забоя,
- улучшение вентиляционных условий в выработках в результате снижения потерь воздуха при его проходе через обрушения.

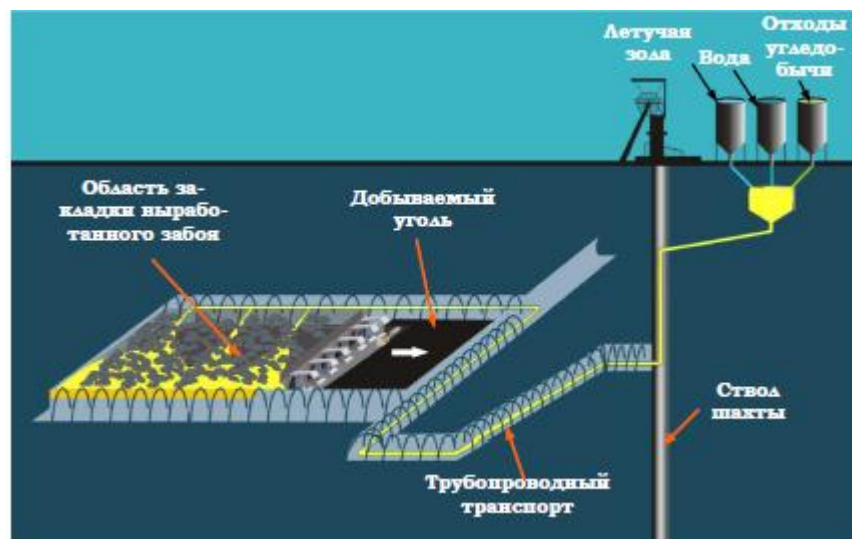


Рисунок 2 – Схема типичной технологии предотвращения обрушений за фронтом длинного забоя

Предотвращение образования таких пустот является основной задачей закрепления сводов горных выработок. На рис.2 представлена схема одного из вариантов такой технологии [6]. Необходимая для этого инфраструктура состоит из двух основных частей: установки для подготовки суспензии, расположенной около шахтного ствола и системы транспортных трубопроводов, которая поставляет суспензию от установки для ее подготовки ко всем местам использования. Выходы из трубы-хвостовика установлены в местах обвалов. Часто хвостовик оборудуется перегородками, которые позволяют перекрывать ненужную часть выходов и защищают переднюю часть длинного забоя от попадания цементирующей суспензии. Поступление суспензии летучей золы и воды в такой системе проходит под действием силы тяжести, а поэтому характеристики и эффективность транспортной системы зависят в основном от геометрии трубопровода.

1.3 Способы возведения закладочных массивов

1.3.1 Заполнение старых неглубоких шахтных пустот в породном массиве

Старые и неглубокие выработки представляют [7,8] большую опасность для зданий, инфраструктуры и людей. Для ее предотвращения выработки глубиной до 100 м заполняются через колодцы или снижается поверхностная нагрузка. Однако имеется опасность поверхностного оседания вследствие существования более глубоких выработок по сравнению с указанной величиной. Для исключения поверхностных эффектов, снижения опасности выброса газов и предупреждения возникновения подземных пожаров все неглубокие выработки в старых шахтах должны заполняться закладочными материалами. Не все выработки могут быть доступными от мест проведения других подземных горных работ, а поэтому существует необходимость бурения закладочных колодцев с поверхности (рис. 3).

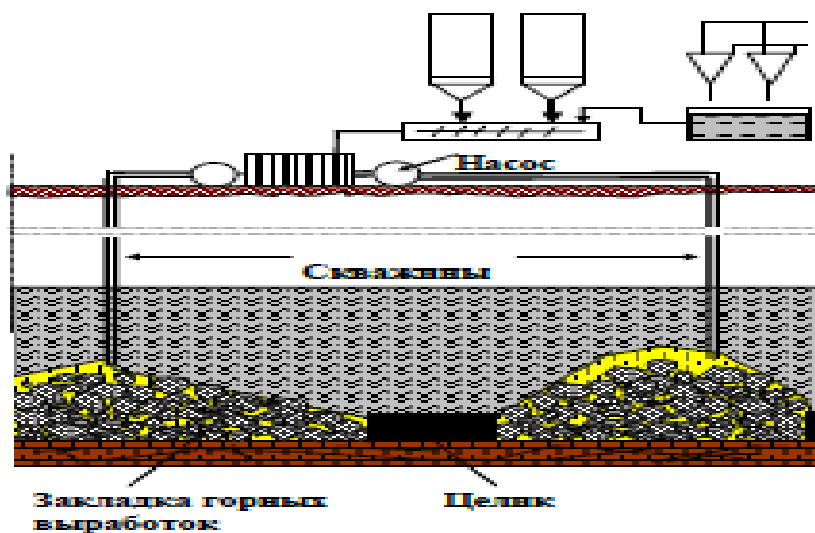


Рисунок 3 – Технология закладки горных выработок с помощью поверхностных скважин

Они располагаются так, чтобы было достижимым наилучшее заполнение пустот, и можно было избежать внезапного прорыва воды, иначе вокруг этих колодцев могут возникнуть обрушения. Заполнение пустот

проводится через буровые колодцы диаметром 120-200 мм с использованием следующих методов:

- пневмотранспорт сухой летучей золы с расходом до 30 т/ч и давлением около 0,25 МПа;
- пневмотранспорт сухой летучей золы, увлажняемой на выходе водой в количестве до 20 л/мин.;
- подачей под действием силы тяжести или посредством насоса водозоловой пульпы или смеси золы (до 70% по сухой массе), шлама (до 25%), цемента (до 10%), и хлорида кальция (2%) — концентрацию смеси следует устанавливать каждый раз в соответствии с состоянием и условиями заполнения пустот (концентрация смеси <75% по сухой массе).

1.3.2 Использование золы уноса для заполнения заброшенных шахт

Планирование закрытия шахты необходимо для прекращения действия подземных установок, управления водяной и газовой системами, поверхностными установками и инфраструктурой, для восстановления местной экосистемы и решения всех местных вопросов, связанных с закрытием шахты (т.е. социально-экономических вопросов). Ответственное закрытие подземной шахты включает:

- удаление стационарной установки, оборудования и опасных материалов,
- герметизацию и заполнение отверстий,
- стабилизацию областей обрушения и подготовку породы для заполнения,
- обеспечение работы устройств удаления и складирования отходов,
- восстановление местной экосистемы
- создание системы мониторинга, необходимого для исключения загрязнения воды и выбросов газов.

В последние годы проведены исследования[9] по стабилизации породных массивов, заполнению подземных горных выработок шламами и другими отвальными отходами. В качестве заполнителей, заглушек и инъекционных материалов на активной и пассивной стадиях закрытия шахты используются золы уноса (рис. 4)

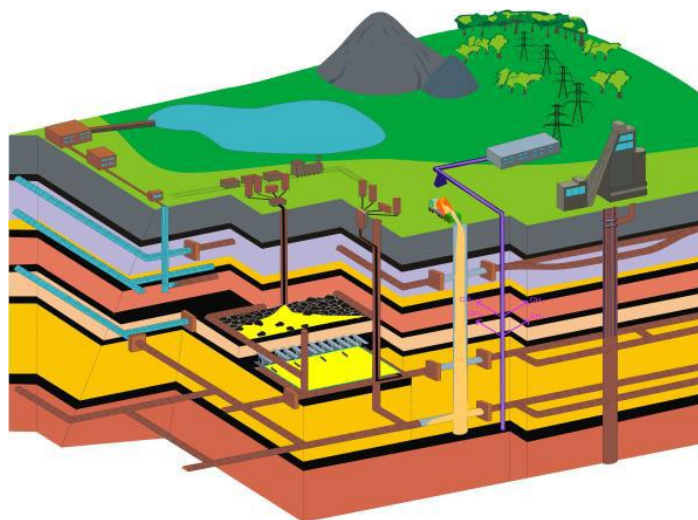


Рисунок 4 – Процесс заполнения шахты

В состав герметизирующих суспензий входят разбухающая в воде глина, а также заполнители типа летучей золы и другие компоненты. Эти компоненты смешивают с водой и в виде пульпы закачивают в скважину.

1.3.3 Классификация методов возведения

Различные виды горнотехнических условий разработки месторождений стало основой для создания нескольких способов возведения искусственного массива (Таблица 1)

Таблица 1 – Классификация способов возведения закладки

Виды закладки	Характерность
Твердеющая закладка	С вяжущими веществами, реагирующими с водой.
Литая	Смесь малоактивного наполнителя и связующего вещества с водой, и с

	активизирующими добавки. Получают на комплексах твердеющей закладки и подается под действием силы тяжести через трубы в выработанном пространстве; для обеспечения текучести присутствует некоторый избыток воды.
Инъекционная	Заполнитель пропитывают вяжущим раствором в выработанном пространстве.
Полураздельная	Заполнитель пропитывают вяжущим веществом и смешивают отдельно в выработанном пространстве.
Гидрозакладочный с вяжущей добавкой	Несущей средой заполнителя является вода.
2. Ледяная закладка	Послойное нагораживание в условиях многолетней мерзлоты.
3. Блочная закладка	Каменные блоки соединяют связующим веществом.
4. Сыпучая закладка (гидравлический способ)	Закладка перемещается по трубам водой
5. Сухая закладка Механический Пневматический Самотечный	Закладочное вещество заполняет выработку под влиянием свободного падения. Закладочный материал распределяют в выработке машинами механического действия. Закладочный материал транспортируют по трубам и забрасывают в выработку сжатым воздухом.

Твердеющая закладка. При литом методе[7,10] закладочная смесь охватывает воду (200-300 л на 1 м³ смеси) и песок при огромном удельном расходе вяжущего материала. Состав смеси выбирают так, чтоб обеспечивалась нужная прочность закладки, её транспортабельность, экономичность и использование энергии сжатого воздуха.

Полученная смесь отличается особым свойством – её консистенция, которая подбирается таковым образом, чтоб заполнитель располагался во взвешенном состоянии в несущей среде (вяжущем растворе). Малый расход воды позволяет уменьшить количество вяжущего – более дорогостоящего компонента.

Основным преимуществом метода является хорошее качество закладочного массива. Недостаток метода – это огромные издержки на дробление отвальной породы, используемой в закладку, сложная технология разработки приготовления и транспортирования смеси.

Литой метод используется при отработке охранных целиков, общей разработке месторождений открытым и подземным методами, добыче руд высокой ценности с целью понижения ущерба от разубоживания, при возведении искусственных надштрековых целиков и потолочин, искусственной кровли при нисходящей слоевой выемке руды. Данный способ является основным на Краснокаменском руднике.

Инъекционный метод основан в подаче по трубам с поверхности вяжущего раствора в выработанное место, заполненное дробленой породой, в итоге проводившихся закладочных работ либо от самообрушения очистной камеры. Раствор просачивается в пустоты дробленой породы и превращает её в монолит определенной, предварительно назначенной прочности.

Важность метода – наиболее подходящие условия трубопроводного транспортирования пульпы, способности пресечь процесс предстоящего обрушения пород, внедрение для закладки шахтной породы без выдачи её на поверхность и дробления.

Недостатки - сложность управления распределением раствора в сыпучей среде и, как следствие, неравномерная крепкость участков закладочного массива.

Полураздельный метод состоит из двух технологических рядов.

1. Приготовление связующего раствора и его транспортировки через трубы до выработанного пространства.

2. Подготовка и перевозка заполнителя по трубам сжатым воздухом, конвейерами, в вагонах, погрузочно-доставочными машинами.

Смешивание материалов производится перед их подачей (или времени) в выработанном пространстве путем подключения трубопроводного транспорта 150-300 м от камеры, заполненной в выработанном пространстве.

Преимущества метода – использование пневматики обеспечивает исключительно хорошую полноту закладки под кровлю, что очень значимо для камерно-столбовой системы разработки для пологих месторождений малой мощности; использование крупнокускового упаковочного материала сохраняет вяжущее вещество и снижает затраты на подготовку агрегата (измельчением).

Недостатки - двойная система транспортировки закладочных материалов раствора и наполнителя, низкое качество их перемешивания.

Гидрозакладочный метод отличается от обычного гидравлического наполнения, тем что заполнитель добавляется к связующему в соотношении от 1:2 до 1:30 по массе наполнителя транспортируемого потока воды, скорость которого должна превышать критическое значение для того, чтобы избежать закупорки труб.

Плотность пульпы соответствует 60% твердого вещества по массе, относительно потока воды – 500-600 л / м³ воды, чтобы удалять избыток заполнения камеры путем фильтрации через массив горных пород, через искусственный массив, или дренажных устройств. Режим подачи смеси - непрерывный.

Преимуществом метода[11] является использование хвостов обогащения после частичного обезвоживания, что уменьшает затраты на их подготовку, а также стоимость крупного заполнителя (10-20 мм или более).

Условия использования метода – выработанное пространство небольшого объема, боковые породы с трещинами, характеризующиеся высокими фильтрационными свойствами, что помогает легко удалить избыточную воду из камер.

1.4 Выбор смеси для заполнения

Изменчивость химических и минералогических свойств отходов производств электроэнергии определяет и различные механические свойства стабилизированных смесей, а, кроме того, и разные возможности их использования в шахтных технологиях [12]. Во многих технологиях подземных шахтных работ (забойки и закладки при заполнении, ликвидация отработанных разработок и т.д.) необходимо использовать дополнительные связующие материалы в смеси с продуктами сжигания угля, что имеет целью получение удовлетворительных значений основных параметров после затвердевания закладочных смесей.

Кроме того, на химические и минералогические свойств отходов производств электроэнергии и на механические характеристики стабилизированных мелкозернистых смесей большое влияние оказывают условия их твердения: температура, влажность и агрессивность по отношению к окружающей среде. Параметры мелкозернистых смесей определяются при испытаниях, проводимых в широком интервале их изменения, как это предписано польским стандартом PN-G/11011:1998.

Материалы для стабильной обратной засыпки и цементации каверн и пустот – требования и методики испытаний¹¹. Параметры, которые должны обеспечиваться согласно упомянутому выше стандарту, можно легко разделить на три группы:

- свойства, которые влияют на условия течения взвеси в трубопроводе при ее транспортировке – это плотность, разброс по концентрационному составу, реологические свойства взвеси;
- свойства, которые описывают процесс стабилизации взвеси – время выступления цементного раствора на поверхности, время схватывания, время полного затвердевания;
- свойства уже стабилизированного материала для заполнения – прочность на сжатие, сопротивление выдержке и водопроницаемость.

В таблице 2 показаны типичные пределы изменения наиболее важных параметров смесей при использовании отходов производства электроэнергии (т.е. от ТЭС) в технологиях для заполнения подземных горных выработок.

Таблица 2 – Критерии для использования продуктов сжигания угля в технологиях, связанных с подземными горными работами.

Технология	Параметр							
	Разброс по концентричному столу R , мм	Время схватывания S_s , дни	Окончание скрепления T_s , дни	Прочность на сжатие R_c , МПа	Сопротивление выдержке R_{28} , %	Выход жидкости $\eta_{ж}$, %	Сжимаемость S_s , %	Проницаемость K , м/с
Стабильное заполнение	160...180	< 1	< 2	0,5 после 7 суток	< 20	< 7	< 15	< 10^{-7}
Цементация обрушений	210...250	- *	< 28	0,1 после 28 суток	< 80	< 14	- *	< 10^{-7} (10^{-9} **)
Заполнение отработанных горных разработок	160...210	< 7	< 14	0,5 после 28 суток	< 20	< 7	- *	- *
Сооружение пространств и забоек для заполнения	160...180	< 2	< 2	0,5 после 7 суток	< 20	< 7	< 5	< 10^{-7}
Изоляция от пожаров, включая сооружение защитных противозрывных перемычек	160...210	- *	< 28	0,1 после 28 суток	< 20	< 14	< 5	< 10^{-8}
Ликвидация стволов шахт – изолирующие перемычки	160...180	< 2	< 3	0,5 после 7 суток	< 10	< 7	< 5	< 10^{-9}
Ликвидация шахтных стволов – заполнение шахты	160...180	- *	< 28	0,1 после 28 суток	< 80	< 7	- *	- *
Цементация сыпучих или пористых горных пород	160...210	- *	< 14	0,5 после 28 суток	< 20	< 7	< 7	< 10^{-7}

* – отсутствие конкретного значения не означает, что в результате конкретных технологических требований возникнут какие-либо ограничения

** – цементация при особых условиях

1.5 Применение золы-уноса в составе цемента и бетона

Зола-уноса, как побочный продукт сжигания каменноугольной или бурогоугольной пыли, благодаря малому размеру частиц, химическому и фазовому составу, а также активности, широко используется при производстве цемента и бетона. При грамотном использовании золы-уноса улучшаются свойства, как бетонной смеси, так и самого бетона. При этом производится высококачественный бетон экономически эффективным и экологически приемлемым методом [13,14]. Добавление золы-уноса в состав цемента (или

бетона) приводит к уменьшению содержания цементного клинкера и, тем самым, к снижению выбросов CO_2 , а также экономии природных не возобновляемых сырьевых ресурсов. На протяжении нескольких десятилетий зола-уноса повсеместно используется в качестве основного компонента при производстве цемента и добавки в бетон. Широкое применение золы-уноса в строительной промышленности обусловлено ее фракционным составом (аналогичным крупности цемента), химическим и фазовым составами, близкими к глинистым минералам, и гидравлической и/или пуццоланической активностью[15].

Кремниевая зола-уноса, в основном, состоит из химически активной двуокиси кремния (SiO_2) и оксида алюминия (Al_2O_3). Остаток составляют оксид железа (Fe_2O_3) и прочие соединения. Количество химически активной двуокиси кремния должно составлять не менее 25,0 % по массе. В табл. 3 приведен химический состав золы-уноса, полученный экспериментальным путем при сжигании каменного угля.

Кремниевая зола-уноса представляет собой[16] тонкодисперсную пыль с частицами, как правило, сферической формы, и обладающую пуццолановыми свойствами. В присутствии воды кремниевая зола-уноса химически реагирует с гидроксидом кальция, образуя соединения гидросиликатов и алюминатов кальция. Состав жидкой фазы массы, полученной путем гидролиза не клинкерных минералов представляет собой высоко насыщенный раствор того же гидроксида кальция, вступающего в реакцию с зольной пылью (золой-уносом).

Таблица 3 – Химический состав кремнеземной золы-уноса

Содержание, % по массе												
LOI	SO ₃	Cl	CaO	SiO ₂ react.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂ + Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Na ₂ O eq.
1,79	0,70	0,02	3,56	44,20	49,86	28,58	6,66	85,10	2,77	1,27	3,48	3,56
7,80	0,35	0,02	4,66	37,47	47,85	24,52	6,30	78,67	2,16	1,14	3,01	3,12
8,48	0,26	0,02	4,35	35,34	47,73	24,93	5,78	78,44	2,53	1,10	2,81	2,95
6,20	0,69	0,05	6,22	30,34	49,80	20,86	8,84	79,50	4,79	1,33	2,16	2,75
8,22	0,47	0,01	5,04	35,49	48,27	20,02	6,64	74,93	1,76	0,99	2,35	2,54
6,25	0,34	0,01	3,53	36,44	49,77	21,95	5,83	77,55	1,49	0,93	2,49	2,57
4,06	0,70	0,02	4,14	34,75	50,46	21,10	6,97	78,53	2,80	1,28	3,07	3,30
7,66	0,39	0,01	4,47	34,95	47,71	24,02	6,55	78,28	2,92	0,96	2,71	2,74
5,17	0,74	0,01	4,33	31,96	49,16	26,28	6,49	81,93	3,01	1,02	2,76	2,84
4,66	0,70	0,01	3,88	33,75	49,65	25,52	6,14	81,31	3,02	1,01	2,76	2,83
3,55	0,38	0,01	3,60	42,41	50,98	25,78	6,02	82,78	2,62	1,17	3,12	3,22

Кальцевая зола-унос представляет собой [17] мелкозернистый порошок, обладающий гидравлическими и/или пуццолановыми свойствами. Он состоит, в основном, из химически активного оксида кальция (CaO), химически активной двуокиси кремния (SiO₂) и оксида алюминия (Al₂O₃). Остальную часть составляют оксид железа (Fe₂O₃) и прочие соединения. Доля химически активного оксида кальция не должна быть менее 10,0% по массе. Кальцевая зола-уноса с долей химически активного оксида кальция в пределах от 10,0% до 15,0% по массе должна содержать не менее 25,0% по массе химически активной двуокиси кремния.

1.6 Зола уноса как основной компонент цемента

Общепринятое в настоящее время использование минеральных добавок в производстве цемента имеет два фундаментальных аспекта: технологический и экологический. Непосредственным эффектом использования минеральных добавок является, с одной стороны, возможность применения вторичного сырья сталелитейной и энергетической промышленности (снижение выбросов CO₂) и, с другой стороны, поставка для строительных работ цемента с наиболее желательными свойствами [18].

Таблица 4 – Характеристика цемента

Цемент	Марка цемента	Предел прочности при возрасте твердения 25 сут (МПа),	
		на сжатие	На изгиб
Портландцемент и портландцемент с минеральными добавками	M300	30	4,5
	M400	40	5,5
	M500	50	6,0
	M550	55	6,2
	M600	60	6,5
Шлакопортландцемент	M300	30	4,5
	M400	40	5,5
	M500	50	6,0
	M600	40	5,5
Быстротвердеющий шлакопортландцемент	M300	30	4,5
	M400	40	5,5
	M500	50	6,5

Цемент с добавкой кремниевой V и кальциевой W золы-уноса обладает лучшими характеристиками по сравнению с портландцементом M400 большее время схватывания, лучшие технологические свойства раствора на протяжении времени, низкая теплота гидратации, повышенная плотность бетона, высокая коррозионная стойкость, высокая долговременная прочность и, кроме того, высокая прочность после тепловой обработки при низком давлении[19].

1.7 Зола-уноса в составе бетона

Кремниевая зола-уноса, широко применяется во всей Европе и является важным компонентом современного бетона [20]. При грамотном использовании золы-уноса улучшаются свойства бетонного раствора (консистенция, технологические свойства, плотность), а также затвердевшего бетона (меньшая температура застывания, более высокая долговременная прочность, повышенная стойкость к химической коррозии).

Кремниевая зола-уноса также является полезным компонентом специальных типов бетона (бетон для массивных сооружений, гидротехнический бетон и подводный бетон) и бетона нового поколения (высококачественный и ультра высококачественный бетон, самоуплотняющийся бетон). Сочетание применения золы-уноса с новейшими химическими примесями (суперпластификаторами, воздухововлекающими добавками) приводит к получению бетона с высоким содержанием золы-уноса, обладающего достаточной прочностью и долговечностью (морозостойкостью). В этом отношении открывается широкий фронт дальнейших исследований, направленных в основном на повышение долговечности бетона.

Американский опыт показывает [21], что кальциевая зола-уноса более активна в начальной стадии твердения (до 28 дней) по сравнению с кремниевой золой-уносом. Это может быть результатом гидравлической активности золы-уноса, действие которой становится заметным раньше, чем действие пуццолановой активности кремниевой золы-уноса. Повышенная активность кальциевой золы-уноса, особенно с большим содержанием кальция, чем в кремниевой золе-уносе, позволяет использовать ее в большем количестве при производстве бетона. Внесение кальциевой золы-уноса для снижения температурных параметров при затвердевании бетона не столь эффективно, как использование кремневой золы-уноса. Дальнейшее снижение температурных параметров бетона с добавлением кальциевой золы-уноса наблюдается при ее максимальном содержании в бетонной смеси (50-60 % от массы цемента).

Кальциевая зола-уноса, особенно в больших количествах, повышает плотность бетона (снижает проникающую способность хлорид-ионов) и устраняет или снижает негативное воздействие, связанное со щелочной реакцией. Кроме того, необходимо учитывать повышение содержания SO_3 в составе цемента и соотносить его с содержанием сульфатов.

1.8 Характеристика золошлаковых отвалов ТЭС

В настоящее время в России остро стоит вопрос об энерго- и ресурсосбережении. Одним из эффективных способов решения данной проблемы является вовлечение в хозяйственный оборот отходов промышленности. Наиболее распространенными и в меньшей степени повторно используемыми отходами промышленности являются золошлаковые отходы (далее ЗШО) ТЭС. Данные материалы представляют собой ценные ресурсы техногенного происхождения, которые могут успешно применяться в различных областях народного хозяйства России.

ЗШО – это минеральный остаток, образующийся в результате сжигания на ТЭС природного твердого топлива (уголь, горючий сланец и др.), состоящий из золы-уноса и топливного шлака. Эти два материала имеют различный химический состав и различные физико-механические свойства, вследствие чего различаются и области их применения. Несомненным остается тот факт, что эти материалы при правильно организованном обращении с ними могут с высокой эффективностью применяться в промышленности и сельском хозяйстве России, внося весомый вклад в решение проблемы ресурсо- и энергосбережения.

Таблица 5 – Химический состав ЗШО

Вид топлива, ТЭС, ГРЭС	Содержание окислов, % (в пересчете на сухое вещество)									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	SO ₃	п.п.п.
Краснокаменная ТЭС	54,51	20,8	5,3	11,28	3,38				0,63	

ТЭС г. Болгария	45-55	13-24	8,8- 10,3	2,3- 4,0	1,6- 3,3	-	2,5- 3,5			0,4- 3,0
ТЭС Япония	54-64	22-29	2-6	1-7	1-2	0,8- 2,4	1,8- 3,2			0,1- 1,2
ТЭС Англия	41-51	23-34	6-14	1-8	1,4- 3,0	0,2- 1,9	1,8- 4,2			0,6- 2,7
ТЭС Франция	29-54	10-33	5-15	1-39	1-5	0,1- 9,0	0,7			0,3- 15,2

На данный момент почти во всех странах, в том числе РФ, накоплен большой опыт применения золошлаковых материалов во многих отраслях народного хозяйства [18,22].

Использование отечественного и зарубежного опыта золы и золошлаковых материалов охватывает вопросы их применения в строительстве земляного полотна и слоев дорожной поверхности. Таким образом, зола и золошлаковые материалы используют для укрепления почв различных композиций, в виде независимого связующего вещества, а также в состав сложного вяжущего вещества (в сочетании с органическими и неорганическими связующими, смол). Достигнуто достаточное применение этих материалов в асфальте и цементобетонах.

1.8.1 Структурный состав по свойствам частиц

Алюмосиликатная плавающая микросфера - это полые твердые частицы малого размера, образующиеся при сжигании углей в котлах электростанций в результате грануляции расплава минеральной части углей и раздува раздробленных мелких капель внутренними газами [23]. При гидроудалении всех золошлаковых продуктов, в том числе золы уноса,

плавающая микросфера попадает на золошлаковые отвалы. Имея плотность 0,40-0,70 г/куб. см, микросферы всплывают на поверхность, образуя «пену», которую впоследствии собирают и перерабатывают.

При отдельном сборе и использовании золы уноса до 95% плавающей микросферы содержится в ней.

Микросферы отличает низкая плотность, высокая механическая прочность, химическая инертность, термостойкость и низкая теплопроводность.

Перспективным направлением использования алюмосиликатных микросфер из золы-уноса ТЭС является производство сферопластиков, дорожно-разметочных термопластиков, облегченных и радиопрозрачных строительных керамик, жаростойких бетонов и теплоизоляционных безобжиговых материалов. В настоящий момент основное применение плавающей микросферы в качестве добавки в тампонажные растворы нефтяных и газовых скважин.

Магнетит – это результат высокотемпературных термохимических преобразований сульфидов, силикатов и карбонатов железа, входящих в состав минеральной части сжигаемых на ТЭС углей, который образуются в составе золы - уноса. В ряде публикаций они упоминаются под названием магнетит, оплавленные шарики, плавленый магнетитовый гранулят.

Состав магнитного концентрата из золошлаковых отходов золоотвала: Fe - 53,34%, Mn- 0,96%, Ti – 0,32%, S - 0,23%, P - 0,16%.

Магнитный концентрат из золошлаковых отходов используют для производства чугуна, стали и ферросилиция, также может быть исходным сырьем для порошковой металлургии.

Недожог. Главной особенностью золы – уноса, образующейся при сжигании малореакционных видов топлива на тепловых электростанциях, является присутствие в ее составе несгоревших угольных частиц. В теплоэнергетике оно известно, как механический недожог топлива. Содержание частиц в золе ТЭС может достигать 30 – 40% массы образующейся золы. Следовательно, извлечение несгоревших угольных частиц из золы – уноса

значительно уменьшает массу складироваемых в отвалах золошлаковых отходов, а также расширяет возможности использования обезуглероженной золы.

Несгоревшие угольные частицы золы – уноса тепловых электростанций используются как вторичное топливо, в литейном производстве, в качестве наполнителей электропроводящих бетонов и резин.

К наиболее перспективной отрасли относится литейное производство, в котором несгоревшие угольные частицы применяются в качестве заменителя графита в составе теплоразделительных покрытий при разливке стали.

Несгоревшие угольные частицы могут использоваться на ТЭС в качестве вторичного топлива с теплотой сгорания 15,5 МДж/кг и зольностью 40-45%.

1.9 Технология приготовления закладочной смеси.

Технология приготовления закладочной смесей [4,24] заключается в смешивании с водой в определенном соотношении инертных (ПГС) и вяжущих (цемент, зола-уноса) составляющих.

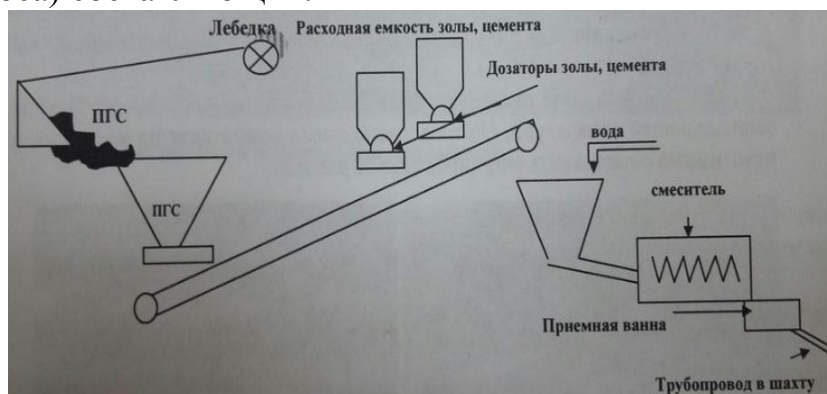


Рисунок 6 – Технологическая схема приготовления закладочной смеси.

Подача ПГС осуществляется с приемного склада бульдозером до зоны действия скреперной лебедки. Скреперной лебедкой ПГС подается в бункер, откуда по ленточному конвейеру доставляется до смесителя. В момент транспортировки ПГС по конвейеру из расходных бункеров добавляется в необходимом количестве зола-уноса и цемент. Смешивание компонентов с водой происходит в момент поступления смеси в смеситель. Далее в зависимости от выбранной схемы доставки, закладочная смесь поступает

напрямую в закладочную скважину, или в автомобильный бетономеситель (миксер) для перевозки к другим скважинам.

1.9.1 Материалы и составы для закладочных смесей.

Таблица 6 – Назначение и виды материалов

Назначение	Вид
Вяжущие	Молотые металлургические шлаки, зола уноса, портландцемент, цемент в смеси с наполнителем (глина, шлам).
Активатор	Щелочные отходы производства и др.
Заполнитель	Шахтная и отвальная порода, отходы обогащения, ЗШО, природные пески, гравий.
Пластификатор	Глина, содержащаяся в природном песке, шламы обогащения, химические реагенты.
Несущая среда и реагент процесса твердения	Вода рудничная (шахтная), из отходов обогащения, техническая, пожарно-питьевая рН = 4-10

Вяжущие вещества

Цемент. В настоящее [25] время выпускают следующие виды цементов: без добавок и с активными минеральными добавками, быстротвердеющий, шлаковый, пуццолановый, с пластифицирующими и гидрофобными добавками, сульфатостойкий, белый и цветные. Для закладочных работ применяют портландцемент без добавок, с активными минеральными добавками и шлакопортландцемент. Ежегодно для закладочных смесей используется около 2 млн. т цемента.

Для цемента упаковка, маркировка, транспортировка и хранение нормированы контрольные испытания цемента выполняются по ГОСТу[26,27].

Портландцемент — гидравлическое вяжущее вещество, получаемое тонким измельчением портландцементного клинкера с гипсом, иногда со

специальными добавками. Химический состав клинкера (%): CaO – 63 - 66; SiO₂ - 21 - 24; Al₂O₃ - 4-8; Fe₂O₃ – 2 - 4; MgO - 0,5 - 5; SO₃ -0,3-1; Na₂O + K₂O- 0,4- 1; TiO₂ + Ca₂O₃ - 0,2-0,5; P₂O₅ - 0,1 - 0,3.

Зола уноса[28] образуется в результате сжигания твердого топлива на ТЭС. Она представляет собой тонкодисперсный материал из частиц размером 3-315 мкм. После улавливания электрофильтрами из состава дымовых газов зола уноса складывается в бункерах для дальнейшей реализации.

Зола обладает рядом ценных свойств, которые полезны для использования в различных отраслях хозяйственной деятельности. По химическому, гранулометрическому и фазово-минералогическому составу зола уноса во многом идентична природному минеральному сырью.

Во всем мире известно огромное количество направлений использования золы уноса: от производства строительных материалов, до получения удобрений и мелиорации почв. С применением золы уноса построены и строятся жилые и промышленные здания, мосты, плотины и каналы. Химический состав золы уноса[29] при сжигании углей разных месторождений приведен в табл. 7.

Таблица 7 – Химический состав золы-уноса

Компоненты химического анализа	Пределы изменения химического состава золы, %, образующейся при сжигании углей			
	Донбасса	Кузбасса	Караганды	Подмосковья
SiO ₂	50-55	58-63	59-61	48-56
Al ₂ O ₃	21-28	20-26	25-26	25-36
Fe ₂ O ₃	7-16	5-7	5-6	7-10
FeO	0-7	–	–	0-6
CaO	2-5	2-4	3-4	2-5
MgO	1-3	0,4-1,5	1-1,2	0,2-0,9
SO ₃	0,6-1,6	–	0,8	0,2-0,9
K ₂ O	2,5-4,7	1,7-2,3	1,6-1,7	0,4-0,7
Na ₂ O	0,4-1,3	1-1,4	1	0,1-0,4

1.9.2 Составы твердеющих закладочных смесей.

Для улучшения свойств твердеющего массива в закладочную смесь [30] дополнительно вводят флокулянт и мартитогематитовую железную руду, при соотношении компонентов смеси:

- жидкое стекло натриевое 20-22 %;
- цемент 1-2 %;
- гипс 1-2 %;
- руда железная мартитогематитовая 1%;

Кроме этого, с целью повышения прочности закладочной смеси, ее однородности, технологичности и удобоукладываемой без потери прочностных показателей, а также замены дорогостоящих природных заполнителей искусственными из техногенных отходов горнометаллургического производства был разработан состав, включающий цемент, молотый гранулированный шлак и воду.

Причем в указанном составе используют цемент марки М300Д20, а в качестве заполнителя - техническую серу и золу ТЭС, предварительно сплавленные друг с другом и размолотые в шаровой мельнице при следующем соотношении, %_{масс.}:

- цемент М300Д20 – 4,2-7,0;
- сера – 19,4-29,26;
- зола ТЭС - 10,1-15,24;
- гранулированный шлак – 26,7-39,6;
- вода

Недостатками [31] данной смеси являются: ее многокомпонентность, использование дорогого и дефицитного цемента, использование йода; применение в качестве основного компонента смеси дорогого товарного продукта – серы; наличие дополнительного технологического этапа по сплавлению золы ТЭС с серой. При использовании йода из-за явления

сублимации происходит его выделение в атмосферу и загрязнение окружающего воздуха.

В качестве инертного заполнителя на Забайкальском ГОК используется растворный песок месторождения «Сиротинское». Составы безцементных закладочных смесей приведены в табл. 8

Таблица 8 – Составы безцементных закладочных смесей

Состав закладочной смеси, кг/м ³				
№ п/п	ПЦ М 400	Зола - уноса	Песок	Вода
Состав №1	0	100	1500	385
Состав №2	0	200	1400	385

Применение безцементных закладочных смесей составов №1 или №2 для возведения заполняющего слоя закладочного массива запрещается:

- в блоках, расположенных в зонах, угрожаемых или опасных по горным ударам;
- на слоях, где запланирована отработка руд вторичными заходами.

1.9.3 Нормативы прочности для закладки комнат

Для приготовления твердеющей [1,31,32] закладки применяют портландцемент марки М400 или комплексное вяжущее вещество из портландцемента марки М400 и золы-уноса местной ТЭС, песчано-гравийная смесь и вода. Нормы расхода закладочных веществ для приготовления твердеющих закладочных смесей, обеспечивающих наиболее распространенные нормативные прочности закладочного массива, приведены, в таблице 9.

Таблица 9 – Нормативные прочности закладочного массива

Нормативная прочность	Сроки твердения	Состав 1м ³ закладочной смеси, кг			

закладочного массива, МПа	закладочного массива до обнажения, сутки	ПЦ М 400	Зола-уноса	ПГС	Вода
1,0	28-60	100	100	1590	320
		80	240	1455	310
	60 и более	50	240	1485	310
3,0	28-60	200	—	1630	320
		170	100	1530	320
		140	240	1410	310
	60-90	150	100	1550	320
		100	240	1440	310
	90 и более	130	100	1565	320
		80	240	1455	310
6,0	28-60	260	-	1580	320
		240	100	1470	310
		210	240	1345	310
	60-90	220	100	1490	320
		170	240	1380	310
	90-180	200	100	1500	320
		140	240	1410	310
	180 и более	170	100	1530	320
		100	240	1440	310

* расчетные показатели: плотности истинная ПЦ М400, золы, ПГС
Соответственно – 3100, 2100, 2650 кг/м³; плотность насыпная аналогично –
1100, 1000, 1650 кг/м³.

1.10 Применение золы уноса для закладочных работ

Наиболее перспективным направлением снижения стоимости твердения цемента закладки является применение цементно-зольных вяжущих на основе золы - уноса от сжигания энергетического угля на тепловых электростанциях.

Для упрочнения закладки и бетона[34,35] используется зола, захваченная электростатический, так как после мокрого удаления она теряет свои вяжущие свойства.

Летучая зола состоит в основном из изотропного материала, идентична стеклу гранулированного шлака. Присутствие в ней кварца, скоплений кристаллов гидросиликатов и гидроалюминатов кальция вызывает способность отходов золы вступать в реакцию с другими минеральными добавками. В процессе взаимодействия гидрата оксида кальция и стеклофазной золы получают гидратные новообразования, обеспечивающие прочность цементного камня.

Для обеспечения необходимых реологических свойств и прочности закладки, удовлетворяющие трубопроводного транспорта, необходимо увеличить содержание закладочной смеси тонких материалов, которые в основном используются зола – уноса ТЭС.

В 1988-1992 г. на центральном закладочном комплексе применялось промышленное использование золы-уноса. Использование этого материала позволило снизить стоимость закладочных работ на 4,7% [36,37,38].

Использование золы уноса Краснокаменской ТЭС осуществляется на всех закладочных комплексах горно - химического соединения. Это позволяет для формирования высококачественных массивов с необходимой устойчивостью кровли и снижает затраты на погашение выработанного пространства.

1.11 Повышение вяжущих свойств золы-уноса ТЭС путем активации

Автором проведены разработки путей активации золы-уноса с целью повышения её вяжущих параметров: механическая активация, достигаемая методом роста удельной поверхности материала при его измельчении, и химическая активация разными реагентами [39].

Авторами получены [40,41,42] зависимости изменения прочности закладки как при механическом изменении удельной поверхности золы-уноса, так и при химической ее активации разными реактивами.

Механическую активацию золы-уноса проводили в высокооборотистом лабораторном измельчителе. При увеличении удельной поверхности золы-уноса на 35% прочность образцов закладки, приготовленных с использованием активированного материала, возрастает на 14%. Для обеспечения конкурентоспособности этого способа активации требуется новая технология и оборудование для «тонкого» измельчения золы.

Технология химической и механической активации золы ТЭС использована при создании проектов современных закладочных комплексов в отраслевом научно – исследовательском институте.

2 Цель и задачи выпускной работы

Целью работы является получение закладочного материала на основе золы уноса и золошлаковых отходов при минимальных расходах цемента. Прежде всего, необходимо установить интервал добавок золы уноса и ЗШО, в которых содержание дорогостоящего цемента будет минимально, а прочность удовлетворяет требованиям к закладочному материалу.

Задача исследований:

1. Влияние соотношения цемента и золы уноса на прочность раздавливания цементного камня:
 - без механической активации золы – уноса
 - с механической активацией золы - уноса
 - с совместной механической активацией золы и цемента
2. Влияние добавки зольного остатка шлака взамен золы уноса на прочность цементного камня.
3. Влияние добавок шлакового песка и шлака взамен золы уноса на прочность бетона.

3 Экспериментальная часть

3.1 Изучение состава ЗШМ

Основными физическими свойствами ЗШМ являются зерновой состав, насыпная и истинная плотности, водонасыщение и способность к морозному пучению. Зерновой состав определяется видом топлива, его подготовкой к сжиганию, режимом сжигания, способом улавливания золы, местом отбора ЗШМ состоит на 65% из золы уноса и на 35 % из шлака, шлакового песка, зольного остатка шлака (зола гидроудаления).

3.1.1 Ситовой анализ золы уноса

Зола уноса – это минеральный остаток, образующийся в результате сжигания каменного или бурого угля в различного рода котельных агрегатах на теплоэлектростанциях, представляющий собой мелкозернистую пыль.

Методика. Навеску золы уноса в 214,095 г пропустили через набор сит, установленный на вибровстряхивателе. Полученные результаты представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Зола уноса по размерам.

Фракция, мм	Содержание фракции, %
+0,25	3,43
-0,25 +0,125	12,83
-0,125 +0,1	4,78
-0,1 +0,08	4,35
-0,08 +0,063	5,08
-0,063 +0,04	10,04
-0,004 +0	59,43
	$\Sigma = 99,94$

Из таб.10 следует, что основная масса золы имеет крупность 40 мкм и только 30% масса имеют размеры от 63 до 250 мкм. Таким образом, зола уноса по крупности зерна сопоставима с цементом. Известно, что свежая зола-уноса обладает слабо вяжущим свойствами, так как содержит CaO и MgO (см. таб.7). Поэтому зола уноса в составе закладочных составов будет играть роль не только наполнителя, но и вяжущего.

3.1.2 Состав золошлакового отвала

Гидротранспортером с ТЭС удаляется шлак, шлаковый песок и зольный остаток шлака (зола гидроудаления). Из общей отобранной пробы ЗШО в 1075,05 г. зольный остаток шлака (ЗГУ) составил 216,095 г (20,10%), шлаковый песок - 620,845 г (57,7%), шлак в виде зерен размером от 20 до 5 мм - 238,11 г (22,14%).

Таблица 11 – Состав зольного остатка шлака (ЗГУ)

Фракция, мм	Содержание фракции, %
+0,315	2,48
-0,315 +0,25	1,70
-0,25 +0,125	22,77
-0,125 +0,08	15,49
-0,08 +0,063	6,78
-0,063 +0,04	21,44
-0,04	29,33
	$\Sigma = 99,99$

Таблица 12 – Состав шлакового песка.

Фракция, мм	Содержание фракции, %
-5 +3	10,53
-3 +2	14,27

-2 +1	18,95
-1 +0,5	23,08
-0,5 +0,315	32,63
	$\Sigma = 99,46$

Зольный остаток шлака представлен двумя основными классам: мелким песком от 80 мкм до 250 мкм, более 38% по массе и тонкой золой гидроудаления ≤ 63 мкм в количестве 50,77%. Таким образом, в качестве крупного наполнителя можно использовать шлак и шлаковый песок, а в качестве мелкого – зольный остаток шлака. При этом зольный остаток шлака не будет обладать, вяжущими свойствами и будет играть роль только тонкого наполнителя.

3.1.3 Исследование закладочных смесей

3.1.4 Методика механоактивации золы уноса

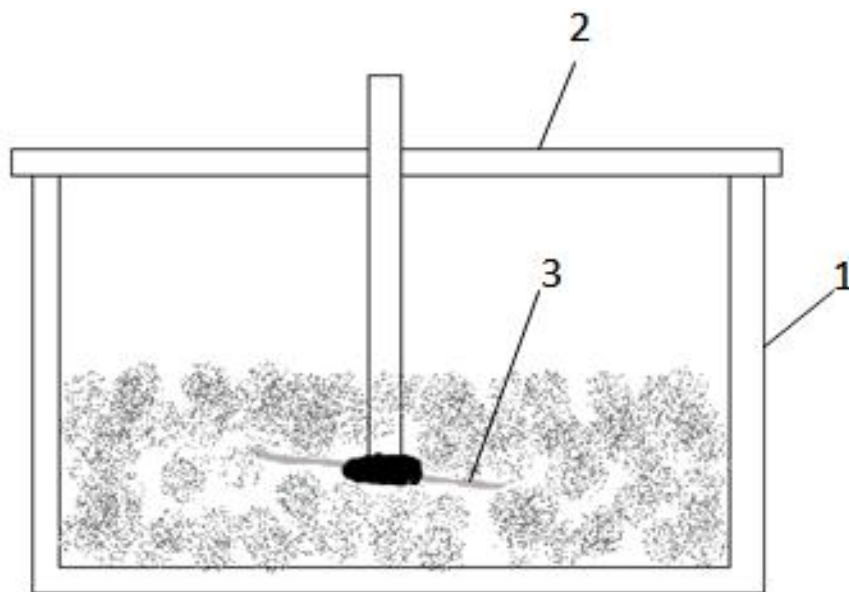


Рисунок 7 – Схема лабораторный механический активатора:

1 – корпус; 2 – крышка; 3 – ударные ножи

В открытый активатор насыпаем порцию в 100 г золы-уноса с цементом (или без него), закрываем крышкой и включаем на механообработку на 3 мин. Частота вращения – 8000 об/мин.

3.1.5 Приготовление закладочной смеси и кубиков из неё

Вначале выполнен эксперимент с разным содержанием цемента в смеси золой уноса (от 5 до 20%). Общая масса смеси составляла 400 г (100%). В дальнейшем часть золы уноса при постоянном содержании цемента замещалась золой гидроудаления или шлаковым песком (шлаком). Сухая смесь помещалась в ёмкость для перемешивания, тщательно перемешивалась, затем добавлялась вода до получения вязкости, удобной для закладки в кубические формы (5х5х5 см). Для каждого состава отливалось по 3 образца. После двух суток выдержки кубической образцы извлекались из эластичной формы, пропаривались над водяной баней 6 часов.



Рисунок 8 – Формы из пентапласта для отливки кубика

3.2 Испытание образцов на прочность.

После сушки проводилось испытание на прочность при раздавливании на прессе ПГМ-100МГ4.



Рисунок 9 – Пресс ПГМ -100МГ4

Пресс ПГМ-100МГ4 предназначен для испытаний образцов из ячеистого бетона и раствора с размером грани до 10 см по ГОСТ 10180, цементных и гипсовых балок по ГОСТ 310.4. Пресс ПГМ-100МГ4 дополнительно обеспечивает возможность испытаний асфальтобетонных образцов.

Расчётная формула:

$$\Pi = \frac{F[\text{кгс}] \cdot k}{S[\text{см}^2]} \quad (1)$$

Π – прочность, МПа; F – сила давления, кг.с; S – площадь, см²

k – коэффициент данного пресса для пересчета в МПа, $k = 38,2 \text{ МПа} \cdot \text{см}^2/\text{кг.с}$



Рисунок 10 – Образцы до и после раздавливания

4. Результаты и их обсуждение

1) Влияние соотношение золы уноса и цемента на прочность цементного камня.

Результаты таб.13 и рисунка 11 показывают меньший эффект от механоактивации золы уноса и больший для её смеси с цементом в сравнение с их смесью без активации.

Таблица 13 – Зависимость прочности золо-цементного камня от состава смеси.

№ опыта Компоненты	1	2	3	4
Зола уноса, %	85	90	95	100
Цемент М-400, %	15	10	5	0
Прочность, МПа				
Зола и цемент вместе активированные	21	14,67	4,8	0,30
Зола активированная	15	7,5	1,9	0,30
Зола и цемент не активированные	12	3,5	1,5	0,15

По полученным данным из экспериментов с активированными и не активированными компонентами была построена зависимость (рис. 11).

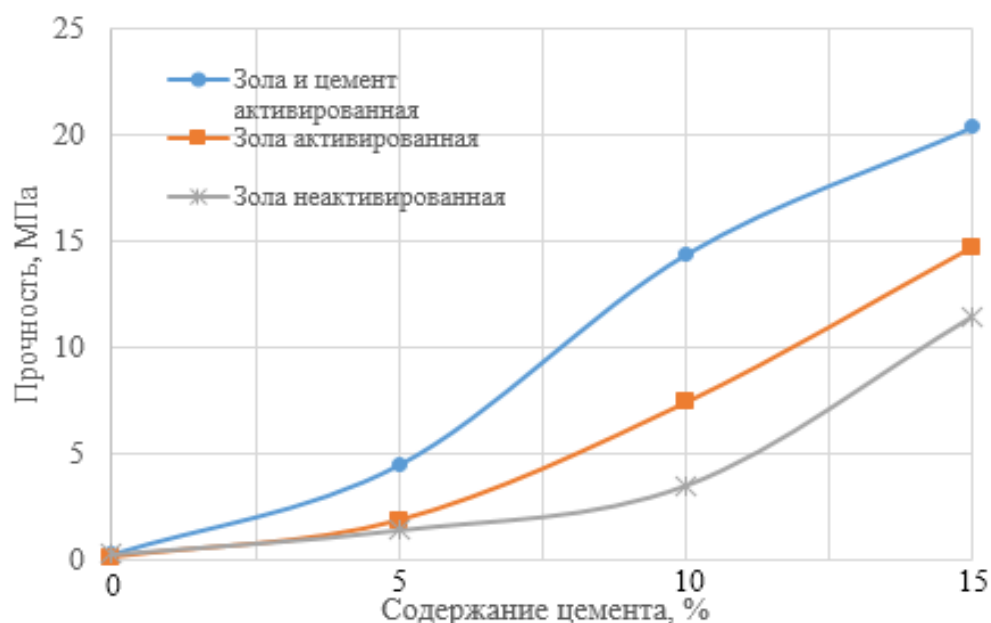


Рисунок 11 – Зависимость прочности золо-цементного камня от содержания золы уноса и цемента.

Общая масса смеси составляла 100%. Доля золы уноса составляла 85-100% (остальное – цемент). Результат показывает, что активация смеси при 5% содержании цемента обеспечивает прочность камня, равную 4,8 МПа. Более высокое содержание цемента (10 и 15%) не требуется для закладки «комнат».

2) Влияние добавки ЗГУ из ЗШО на механическую прочность камня из золы - уноса и цемента

В следующей серии часть золы уноса замещалась золой гидрудаления из ЗШО (фракция -0,315+0) в количестве 20, 30, 40 и 50% от их смеси, принятой за 100%. При этом содержание цемента в закладочной смеси также изменялось от 0 до 15%.

Таблица 14 – Зависимость прочности золо-цементного камня от содержание золы уноса и золы гидроудаления (ЗГУ – 20%).

Компоненты	№ опыта			
	1	2	3	4
Зола уноса, %	65	70	75	80
Цемент М-400, %	15	10	5	0

ЗГУ, %	20	20	20	20
Прочность, МПа	11,89	6,44	3,89	0,29

Таблица 15 – Зависимость прочности золо-цементного камня от содержание золы уноса и золы гидроудаления (ЗГУ – 30%).

Компоненты	№ опыта			
	1	2	3	4
Зола уноса, %	55	60	65	70
Цемент М-400, %	15	10	5	0
ЗГУ, %	30	30	30	30
Прочность, МПа	9,12	4,02	1,34	0,3

Таблица 16 – Зависимость прочности золо-цементного камня от содержание золы уноса и золы гидроудаления (ЗГУ – 40%).

Компоненты	№ опыта			
	1	2	3	4
Зола уноса, %	45	50	55	60
Цемент М-400, %	15	10	5	0
ЗГУ, %	40	40	40	40
Прочность, МПа	9,82	5,69	1,34	0,4

Таблица 17 – Зависимость прочности золо-цементного камня от содержание золы уноса и золы гидроудаления (ЗГУ – 50%).

Компоненты	№ опыта			
	1	2	3	4
Зола уноса, %	35	40	45	50
Цемент М-400, %	15	10	5	0
ЗГУ, %	50	50	50	50
Прочность, МПа	9,44	4,87	1,34	0,2

По полученным данным из экспериментов с добавочным компонентом 20,30,40 и 50 % ЗГУ из ЗШО строим соответствующую зависимость (рис.12). Для сравнения полученных результатов на рис.12 перенесена из рис.11 зависимость прочности смеси при активации золы уноса с цементом (кривая 1).

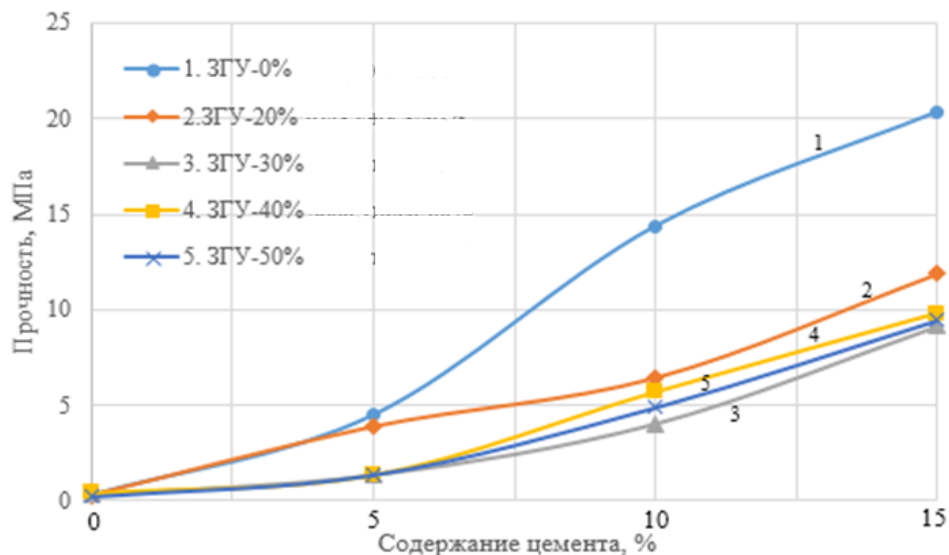


Рисунок 12 – Влияние содержания ЗГУ на прочность золо-цементного камня

Из рис.12 видно, что 20% содержание золы гидроудаления в смеси с золой уноса при 10% содержании цемента обеспечивает прочность закладки в 6 МПа, а прочность в 3 МПа обеспечивается при 7,5% содержании цемента. Дальнейшая добавка золы гидроудаления до 50% от их смеси с золой уноса обеспечивает прочность в 1,3 МПа при 5% содержании цемента. [4]

3) Влияние добавки шлакового песка и шлака из ЗШО на механическую прочность бетона из золы – уноса и цемента

В следующей серии часть золы уноса замещалась шлаком (-20+5 мм) и шлаковым песком (-5+0,315 мм)

Таблица 18 – Зависимость прочности золоцементного камня от состава смеси.

Компоненты	№ опыта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Зола уноса, %	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50
Цемент М-400, %	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Песок, %	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
Прочность, МПа	1,9	2,9	4,45	1,68	1,75	1,06	2	2,3	1,06	1,2
Со шлаком, %										
Шлак, %	0	5	10	15	20	-	-	-	-	-
Прочность, МПа	1,9	2,21	2	1,9	1,83	-	-	-	-	-

На рис.13 кривые 1 и 2 показывают зависимость прочности бетона от замены части золы уноса шлаковым песком (-5+0,315 мм) или шлаком (-20+5 мм). Дальнейшее увеличение доли шлакового песка до 10% ведёт к росту прочности до 4,4МПа. Возможно, это связано с ростом поверхности контакта более прочного песка с цементным раствором. Увеличение доли песка до 15% ведёт к резкому снижению прочности. Дальнейшее рост доли песка до 45% сопровождается постепенным снижением среднего значения прочности от 1,8 до 1,3 МПа. Низкое содержание цемента (5%) перестаёт обеспечивать прочный контакт на возросшей поверхности пескового наполнителя.

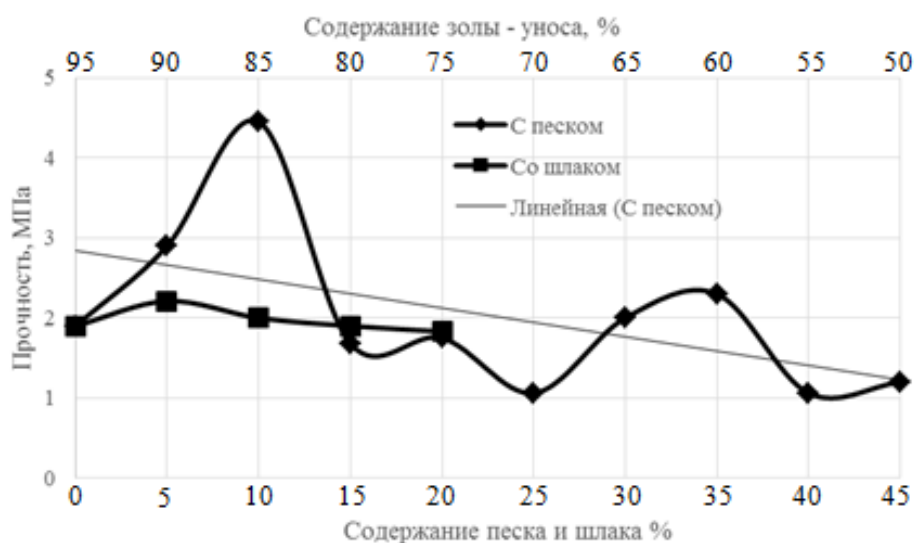


Рисунок 13 – Влияние содержания песка на прочность золо-цементного камня.
(содержание цемента 5%)

С ростом содержания шлака в закладочной смеси до 5% ведёт к небольшому увеличению прочности до 2,2 МПа, а дальнейший рост доли шлака до 20% постепенно, как и в случае с песком, снижает прочности до начальной величины 1,9 МПа.

Выводы

1. Свежая зола уноса Краснокаменской ТЭС обладает вяжущими свойствами и будет играть роль дополнительного вяжущего в составе закладочной смеси.
2. В качестве наполнителей, а закладочной смеси предлагаются все компоненты ЗШО: шлак, шлаковый песок и зольной остаток шлака.
3. Механоактивация золы-уноса вместе с минимальной добавкой цемента в 5% увеличивает прочность цементного камня в 3 раза.
4. 5%-ое содержание цемента и механоактивация золы уноса с ним обеспечивают минимальную прочность закладочного бетона в 1 МПа при добавке следующих золошлаковых наполнителей (в % от золы уноса):
 - а) зола гидроудаления ($-0,315+0$) мм в количестве от 8 до 50 %;
 - б) шлакового песка ($-5+0,315$) мм от 0 до 45%;
 - в) шлака ($-20+5$) мм от 0 до 20%.

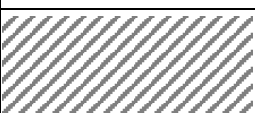
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

5.1. Предпроектный анализ

XXI веке горнодобывающие предприятия столкнулись с проблемой ликвидации выработанного пространства в различных вариантах, так как значительная доля затрат (до 15-25 %) в добыче руды приходится на закладочные работы. Одной из главных задач для закладки горных выработок является разработка новых, эффективных, экологически безопасных и экономически выгодных.

Основным потребителем золошлаковых материалов является горнодобывающие, угледобывающие предприятия в качестве наполнителя для несущих стен (перегородок).

Таблица 19 – Карта сегментирования рынка применения для закладочных материалов.

	Технологический параметры		
	Прочность	Активность	Водостойкость
Горнодобывающие предприятия			
Угледобывающие предприятия			
Уранодобывающие предприятия ОАО «ППГХО»			

 -цемент ·  - зола уноса  ПС (песчано-гравийная смесь)
 - шлак. 

5.1.1 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

При ведении собственного производства необходим систематический анализ конкурирующих разработок во избежание потери занимаемой ниши рынка[43]. Периодический анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности позволяет оценить эффективность научной разработки по сравнению с конкурирующими предприятиями. Из наиболее влияющих предприятий - конкурентом являются: ОАО «Приаргунское производственное горно – химическое объединение». Настоящий стандарт предприятия распространяется на твердеющую закладку, приготавливаемую на безцементе, цементом или цементно-зольном вяжущем и песчано-гравийном заполнителе.

В табл. 20 приведена оценочная карта, включающая конкурентные технические разработки в области полезных ископаемых.

Таблица 20 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических разработок

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		Б _ф	Б _{кл}	К _ф	К _{кл}
1	2	3	4	6	7
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
1. Состав продукта	0,2	5	4	1,0	0,8
2. Энергоемкость процессов	0,2	4	3	0,8	0,6
3. Ресурсоэффективность	0,2	5	5	1,0	1,0
Экономические критерии оценки эффективности					
3. Цена	0,2	5	4	1,0	0,8
4. Конкурентоспособность продукта	0,1	5	5	0,5	0,5
5. Финансирование научной разработки	0,1	3	5	0,3	0,5
Итого:	1			4,6	4,2

Б_ф – продукт проведенной исследовательской работы;

Б_{к1} – «Приаргунское производственное горно – химическое объединение».

По данной таблице можно утвердиться, что предлагаемый метод для научного проекта намного ресурсоэффективен по сравнению с конкурентными методами.

5.1.2 SWOT-анализ

SWOT – (Strengths – сильные стороны, Weaknesses – слабые стороны, Opportunities – возможности и Threats – угрозы) – это комплексный анализ научно-исследовательского проекта[44]. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в табл. 21.

Таблица 21 – Первый этап SWOT-анализа

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Экологичность технологии С2. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями С3. Использование отходов производств в качестве сырья (ресурсоэффективность технологии) С4. Квалифицированный персонал...	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца. В связи с этим испытание образцов выполнялось на другой кафедре (аренда пресса)
Возможности: В1. Появление дополнительного спроса на		

новый продукт В2. Повышение стоимости конкурентных разработок В3. Возможность использования инновационной инфраструктуры ТПУ		
Угрозы: У1. Развитая конкуренция технологий производства У2. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования У2. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции		

Интерактивные матрицы представлены в таблицах 10, 11, 12, 13.

Таблица 22 – Интерактивная матрица проекта «Сильные стороны и возможности»

Сильные стороны проекта					
Возможности проекта		С1	С2	С3	С4
	В1	+	+	+	0
	В2	+	0	+	-
	В3	0	+	+	+

Таблица 23 – Интерактивная матрица проекта «Слабые стороны и возможности»

Слабые стороны проекта		
Возможности проекта		Сл1
	В1	-
	В2	-

	В3	+
--	----	---

Таблица 24 – Интерактивная матрица проекта «Сильные стороны и угрозы»

Сильные стороны проекта					
Угрозы		С1	С2	С3	С4
	У1	+	+	+	+
	У2	0	-	-	-
	У3	0	+	+	-

Таблица 25 – Интерактивная матрица проекта «Слабые стороны и угрозы»

Слабые стороны проекта		
Угрозы		Сл1
	У1	+
	У2	-
	У3	0

Таким образом, в рамках третьего этапа может быть составлена итоговая матрица SWOT-анализа (табл. 26).

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Экологичность технологии С2. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями С3. Использование отходов производств в качестве сырья (ресурсоэффективность технологии) С4. Квалифицированный персонал...	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца
--	--	--

Возможности: В1. Появление дополнительного спроса на новый продукт В2. Повышение стоимости конкурентных разработок В3. Возможность использования инновационной инфраструктуры ТПУ	Наличие спроса на новый продукт в связи с низкой стоимостью производства (в сравнении с конкурентами) и возможность применения отходов обогащения в роли сырья других производств	По причине большого срока поставок необходимых для исследований материалов возможно отставание от конкурентов с последующим падением спроса на продукцию
Угрозы: У1. Развитая конкуренция технологий производства У2. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования У2. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции	Экологичность выбранной технологии, а также использование отходов в качестве сырья вполне способны ослабить влияние перечисленных угроз.	При задержках в поставках используемых материалов и одновременном развитии конкуренции технологии обогащения есть риски потери занятой ниши рынка. При добавлении к этому несвоевременного финансового обеспечения угроза потери рынка значительно возрастает

5.1.3 Оценка готовности проекта к коммерциализации

Степень готовности научного проекта к коммерциализации можно оценить с помощью нескольких критериев. Для оценивания есть специальный бланк оценки. Бланк оценки данного научного проекта предоставлен в таблице 27.

**Таблица 27 – Бланк оценки степени готовности научного проекта
к коммерциализации**

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	3	3
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	2	2
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	3	3
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	3	3
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	3	3
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	2	2
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	1	1
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	2	2
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	1	1
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	5	5
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	2	2
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	2	2
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	2	2
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	3	3
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	3	3
	ИТОГО БАЛЛОВ	37	37

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) равна

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i \quad (2)$$
$$B=37$$

Значение $B_{\text{сум}}$ получилось 37, что говорит, что данная разработка является *средне-перспективной*.

5.1.4 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования

Для коммерциализации результатов научно-технического исследования можно использовать *торговлю патентными лицензиями*, то есть, это продажа разработки исследования третьим лицам-лицензиатом, а также с помощью *организации совместных предприятий*, работающих по схеме «российское производство – зарубежное распространение».

Использование торговли патентными лицензиями, приведет нас к сотрудничеству с зарубежными странами, что повысит эффективность исследования, будет, происходит технологический и научно-технический обмен, обмен опытом работы. При технологическом обмене происходит экономическое развитие страны и происходит развитие международных экономических отношений.

При совместном предприятии будет происходить привлечение в страну передовых технологий, управленческого опыта, дополнительные и материальные и финансовые ресурсы, привлекают иностранный капитал в отечественную экономику расширение экспортной базы, сокращение импорта, расширение рынков сбыта.

5.2 Инициация проекта

Инициация проекта определяет изначальные цели проекта или содержание работы. Также, в данном разделе определяются изначальные экономические – финансовые затраты. По данной работе также надо определить внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые влияют на общий результат научного проекта. Для этого научного проекта тоже имеется заинтересованные группы (таблица 28). Ниже указаны, изначальные цели и результат проекта (таблица 29), рабочая группа данного проекта (таблица 30) приведены ниже:

Таблица 28 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
ОАО «ППГХО»	1. Освобождение территории и снижение платежей за золоотвал. 2. Удешевление закладочных работ.

Таблица 29 – Цели и результат проекта

Цели проекта:	Целью работы является получение закладочного материала на основе золы уноса и ЗШО при минимальных расходах цемента.
Ожидаемые результаты проекта:	Получение образцов закладочного материала с добавками ЗШО (золы, шлака)
Критерии приемки результата проекта:	Прочностные характеристики.
Требования к результату проекта:	Требование:
	Минимальное содержание цемента.
	Соответствующий требуемой прочности закладки «комнат»

Таблица 30 – Рабочая группа проекта

п/п	Фамилия И.О. место работы, должность	Функции в проекте	Основные обязанности
1	Налесник О.И. к.т.н. доцент	Руководитель проекта	Осуществляет детальное планирование проекта; информацию для создания и актуализации планов работ; контролирует сроки выполнения работ по проекту
2	Алпысбаев М.А., магистр	Исполнитель проекта	Выполняет проект
4	Криницына Зоя Васильевна, доцент, консультант раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Консультант	Оказание методической помощи при работе над разделом «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» в магистерской диссертации
5	Назаренко Ольга Брониславовна, доктор технических наук, профессор консультант раздела «Социальная ответственность»	Консультант	Оказание методической помощи при работе над разделом «Социальная ответственность»
6	Консультант-лингвист	Консультант	Оказание методической помощи при работе над переводом одной из глав магистерской диссертации на иностраный язык

5.2.1. Ограничения и допущения проекта

Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а также «границы проекта» - параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованных в рамках данного проекта.

Таблица 31 – Рабочая группа проекта.

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, час.
1	Налесник Олег Иванович, НИ ТПУ, кафедра ОХХТ, доцент	Руководитель	Координация деятельности проекта	100
2	Алпысбаев Магжан Акылбекович, НИ ТПУ, кафедра ОХТ, магистрант	Исполнитель	Выполнение НИР	400
ИТОГО:				500

5.3 Планирование управления научно-техническим проектом

Планирование научного проекта состоит из процессов определения цели работы, разработка последовательности действий и общего содержания работы, требуемых для достижения определенных целей

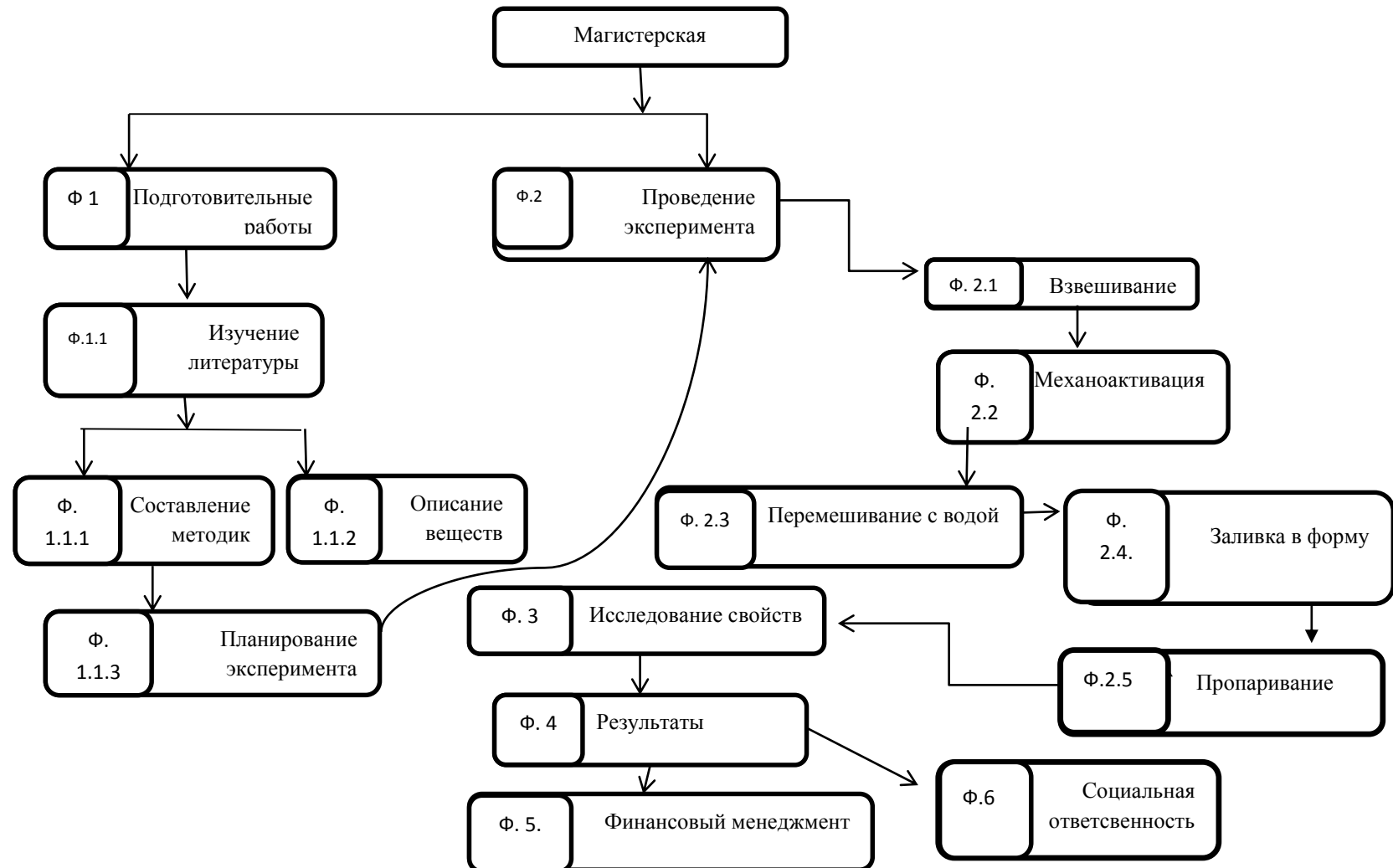


Рисунок 14 – Шаблон иерархической структуры работ по проекту

5.3.1 Календарный план проекта

Для планирования какого-нибудь научного проекта необходимо построить календарный план проекта. Календарный план данного проекта отображен в таблице 32.

Таблица 32 – Календарный план проекта

Код работы (из ИСР)	Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников (ФИО ответственных исполнителей)
01	Литературный обзор	25	10.09.2015	10.10.2015	Алпысбаев М.А
02	Составление плана	3	12.10.2015	14.10.2015	Алпысбаев М.А
03	Проверка оборудования (активатор, водяная баня, форма отливки кубиков, гидравлический пресс)	7	15.10.2015	23.10.2015	Алпысбаев М.А
04	Рассев шлак, песок и золу гидроудаления из ЗШО	4	24.10.2015	28.10.2015	Алпысбаев М.А
05	Отработка методики механоактивации золы	6	29.10.2015	5.11.2015	Алпысбаев М.А

Продолжение табл. 29

06	Изготовление литейной формы.	5	6.11.2015	12.11.2015	Алпысбаев М.А
07	Выполнение эксперимента	75	13.11.2015	18.02.2015	Алпысбаев М.А.
08	Подготовка докладов к конференции	20	19.02.2016	16.03.2016	Алпысбаев М.А
09	Завершение эксперимента и обработка результатов	24	17.03.16	13.04.16	Алпысбаев М.А
10	Составление технологической схемы приготвление закладочной смеси с золошлаками	5	14.04.16	19.04.16	Алпысбаев М.А
11	Экономический часть	10	20.04.16	30.04.16	Алпысбаев М.А
12	Социальная ответственность	10	3.05.16	16.05.16	Алпысбаев М.А
13	Оформление записка чертежей	10	17.05.16	27.05.16	Алпысбаев М.А
09	Защита работы	1	15.06.16	15.06.16	Алпысбаев М.А
И т о г о:		205			

Графический календарный план научного проекта используется для отображения план проведения работы по данной теме.

Таблица 33 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

Код работ ы (из ИСР)	Вид работ	Исполните ли	Т _к , ка л, дн.	2015				2016					
				09.2015	10.2015	11.2015	12.2015	01.2016	2.2016	03.2016	04.2016	05.2016	06.2016
01	Литературны й обзор	Инженер Руководит ель	25										
02	Составление плана	Инженер	3										
03	Проверка оборудования	Инженер	7										
04	Рассев шлак, песок и золу гидроудалени я из ЗШО	Инженер	4										
05	Отработка методики механоактива ции золы	Инженер	6										
06	Изготовление литейной формы.	Инженер	5										
07	Выполнение эксперимента	Инженер	75										
08	Подготовка докладов к конференции	Инженер Руководит ель	20										
09	Завершение эксперимента	Инженер	24										
10	Составление отчета	Инженер Руководит ель	5										



- руководитель



- инженер

Кроме, календарного и графического плана проекта в данном разделе рассматриваются бюджет данного исследования. В свою очередь данный расчет бюджета включает в себя нескольких расчетов, например, расчет затрат на оборудование, сырье, материалы, заработной платы.

5.3.2 Бюджет научного исследования

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения[45]. В процессе формирования бюджета, затраты группируются по статьям, представленным в таблице 34.

Таблица 34 – Группировка затрат по статьям

Стоимость сырья, материалов (за вычетом возвратных отходов), покупных изделий и полуфабрикатов, руб	Стоимость специального оборудования для научных (экспериментальных) работ, руб	Стоимость электроэнергии, руб	Основная заработная плата, руб	Отчисления на социальные нужды, руб	Итого плановая себестоимость, руб
2279,09	20350	880,71	146557,47	44700,02	214767,29

Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты (за вычетом отходов)

В эту статью включены затраты на приобретение всех видов реактивов и материалов необходимых для выполнения НИР по данной теме. Расчет стоимости материальных затрат производился по действующим прейскурантам и ценам с учетом НДС. В стоимость материальных затрат включили транспортно-заготовительные расходы (3 – 5 % от цены). В эту же статью

включили затраты на оформление документации (канцелярские принадлежности).

Результаты расчета затрат на сырье, материалы и покупные изделия в процессе проведения НИР представлены в таблице 35.

Таблица 35 – Сырье и материалы.

Наименование	Кол-во т.	Цена с НДС, руб/т.	Сумма, руб.
Зола уноса	0,027	250	6,75
Цемент М-400	0,005	3500	1,75
Зола гидрудаления	0,010	25	0,25
Шлаковый песок	0,012	100	1,20
Шлак	0,010	75	0,75
Вода (общий расход, 10 литр.в день)	0,880	56,7	49,89
Посуда химическая, разная			1000,0
Средство, моющее д/посуды	1 уп	50	50,00
Халат белый х/б	1 шт	650	650,00
Перчатки латексные	10 пар	22	220,00
Бумага для офисной техники	1 уп	130	130,00
Ручка шариковая	2 шт	30	60,00
Всего за материалы			2170,59
Транспортно-заготовительные расходы (5%)			108,5
Итого по статье С1.			2279,09

Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

Таблица 36 – Расчет затрат по статье «Спецоборудование для научных работ»

№ п/п	Наименование оборудования	Количество ед. оборудования	цена ед.оборудования, тыс.руб.
1.	Водяная баня	1 шт	20000,00
2.	Гидравлический пресс	1 шт	400500,00
3.	Лабораторный измельчитель	1 шт	30000,00

Таблица 37 – Расчет затрат по статье «Амортизация оборудования»

Наименование оборудования	Общая стоимость оборудования, руб.	Срок амортизации, лет	Стоимость амортизации за 0,5 года, руб
Гидравлический пресс	400500,00	15	13350
Лабораторный измельчитель	30000,00	3	5000
Водяная баня	20000,00	5	2000

Итого: 20350

Расход электроэнергии

Также в данную статью расходов включили затраты на электроэнергию, согласно действующему тарифу (2,81 руб. за 1 кВт/ч).

А) Расход электроэнергии в лаборатории.

1. Расход электроэнергии в час для водяного бани составляет 1 кВт/ч

Длительность использования: 5 дней по 6 часов в среднем

$$E = 5 * 6 * 1 = 30 \text{ кВт.}$$

2. Расход электроэнергии в час для гидравлического пресса составляет

1,3 кВт/ч.

Длительность использование: 6 дней по 1 часов в среднем

$$E = 6 * 1 * 1,3 = 7,8 \text{ кВт.}$$

3. Расход электроэнергии для активатора 0,45 кВт/ч

Длительность использования: 12 дней по 1,5 часов.

$$E = 12 \cdot 1,5 \cdot 0,45 = 8,1 \text{ кВт}$$

4. Освещение в лаборатории (4 лампы по 100 Вт, 4 часа в день)

4 месяцев * 22 дня * 4 часов

$$E = (4 \cdot 22 \cdot 4) \cdot 0,4 = 140,8 \text{ кВт.}$$

Б) Расход электроэнергии в рабочей комнате.

1. Длительность использования: 4 месяца (компьютер работал в среднем 22 дня в месяц по 4 часов). Для компьютера потребление 0,16 кВт/ч

$$E = 4 \text{ мес} \cdot 22 \text{ дня} \cdot 4 \text{ часов} \cdot 0,16 = 56,32 \text{ кВт.}$$

2. Освещение рабочей комнаты (2 лампы по 100 Вт, 4 часа в день)

$$E = (4 \cdot 22 \cdot 4) \cdot 0,2 = 70,4 \text{ кВт.}$$

Общая сумма затрат на электроэнергию составляет:

$$C_{\text{эл}} = (30 + 7,8 + 8,1 + 56,32 + 70,4 + 140,8) \cdot 2,81 = 880,71 \text{ руб.}$$

Заработная плата

Заработная плата руководителя (доцента) составляет 23264,86 руб./месяц или 1163,24 руб./день. Зарплата инженера – исследователя равно 9893,56 руб./месяц или 494,67 руб./день.

Таблица 38 – Расчет основной заработной платы

№ п/п	Наименование этапов	Исполнители по категориям	Трудоемкость, чел.-дн.	Заработная плата, приходящаяся на один чел.-дн., руб.	Всего заработная плата по тарифу (окладу), руб.
1	Литературный обзор	Налесник О.И.	5	1163,24	23264,86
2	Составление плана	Налесник О.И.	10		
1	Литературный обзор	Алпысбаев М.А	25	494,67	9893,56

2	Составление отчета. Защита работы		3		
3	Проверка оборудования (активатор, водяная баня, форма отливки кубиков, гидравлический пресс)		7		
4	Рассев ЗШО на шлак, песок и золу гидроудаления.		4		
5	Отработка методики механоактивации золы		6		
6	Изготовление литейной формы.		5		
7	Выполнение эксперимента		75		
8	Подготовка докладов к конференции		20		
9	Завершение эксперимента и обработка результатов		24		
10	Составление технологической схемы приготовления закладочной смеси с золошлаками		5		
11	Экономический часть		10		
12	Социальная ответственность		10		
13	Оформление записка чертежей		10		
14	Защита работы		1		
Итого					33158,42

Основную заработную плату работников составляет

$$C_{зн}=23264,86$$

Среднедневная заработная плата

$$З_{дн}= 1163,24$$

Таблица 39 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Магистрант
Число дней (календарное)	205	205
Число дней(нерабочих)		
- выходные	38	38
- праздничные дни	12	12
Потери рабочего времени		
- отпуск или невыходы по болезни	-	-

Таблица 40 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	З _б , руб.	k _{пр}	k _д	k _р	З _м , руб	F _д , раб.дн.	З _{дн} , руб.	T _р , раб.дн.	З _{осн} , руб.
Руководитель	23264,86	0,5	0,5	1,3	30244,318	214	1163,24	15	17448,6
Магистрант	9893,56	0,5	0,5	1,3	12861,628	214	494,67	261	129108,87

Отчисления на социальные нужды включают в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{внеб} = k_{внеб} \cdot Z_{осн}, \quad (3)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.), равный 30,5%.

Таблица 41 – Отчисления на социальные нужды

	Руководитель	Магистрант
Зарплата, руб	17448,6	129108,87
Отчисления на соц. нужды	5321,82	39378,20

5.3.3 Организационная структура проекта

Из нескольких базовых вариантов организационных структур, использующихся в практике, нами была выбрана проектная, которую можно изобразить следующим образом:



Рисунок 15 – Организационная структура проекта

5.3.4 Потенциальные риски

На пути реализации проекта могут возникнуть разного рода риски, представляющие опасность того, что поставленные цели проекта могут быть не достигнуты полностью или частично. Возможные риски представлены в таблице 42 и на рисунке 16.

Таблица 42 – Реестр рисков

№	Риск	Вероятность наступления (1-5)	Влияние риска (1-5)	Уровень риска	Способы смягчения риска
Технические риски					
1	Требования (заданный закладочный состав)	2	4	средний	Отслеживание изменений требований к продукции. Постоянный поиск путей оптимизации производства. Строгий контроль качества выпускаемой продукции, соответствие ГОСТам.
2	Эффективность и надежность (гидравлический пресс)	2	4	средний	
3	Качество (прочность образцы)	4	4	высокий	
Внешние риски					
4	Субподрядчики и поставщики	2	4	средний	Изучение конъюнктуры рынка. Страхование имущества. Изучение изменений в российском законодательстве. Определение мер поощрений и наказаний по отношению к рабочим.
5	Предписания контролирующих органов	3	3	средний	
6	Рынок	3	4	средний	

7	Заказчик	2	3	низкий	
8	Непредвиденные обстоятельства	2	4	средний	
9	Изменения российского законодательства	4	5	высокий	
10	Небрежность и недобросовестность рабочих	2	2	низкий	
Организационные риски					
11	Организации, от которых зависит проект	2	3	низкий	Строгий контроль за работой всех вспомогательных служб. Поиск альтернативных поставщиков и инвесторов.
12	Ресурсы	2	4	средний	
13	Финансирование	3	3	средний	
14	Расстановка приоритетов	2	3	низкий	
Риски управления проектом					
15	Оценка	2	4	средний	Ответственный подход к разработке и управлению проектом. Повышение квалификации лиц, ответственных за управление проектом.
16	Планирование	2	4	средний	
17	Контроль	2	4	средний	
18	Коммуникации	3	3	средний	

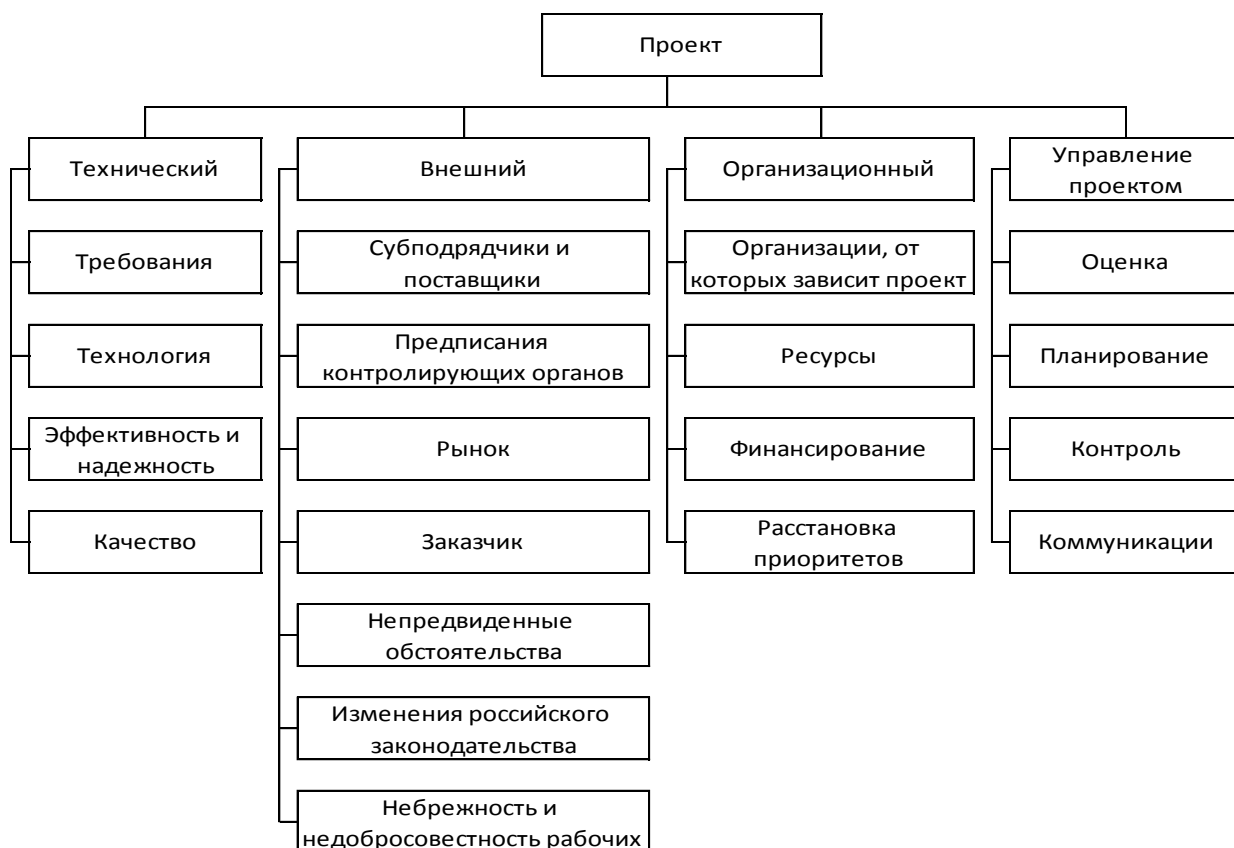


Рисунок 16 – Иерархическая структура рисков

5.4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

5.4.1 Оценка сравнительной эффективности исследования.

Эффективность научного ресурсосберегающего проекта включает в себя социальную эффективность, экономическую и бюджетную эффективность. Показатели общественной эффективности учитывают социально-экономические последствия осуществления инвестиционного проекта как для общества в целом, в том числе непосредственные результаты и затраты проекта, так и затраты, и результаты в смежных секторах экономики, экологические, социальные и иные внеэкономические эффекты.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший

интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\max}} \quad (4)$$

где I_{ϕ}^p - интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i-го варианта исполнения;

$\Phi_{\max}$ – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

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

$$I_m^a = \sum_{i=1}^n a_i b_i^a, \quad I_m^p = \sum_{i=1}^n a_i b_i^p \quad (5)$$

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 43 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	С использованием золы уноса и цемента	С использованием песчано-гравийное смесь и цемент Аналог 1
Точность определения	0,5	5	4,5
Скорость определения	0,4	5	4
Простота эксплуатации	0,1	4	4
Итого	1,00	4,9	4,25

$$I_{\text{ТП}} = 5 \cdot 0,5 + 5 \cdot 0,4 + 4 \cdot 0,1 = 4,9$$

$$\text{Аналог 1} = 4,5 \cdot 0,5 + 4 \cdot 0,4 + 4 \cdot 0,1 = 4,25$$

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет понять и выбрать более эффективный вариант решения поставленной в магистерской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности, то есть разработка с применением золы уноса и цемента более эффективна, так как она более точна и проста в эксплуатации.

6. Социальная ответственность

Введение

Социальная ответственность – ответственность организации за воздействие ее решений и деятельности на общество и окружающую среду через прозрачное и этическое поведение [46].

В разделе «Социальная ответственность» рассмотрены вопросы, касающиеся охраны и безопасности условия труда работы в химической лаборатории. Так как тематика связана с химизмом и различными синтезами, так же рассматривается воздействие опасных веществ на здоровье исследователя, проводящих эти испытания.

Описание рабочего места

В данном разделе рассматриваются вопросы охраны труда, техники безопасности, охраны окружающей среды, связанные получением в лабораторных условиях образцов закладочных работ из разного состава, а также разрабатываются мероприятия по предотвращению воздействия на здоровье работников лаборатории опасных и вредных факторов и создание безопасных условий труда для обслуживающего персонала.

Исследования и опыты проводились в основном в лабораториях второго корпуса ТПУ.

При осуществлении данного исследования использовалось следующее оборудование:

- Гидравлический пресс ПГМ – 100МГ4;
- Водяная баня
- Лабораторный измельчитель

6.1 Профессиональная социальная безопасность

6.1.1. Идентификация опасных и вредных факторов проектируемой производственной среды.

При проведении работы в химической лаборатории на человека воздействует ряд опасных и вредных факторов. Поэтому для обеспечения безопасности необходим анализ этих опасностей. На основе анализа необходимо разработать систему мероприятий, позволяющих максимально снизить или полностью исключить возможность угрозы жизни и здоровью человека. Идентификация потенциальных опасных и вредных производственных факторов проводится по ГОСТу [47].

Опасные и вредные факторы при получении кубического образца представлены в табл.44

Таблица 44 – Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы.

Наименование видов работ и параметров производственного процесса	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1	2	3	4
Ситовой анализ	Повышенная запыленность рабочей зоны; повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенный уровень вибрации, недостаточная освещенность, радиационная опасность.	электрический ток;	ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны». ГОСТ 12.1.003-83 « Шум. Общие требования безопасности».

			ГОСТ 12.4.012-83 «Вибрация. Средства измерения и контроля вибрации на рабочих местах. Технические требо вания». ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. «Оборудование производственное. Общие требования безопасности». СанПиН 2.2.4.548- 96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»
--	--	--	---

6.1.2 Метеоусловия

На восприимчивость организма к вредным веществам оказывают влияние метеорологические условия. Микроклимат в лаборатории характеризуется совокупностью метеорологических элементов:

- температурой;
- влажностью;
- скоростью движения воздуха;
- тепловым излучением от нагретых поверхностей оборудования и обрабатываемых материалов.

Увеличение температуры воздуха выше нормы ведет к усиленному потоотделению, ускорению многих биохимических процессов. Учащенное дыхание и усиление кровообращения ведут к увеличению поступления вредных веществ через органы дыхания. Расширение сосудов кожи и слизистых оболочек повышает скорость всасывания токсичных веществ через кожу и дыхательные пути. Повышенная температура воздуха увеличивает летучесть многих веществ и повышает их концентрацию в воздухе рабочей зоны. Влажность воздуха повышает опасность отравления раздражающими газами. Растворение газов и образование тумана кислот и щелочей ведет к усилению раздражающего действия на слизистую оболочку.

Нормирование метеорологических условий рабочей зоны производственных помещений приводят согласно ГОСТу [48]. Допускаемое состояние микроклиматических условий - это взаимосвязь параметров микроклимата, которые при длительности и систематическом воздействии на человека могут вызывать изменения (проходящие и быстро нормализующиеся), функционального и теплового соотношения организма и напряжение реакций терморегуляции, не выходящие за пределы физиологических приспособительных возможностей. При этом не возникает повреждений или нарушения состояния здоровья, но могут наблюдаться состояния теплового дискомфорта, ухудшения самочувствия и понижение работоспособности.

Согласно [48], производственные помещения по избыткам тепла, воздействующего на изменение температуры воздуха в помещениях, условно делятся на:

- помещения с незначительным избытком явного тепла (до 23 Дж/м с или 20 ккал/м с);
- помещения со значительным избытком явного тепла (более 25 кДж/м с), относящиеся к категории “горячие цеха”.

Определим микроклимат в лаборатории согласно:

Таблица 45 – Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений для холодного периода года.

Категория работ	Температура, °С					Относительная влажность, %		Скорость движения, м/с	
	оптимальная	допустимая				оптимальная	допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных	оптимальная, не более	допустимая на рабочих местах постоянных и не постоянных
		верхняя граница		нижняя граница					
		на рабочих местах							
		постоянных	непостоянных	постоянных	непостоянных				
16	21-23	24	25	20	17	40-60	20-75	0,1	Не более 0,2

Таблица 46 – Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений для теплого периода года.

Категория работ	Температура, °С					Относительная влажность, %		Скорость движения, м/с	
	оптимальная	допустимая				оптимальная	допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных, не более	оптимальная, не более	допустимая на рабочих местах постоянных и не постоянных
		верхняя граница	нижняя граница						
		на рабочих местах							
		постоянных	непостоянных	постоянных	непостоянных				
16	22-24	28	30	21	19	40-60	60(при 27°С)	0,2	0,1-0,3

В лаборатории температура воздуха в зимнее время года равна 20 °С, а в летнее до 22 °С, что соответствует санитарным нормам [49]. Зимой температура поддерживается за счёт батарей центрального отопления. Относительная влажность воздуха составляет 30-40%, скорость движения воздуха не превышает 0,2 м/с, что также соответствует санитарным нормам.

Обеспечение нормативных метеорологических условий и чистоты воздуха на рабочих местах в значительной степени зависит от правильно организованной системы вентиляции. Общие требования к системам вентиляции, кондиционированию воздуха, и воздушного отопления производственных, складских, вспомогательных и общественных зданий и сооружений определены по [50].

Главная часть исследований проводилась в 039 кабинете 2-го корпуса ТПУ. Это полуподвальное помещение, где возможны два вида вентиляции:

- Естественная – через два окна размерами 170×80 см, расположенных под потолком помещения;
- Искусственная – через вентиляционные трубы.

6.2 Освещенность

В данной лаборатории используют искусственное и естественное освещение, поскольку работа в основном зрительная, то естественного освещения не достаточно, особенно в темное время суток.

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда. При выборе типа светильников следует учитывать светотехнические требования, экономические показатели, условия среды.

В помещении в качестве источников искусственного освещения используются люминесцентные лампы типа ОД. Лампы ОД (открытые двухламповые) предназначены для помещений с хорошим отражением потолка

и стен, допускаются при умеренной влажности и запыленности. Согласно санитарно – гигиеническим требованиям рабочее место должно освещаться естественным и искусственным освещением. Лаборант постоянно работает за ПК, напрягая при этом зрение. По нормам освещения [51] и отраслевым нормам освещения в помещении при работе с ПК рекомендуется 300 - 500 лк при общем освещении [52].

Расчет освещенности

Положительное воздействие на работников оказывает правильное проектирование освещения производственных помещений, способствующее повышению эффективности и безопасности труда, снижению утомляемости и травматизма, сохранению высокой работоспособности.

Лаборатория характеризуется следующими геометрическими размерами: $A = 8$ м – длина, $B = 6$ м – ширина, $H = 4$ м – высота. Рассчитаем систему общего люминесцентного освещения.

Размещение светильников в помещении представлено на рисунке 17.

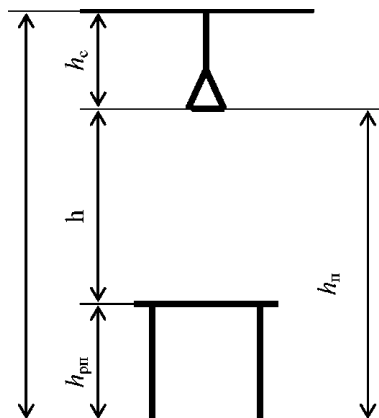


Рисунок 17 – Основные расчетные параметры, м:

H – общая высота помещения; h_c – высота свеса светильника; h_n – высота светильника над полом; h_{pn} – высота рабочей поверхности над полом; h – высота светильника над рабочей поверхностью

В таблице 47. представлены основные характеристики геометрических размеров некоторых типов ламп, применяемых при освещении производственных помещений.

Таблица 47 – Основные геометрические характеристики светильников

Тип светильника	Количество ламп и мощность, Вт	Геометрические размеры, мм			КПД, %
		Длина	Ширина	Высота	
ШОД–2–40	2 х 40	1228	284	–	85
ШОД–2–80	2 х 80	1530	284	–	83

Примем светильник типа ШОД–2–40.

Интегральный критерий оптимальности расположения светильников $\lambda = L/h$, является важной характеристикой, при его уменьшении удорожается устройство и обслуживание освещения, а слишком большое увеличение ведет к резкой неравномерности освещения. В таблице 48 приведены значения интегрального критерия оптимальности расположения светильников λ для разных светильников.

Таблица 48 – Расположение светильников

Тип светильника	λ
Люминесцентные с защитной решеткой ШЛД, ОДР, ШОД, ОДОР	1,1 ÷ 1,3
Люминесцентные без защитной решетки типов ОДО, ОД	1,4

Принимаем $\lambda = 1,2$. Задавшись значением высоты свеса лампы, $h_c = 0,5$ м, получаем высоту светильников над рабочей поверхностью:

$$h = H - h_c - h_{\text{рп}} = 4 - 0,5 - 0,8 = 2,7 \text{ м.} \quad (6)$$

Тогда расстояние между светильниками:

$$L = 1,2 \cdot 2,7 = 3,24 \text{ м; } L/3 = 1,08 \text{ м.} \quad (7)$$

В таблице 49 указаны требования наименьшей высоты светильников над полом.

Таблица 49 – Допустимая высота подвеса светильников над полом

Тип светильника	Наименьшая допустимая высота подвеса, м
Двухламповый светильник ШЛД, ШОД	2,5

Размещаем светильники в один ряд. В нем можно установить 4 светильника типа ШОД мощностью 40 Вт (с длиной 1228 мм, шириной 284 мм), расстояние между светильниками в ряду примем 30 см. План помещения и размещение в нем светильников в масштабе представлен на рисунке 18. Т.к. в светильнике установлено по две лампы, то общее количество ламп в помещении будет равно восьми.

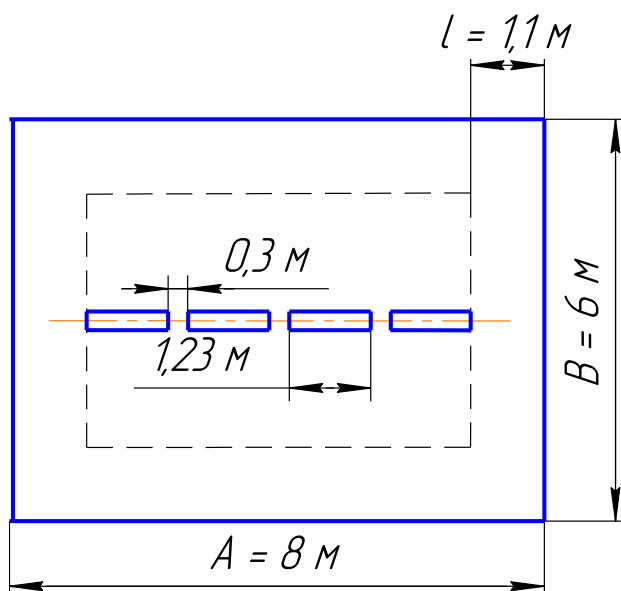


Рисунок 18 – Схема размещения светильников в лаборатории

Световой поток лампы определяем по формуле (1):

$$\Phi = \frac{E_n \cdot S \cdot K_z \cdot Z}{N \cdot \eta} \quad (8)$$

где E_n – минимальная освещенность, примем 300 лк;

S – площадь помещения, м^2 ;

K_z – коэффициент запаса, учитывает загрязнение светильников, примем 1,5;

Z – коэффициент неравномерности освещения, примем 1;

N – число ламп;

η – коэффициент использования светового потока. Находится в зависимости от индекса помещения i , типа светильника, коэффициентов отражения потока и стен.

Найдем индекс помещения, который определяется по формуле (2):

$$i = S / h (A+B) \quad (9)$$

$$i = 48/[2,7(8+6)] = 1,27.$$

По таблице 47 определяем η .

Примем коэффициент отражения стен $R = 50 \%$, коэффициент отражения потолка $R_{\text{п}} = 70 \%$.

Таблица 50 – Коэффициенты использования светового потока светильников

Тип светильника	АОД и ШОД		
$R_{\text{п}}, \%$	50	50	70
$R_{\text{с}}, \%$	30	50	50
i	Коэффициент использования, %		
1,25	37	40	43

Получаем коэффициент использования $\eta = 0,43$. Тогда световой поток лампы:

$$\Phi = \frac{E_{\text{н}} \cdot S \cdot K_{\text{з}} \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 48 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{8 \cdot 0,43} = 4950 \text{ Лм} \quad (10)$$

По таблице 51 выбираем ближайшую к рассчитанному световому потоку стандартную лампу. Выберем ЛХБ 80 Вт, $\Phi = 5000$ Лм.

Таблица 51 – Характеристики люминесцентных ламп

Мощность, Вт	Напряжение сети, в	Световой поток, Лм			
		ЛД	ЛХБ	ЛБ	ЛТБ
40	220	2300	2700	2800	2850
65	220	3750	4400	4600	4600
80	220	4250	5000	5200	5200

Для рассчитанного и стандартного светового потока существует определенное условие (3), выполнение которого обязательно:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{ст} - \Phi_{расч}}{\Phi_{ст}} \cdot 100\% \leq +20\% \quad (11)$$

Получаем:

$$-10\% \leq \frac{5000 - 4950}{5000} \cdot 100\% \leq +20\%, \text{ -- условие выполнено.}$$

$$-10\% \leq 1\% \leq +20\%.$$

Тогда электрическая мощность осветительной установки:

$$P = 8 \cdot 80 = 3600 \text{ Вт.}$$

6.2.1 Производственный шум

Шум оказывает вредное влияние на организм человека, вызывая функциональные расстройства нервной и сердечно-сосудистой систем, быструю утомляемость, снижение внимания и работоспособности, поражение слуха. Допустимые шумовые характеристики регламентируются по ГОСТу [53].

Шум представляет собой беспорядочно смешанные звуки различных частот. Человеческим слухом ощущаются звуковые колебания с частотой от 16 до 20 000 Гц. Нормальный уровень громкости, не оказывающий вредного воздействия на органы слуха, для звуков с частотой 1000 Гц соответствует звуковому давлению 60-75 дБ и ниже. Допустимые уровни звукового давления согласно [53] соответствуют значениям, приведенным в таблице 52.

Таблица 52 – Допустимые уровни звукового давления.

Вид трудовой деятельности	Уровни звукового давления (дБ) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	

Продолжение табл. 52

Научная работа	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
-------------------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

При работе в лабораториях 2-го корпуса периодически возникает шум от работы экструдера, дробилки и мельниц. В качестве индивидуальной защиты сотрудников от шума применяют вкладыши из ваты, пропитанной воском или глицерином, или пробочки из губчатой резины, закладываемые в наружное отверстие уха, и специальные противошумы, плотно закрывающие ухо.

6.2.2 Вредные вещества

В работе использовались золы уноса. Зола уноса - образуется в результате сжигания твердого топлива на ТЭС. Она представляет собой тонкодисперсный материал из частиц размером 3-315 мкм. Зола уноса в сухом состоянии пылевидная. Различают пыли неорганические и органические.

Водонерастворимые аэрозоли (пыль, дым, туман) могут, содержат взвесь частиц угля, шлака, золы уноса; 80 – 90% таких крупных частиц задерживается в верхних дыхательных путях, 70 – 90% легких частиц поступают в альвеолы.

Попадающие в организм человека химические вещества и пыль приводят к нарушению здоровья в случае, если их количество в воздухе рабочей зоны превышает определенную для каждого вещества величину, поэтому для предупреждения профессиональных заболеваний необходимо установить их предельно допустимые концентрации.

ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны указаны в ГН 2.2.5.1313-03 «ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны, согласно которому ПДК для золы сланцевой принята равной 0,1 мг/м³. Для пыли неорганической, содержащий воздушную известь ПДК = 2 мг/м³.

6.3 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению (техника безопасности)

Электробезопасность

Причиной электротравм в данной работе являются розетки, блоки питания, лабораторный измельчитель, ситовой анализатор. Опасность поражения людей электрическим током при работе в измельчителях повышается в связи с возможностью одновременного прикосновения к металлическим корпусам электрооборудования и заземленным водопроводным и газовым коммуникациям.

Электрический ток как причина травм отличается рядом особенностей, которые определяют его опасность:

- электрический ток незрим, не имеет ни запаха, ни цвета, действует бесшумно, а поэтому не обнаруживается органами чувств до начала его действия на организм;
- невозможно без специальных приборов определить наличие напряжения в проводниках;
- электрический ток при определенных условиях может оказывать повреждающее действие не только при непосредственном соприкосновении с ним, но и через предметы, которые человек держит в руках, и даже на расстоянии; разрядом через воздух и через землю (например, при падении высоковольтного провода на землю);
- ток повреждает ткани не только в месте его входа и выхода, но и на всем пути прохождения через тело человека;
- при действии электрического тока может наблюдаться несоответствие между тяжестью поражения и длительностью его воздействия, и даже случайное точечное прикосновение к токоведущей части электрической установки за долю секунды может вызвать значительные повреждения;
- источником поражения могут быть даже предметы, не имеющие никакого отношения к электрической установке, даже сами пострадавшие,

пока они соприкасаются с проводником тока для тех, кто оказывает им помощь;

Электрическая травма возникает, если человек замыкает собой цепь: проводник – рука – туловище – нога – пол – «земля». Возможны и другие пути прохождения тока, из которых наиболее опасен рука – рука.

Влияние тока на человеческий организм можно описать с позиции:

- 1) термического действия – вызывает ожоги, нагрев внутренних тканей;
- 2) электролитического действия – характеризуется разложением органических жидкостей (крови);
- 3) механического действия – характеризуется разрывом тканей, перелом костей;
- 4) биологического действия – раздражение и возбуждение живых тканей в организме, нарушение внутренних биоэлектрических процессов и т.д.

Необходимый уровень электробезопасности может быть достигнут только при проведении комплекса взаимосвязанных мероприятий, направленных не только на совершенствование защитных средств и повышение надежности электрооборудования, но также на обучение работников правилам безопасной работы с электрическими приборами и повышение квалификации обслуживающего персонала.

К средствам защиты относятся: электрическая изоляция токоведущих частей, защитное заземление и отключение, электрическое разделение сети. Использование этих средств позволяет обеспечить защиту людей от прикосновения к токоведущим частям, от опасности перехода напряжения к металлическим нетоковедущим частям, от шагового напряжения.

Преднамеренное соединение с землей металлических нетоковедущих частей, которые могут оказываться под напряжением, называют защитным заземлением (ГОСТ 12.1.009 – 76) [54]. Чтобы защитить человека от поражения электрическим током, защитное заземление должно удовлетворять ряду требований, изложенных в ПУЭ и ГОСТ 12.1.030 – 81[55] “ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление”. Эти требования зависят от напряжения электроустановок и мощности источника питания.

6.3.2 Пожаровзрывобезопасность

Источниками пожаровзрывопасности в химической лаборатории могут быть любые электроприборы. В данном случае это гидравлический пресс и ситовой анализатор.

При работе с электроприборами не исключено оплавление изоляционных проводов, их оголение, что влечет за собой короткое замыкание, перегрузку электронных схем, которые, перегреваясь, сгорают с разбрызгиванием искр.

Систему кондиционирования и вентиляции воздуха применяют для отвода избыточного тепла от электрических приборов. В зависимости от особенностей выполняемого технологического процесса, свойств используемых веществ, а также условий их обработки, по пожарной опасности помещения подразделяют на категории А, Б, В, Г, Д. Для данной лаборатории установлена категория пожарной опасности В, т.е. пожароопасная.

Опасными и вредными факторами, воздействующих на работающих при взрыве по ГОСТ 12.1.010 – 76 [56]. являются: ударная волна, пламя, обрушивающиеся конструкции, оборудование, коммуникации и т. д., образующиеся при взрыве, выделяющиеся при повреждении оборудования, вредные вещества, содержание которых в рабочей зоне превышает предельно – допустимые концентрации.

К первичным средствам пожаротушения при ликвидации пожара на ранней стадии относят: водопровод пожарный, огнетушители, сухой песок, асбестовые одеяла и др.

В химическом корпусе пожарные краны установлены в коридорах, на лестничных площадках, у входов. Ручные углекислотные огнетушители размещают в помещении.

6.3.3 Радиационная безопасность

В связи с возможностью наличия радиоактивных элементов в углях имеется опасность перехода их золошлаковые отвалы. В связи с этим ЗШО были подвергнут испытаниям в комнате 039 корпуса 2 ТПУ, где выполнялась данная работа. Испытания золы и шлака выполнила лаборатория радиационного контроля ТПУ, аккредитованной САРК. Копия протокола испытания приведены в приложении. Результаты показывают, что в помещении 039 – 2 корпус МЭД равно 0,11 мкЗв/час, а плотности потока α и β излучения меньше фона.

6.3.4 Экологическая безопасность

Деятельность получения кубического образца методом активатора не связана с выбросом вредных веществ, следовательно, выбросов в атмосферу и литосферу нет. При измельчении состава образуется пыль. Вдыхание воздуха с повышенной концентрацией пыли приводит к раздражению носовой полости. Что касается сбросов в гидросферу, то канализационные стоки от деятельности сбрасываются в общегородскую канализацию.

В случае поломки основного оборудования лаборатории – электроприборов, оргтехники и т.д, не подлежащей ремонту, их должны рационально складировать и провести захоронение отходов, обезвреживание и их утилизацию.

Для случая люминесцентных ламп, необходимо заключить договор с фирмой, занимающейся их утилизацией, чтобы своевременно поставлять вышедшие из строя или перегоревшие лампы.

6.3.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация – это состояние, при котором в результате возникновения источника ЧС на объекте, определенной территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и природной среде.

К чрезвычайным ситуациям в лаборатории можно отнести пожары, взрывы, выбросы химически опасных веществ, внезапные обрушения здания и другие.

Под источником чрезвычайных ситуаций понимают опасное природное явление, аварию или опасное техногенное происшествие, широко распространенные инфекционные болезни людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также применение современных средств поражения в результате чего происходит или может произойти ЧС.

Все чрезвычайные ситуации (ЧС) классифицируются как конфликтные и бесконфликтные, характеризующиеся скоростью и масштабами распространения

К конфликтным ситуациям относятся военные столкновения, экономические кризисы, социальные взрывы, национальные и религиозные конфликты, разгул уголовной преступности, террористические акты и др.

К бесконфликтным ЧС относятся техногенные, экологические и природные явления, вызывающие ЧС.

Техногенные ЧС связаны с техническими объектами. К ним относят: взрывы, пожары, аварии на химически опасных объектах, выбросы радиоактивных веществ, на радиационноопасных объектах, обрушение зданий, аварии на системах жизнеобеспечения и др.

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

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

Для защиты от поражающих факторов ЧС, используются КСЗ. К поражающим факторам относят высокие температуры, вредные газы при пожаре, взрывоопасные, радиоактивные, сильнодействующие ядовитые и отравляющие вещества; ударная волна.

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

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

Стихийные бедствия возникают внезапно и характеризуются возможностью гибели людей, возможностью разрушения населенных пунктов и объектов народного хозяйства. В климатической зоне г. Томска возможны ураганы, сильные грозы, паводки и ливни. Т.к. химический корпус находится в отдаленной зоне от разлива реки, то паводок ему не грозит.

В результате порывов ветра могут быть обрывы линий электропитания, из-за чего возможны перебои в электроснабжении; перегрузки, которые могут стать причиной пожара. Для предотвращения подобных ситуаций необходима организация системы аварийного электропитания, по возможности проведение линии электроснабжения под землей.

6.4.Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

6.4.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства

Разработка ВКР занимает немало времени, но в тоже время она совмещена с учебным процессом студента. В связи, с чем по трудовому законодательству Российской Федерации было принято допущение, что выполнение ВКР считается за работу по совместительству, т.е. не более 4 часов в день или 20 часов в неделю при пятидневном графике работы.

Работа в лаборатории не относится к вредной, поэтому не предусматривается никаких компенсаций, применение спецпитания и особого лечебно-профилактического обслуживания. Также работники не привлекаются ни к работе в ночное время, ни к сменному графику работы. Все работники без исключения подлежат обязательному медицинскому страхованию, пенсионному обеспечению.

Для решения вопросов о чрезвычайных ситуациях, создана комиссия, которая занимается финансовыми, продовольственными, медицинскими и информационными проблемами, связанными с возникновением чрезвычайной ситуации.

6.4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Производственные помещения проектируются в соответствии с требованиями Федерального закон от 30 декабря 2009 г. N384-ФЗ Технический регламент о безопасности зданий и сооружений.

Геометрические размеры зоны, досягаемости моторного поля на рабочих местах в лаборатории определяются требованиями ГОСТ 12.2.032 [57].

Помещения оборудованы системами отопления, кондиционирования воздуха или эффективной приточно-вытяжной вентиляцией. Расчет воздухообмена проводится по теплоотдаче от машин, людей, солнечной радиации и искусственного освещения. Системы вентиляции и отопления в лабораторном помещении обеспечивают параметры микроклимата в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.005-88 [58].

Заключение

На Приаргунской горно-химической комбинате при добыче урановой руды для закладки горных выработок используют бетоны на основе песчано-гравийной наполнителя. При этом несущие стены выработок возводят из прочного бетона цементным вяжущим, а при заполнение комнат осуществляют частичную замену цемента золой уноса Краснокаменской ТЭС, работающей на угле и расположенной рядом. Такое применение золы уноса известно и применяется за рубежом (например, в Польше) В то же время шлак, шлаковый песок, зольный остаток шлака и неиспользованная зола уноса гидротранспортом поступает на золоотвал. За многие десятки лет в нём скопились миллионы тоны ЗШО.

Целям данной работы было:

- найти составы закладочных смесей с золоцементным вяжущим с минимальным содержанием цемента, удовлетворявшие требованиям закладки комнат;
- определить возможность введения в золо-цементного смесь шлаковых материалов при соблюдении требований прочности.

При отсутствии свежей золы уноса в работе использовалась лежалая зола уноса, потерявшая свою активность. Для восстановления химической активности и вяжущих свойств лежалая Краснокаменная зола уноса подвергалась механоактивации в лабораторном высокооборотистом измельчителе.

В работе установлено, что состав из 5% цемента марки М400 и 95% золы уноса имеет прочность при раздавливании более 1 МПа и удовлетворяет требованиям предприятия при закладки комнат.

Изучено влияние добавки шлака, шлакового песка и золы гидроудаления (зольный остаток шлака) на прочность бетона с золо-цементном вяжущим. Найдено, что при 5% содержании цемента 50%-ная замена золы уноса золой гидроудаления также обеспечивает требуемую прочность закладки комнат.

Такое же положительный результат получен при 45%-ной замене золы-уноса шлаковым песком и при 20%-ной замене шлаком.

Экономический анализ работы показал, что затраты на её выполнении составляет 214767 руб. При этом основные затраты приходится на зарплату исполнителя и руководителя. Амортизация оборудования обошлась в 20350 руб., сырье и материалы 2279 руб, электроэнергия 880,7 руб.

В разделе «Социальная ответственность» рассмотрена профессиональная безопасность на рабочей месте; она подтверждена анализом и расчетами вредных и опасных факторов. Радиационная безопасность подтверждена свидетельством лаборатории, аккредитованной в сфере радиационного контроля.

Список публикаций

1. Алпысбаев М.А., Закладочные составы для Краснокаменского ГОКа на основе золошлаковых материалов // XX Международный научный симпозиум студентов и молодых ученых имени академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр» 4 – 8 апреля 2016 г., г.Томск
2. Алпысбаев М.А. Боровой В.Ю. Закладочные составы для горных выработок на основе золошлаковых материалов // «V Международная Конференция-школа по химической технологии ХТ'16» 16 – 20 май, 2016 г., г.Волгоград.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Модернизации закладочного производства. ОАО «ППГХО» Краснокаменск 2012 – 9 с.
2. ГОСТ – 25592 – 91. Смеси золошлаковые тепловых электростанций для бетонов. Технические условия.
3. Применение твердеющей закладки при разработке рудных месторождений / В.П. Кравченко, В.В. Куликов. – М.: Недра 1974. – 200 с.
4. Зарубежный опыт закладки на рудниках / В.И. Хомяков М: Недра. 1984 – 224 с.
5. Palarski J., —Design and use of backfill for support in Polish coal mines. 6th International Symposium on Mining with Backfill. Minefill 98, pp. 139—147, Brisbane September 1998.
6. Palarski J., Selection of a fill system for longwall in coal mines. 8th International Symposium on Mining with Backfill. Minefill 04, Beijing. September 2004.
7. Закладочные работы в шахтах: Справочник. – М.: Недра, 1989.
8. Требования к закладочным материалам. Составы твердеющих закладочных смесей. Краснокаменск// Стандарт организации, СТО 07621060-081-2014 – 17 с.
9. Popczyk M., Underground placement of coal combustion waste. Doctor thesis. TU Gliwice 2002.
10. Требуков А.Л. Применение твердеющей закладки при подземной добыче руд / А.Л. Требуков – М.: Недра, 1981. – 172 с.
11. Воробьев В.А. Строительные материалы: Учебник для строит. Специальностей вузов. -6-е изд., и доп.-М: Высшая школа, 1979. -382 с.
12. Крупник Л.А. Закладочные смеси высокой плотности, их свойства и перспективы применения / Л.А. Крупник, Г.В. Соколов // Горн. информ.-аналит. бюл. – 2005. – № 11. – С. 237 – 240.

- 13.ГОСТ 310.2 - 76 Цементы. Методы определение тонкости помола.
- 14.Технология производства портландцемента: учеб. пособие. / Б.Т. Таймасов. – ШЫМКЕНТ: ЮКГУ. 2003. – 297 с.
- 15.Thomas M.: Optimizing the Use of Fly Ash in Concrete. Portland Cement Association, 2007.
- 16.Zapotoczna-Sytek G., Łaskawiec K., Gębarowski P., Małolepszy J., Szymczak J. Popioły lotne nowej generacji do produkcji autoklawizowanego betonu komórkowego. In-stytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych Warszawa, 2012 (na prawach rękopisu).
- 17.PN-EN 197-1:2012 „Cement. Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku”.
- 18.Волженский А.В. Иванов ИЛ., Виноградов Б.Н. Применение зол и шлаков в производстве строительных материалов. – М.: Стройиздат, 1984. – 216 с.
- 19.ГОСТ 310.1 – 76 "Цементы. Методы испытаний. Общие положения" утв. постановлением Госстроя СССР от 14 октября 1976 г. N 169.
- 20.PN-EN 450-1:2012 „Popiół lotny do betonu - Część 1. Definicje, specyfikacje i kryteria zgodności”
- 21.Use of fly ash in concrete, ACI Reported by ACI Commit-tee 232, ACI 232.2R-03.
- 22.Состав и свойства золы и шлака. Справочное пособие./Под ред. В.А. Мелентьева. - Л., Энергоиздат, 1985
- 23.Кизельштейн Л.Я. и др. Компоненты зол и шлаков ТЭС – М.: Энергоатомиздат, 1993г.
- 24.Решетников А.А., Галинов Ю.Н., Култышев В.И., Терентьев М.В. приготовление твердеющей закладки с использованием золы-уноса ТЭС// Технической прогресс закладки в атомной промышленности. Серия: горно-металлургическое производства. выпуск №5. Москва, 1989.
- 25.Kurdowski W.: Chemia cement i betonu. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2010

- 26.ГОСТ 310.1 – 76 "Цементы. Методы испытаний. Общие положения" утв. постановлением Госстроя СССР от 14 октября 1976 г. N 169.
- 27.ГОСТ 310.2 - 76 Цементы. Методы определение тонкости помола.
- 28.. Болдырев В.А., Каушакский В.Е., Курочкин А.А. и др. О переработке зол от сжигания бурых и каменных углей. /Горный вестник. 1996.- № 3.- С. 41-43.
- 29.ГОСТ 10538-87 Топливо твердое. Методы определения химического состава золы.
- 30.Кравченко В.Т. Определение нормативной прочности твердеющей закладки. – Горный журнал, 1983, № 3, с 25 – 28.
- 31.Оптимизация нормативной прочности твердеющих смесей при закладке пустот / В.И Голик // Горный информ.- аналит. – 1999. - № 3. – С. 70 – 72.
- 32.Палий В. Д., Смелянский Е. С., Кравченко В. Т. Определение нормативной прочности твердеющей закладки. — Горный журнал, 1983, № 3, с. 25—28.
- 33.ГОСТ25818-91 Золы-уноса тепловых электростанций для бетонов
- 34.Хомяков В.И. Зарубежный опыт закладки на рудниках / В.И. Хомяков. — М.: Недра, 1984. – 224 с
- 35.Исследование прочностных и деформационных свойств закладочного массива / Н.С. Кунанбаев, С.Н. Зеленцов, А.Б. Макаров и др.// Горный журнал. – 2001. – № 5. – С. 36 – 38.
- 36.Балах Р. В. Разработка месторождений с закладкой хвостами обогащения. — Алма-Ата, Наука, 1977.
- 37.Веское М. И., Гайко Э. И., Симонов В. Я. Гидравлическая закладка для охраны наземных инженерных сооружений. — Безопасность труда в промышленности, 1982, № 2, с. 23—24
- 38.Механические методы активации химических процессов/ Е.Г. Аввакумов.- Новосибирск: Наука, 1986.-305 с.
- 39.Влияние механоактивационного воздействия на активность вяжущих веществ / В.С. Прокопец // Строит. матер. – 2003.– № 9. – С. 28 – 29.

40. Вяткин А. П., Горбачев В. Г., Рубцов В. А. Твердеющая закладка на рудниках. М., Недра, 1983.
41. Именитое В. Р. Процессы подземных горных работ при разработке рудных месторождений. М., Недра, 1984.
42. Формирование закладочного массива при слоевой системе разработки с закладкой/Г. С. Кириченко, Л. В. Малетин, Е. Г. Гришин, В. Е. Видергауз. — В кн.: Теория и практика разработки рудных и нерудных месторождений.— М., изд. ИПКОП АН СССР, 1986, с. 137—146.
43. Кузьмина Е.А, Кузьмин А.М. Методы поиска новых идей и решений "Методы менеджмента качества" №1 2003 г.
44. Кузьмина Е.А, Кузьмин А.М. Функционально-стоимостный анализ. Экскурс в историю. "Методы менеджмента качества" №7 2002 г.
45. Попова С.Н. Управление проектами. Часть I: учебное пособие / С.Н. Попова; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 121 с
46. Международный стандарт IC CSR 26000: 2011.
47. ГОСТ 12.0.003-74. «Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»
48. ГОСТ 12.1.005-88. «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»
49. СанПиН 2.2.4.548-96. «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».
50. ГОСТ 124021-75. «Системы вентиляции. Общие требования»
51. СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение»
52. Т.Г. Феоктистова. Безопасность жизнедеятельности. Производственная санитария и гигиена труда. Расчет производственного освещения//Москва -2013, с.22-23
53. ГОСТ 12.1.003-88. «Шум. Общие требования безопасности»
54. «Электробезопасность. Термины и определения». – М. – Из-во стандартов. – 1977.).

55. ГОСТ 12.1.030 – 81. «ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление». – М. – Из-во стандартов. – 1998.
56. ГОСТ 12.1.010 – 76 Взрывобезопасность. Общие требования. – М. – Из-во стандартов. – 1983
- 57.ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
- 58.ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенически требования к воздуху рабочей зоны

Приложение А

(обязательное)

Раздел 1

Обзор литературы (Literature Review)

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ДМ4В	Алпысбаев Магжан Акылбекович		

Консультант кафедры ИЯПР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Рыманова Ирина Евгеньевна	-		

Приложение А

(обязательное)

Introduction

- 1 Grouting of cavings
 - 1.1 Filling of old shallow mine voids in the rock mass
 - 1.2 Use of CCPs for fill of abandoned mines
 - 1.3 Selection of fill mixture
 - 1.4 Fly ash in cement and concrete composition
 - 1.5 Siliceous fly ash (V)
 - 1.6 Calcareous fly ash (W)
- 2 Fly ash as a main component of cement
 - 2.1 Fly ash as concrete component
 - 2.2 Characteristics of ash dumps TPP
 - 2.3 Norm's strength to filling rooms

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ДМ4В	Алпысбаев Магжан Акылбекович		

Консультант кафедры ИЯПР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Рыманова Ирина Евгеньевна	-		

Introduction

In Polish coal mining industry the use of waste from coal power generation for many years is used to be an integral part of mining activities. This can be demonstrated by percentage of power generation waste among all extraneous waste, which have been utilized by mining industry in underground workings, i.e. 88,7 % in the year 2004 and 92,1 % one year later. Distribution of types of extraneous waste utilized in underground workings of Polish coal mines in year 2005 has been presented on Fig. 1. During the years 2005—2006 there were 33 under-ground coal mines operating with total output of about 95 millions tones per year. In average Polish coal mines use almost 2, 5 millions tones of these waste per year.

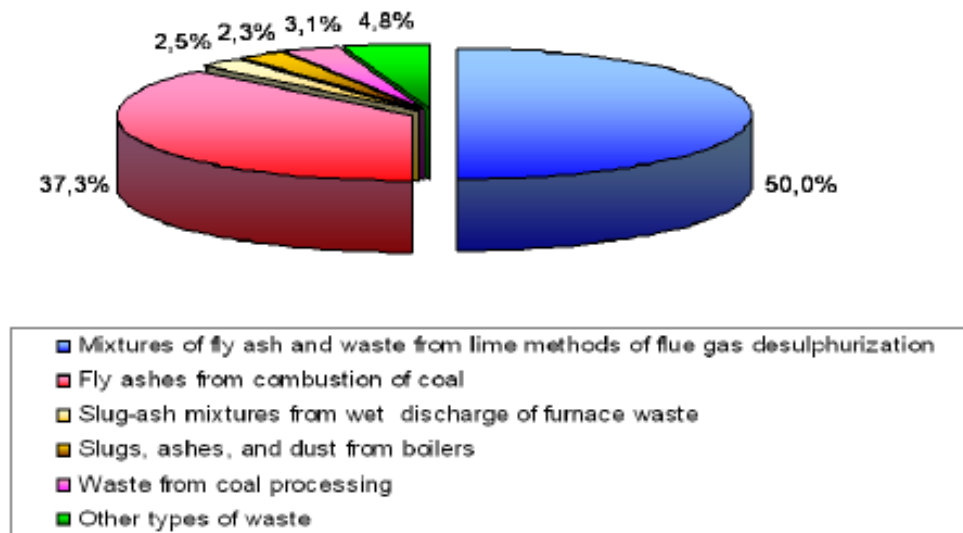


Fig. 1. Percentage distribution of types of extraneous waste utilized in underground workings of Polish coal mines in year 2005.

1. Grouting of cavings

The most widely propagated within Polish coal mining industry technology, which adapts coal combustion byproducts is grouting of cavings. Significant part of fly ash that is consumed by coal mines is utilized just by grouting works. A predominant mining system in Polish coal mines is the longwall system with caving.

At that point important is only that the voids, which become into existence as the result of coal extraction, are left unsupported behind the longwall. This leads to break and fall of the roof rocks and subsequent subsidence of the whole overburden. A space that consists of rock rubble, rests of coal and voids, which conduct air and are able to collect hazardous gases, is referred as cavings.

Elimination of these voids is the main goal of grouting of cavings. A scheme of one variation of that technology has been presented on the Fig. 2. The indispensable infrastructure consists of two main parts: slurry preparation plant located near to a mine shaft and a network of transport pipelines, which deliver the slurry from the preparation plant down to the all places of application. In the tailgate pipe outlets are installed, which are inserted into the cavings. Often the tailgate is equipped with dams, which allow liquidating unnecessary part of the gate and protecting the front of the longwall against outflow of grouting slurry. Fly ash – water slurry flows in such a system gravitationally, thus range and efficiency of transport depends mainly on geometric parameters of the pipeline.

Its popularity this technology owes to simplicity of necessary equipment, not too much demanding properties of the grout, and benefits, which mines accomplish in the result of grouting. Among others to the goals of grouting belong:

- Reduction of endogenic fire hazard that can be generated by coal residues, which are left in cavings behind the front of the longwall.
- Improvement of ventilation conditions in workings in the result of reduction of air stream losses by its migration through the cavings.

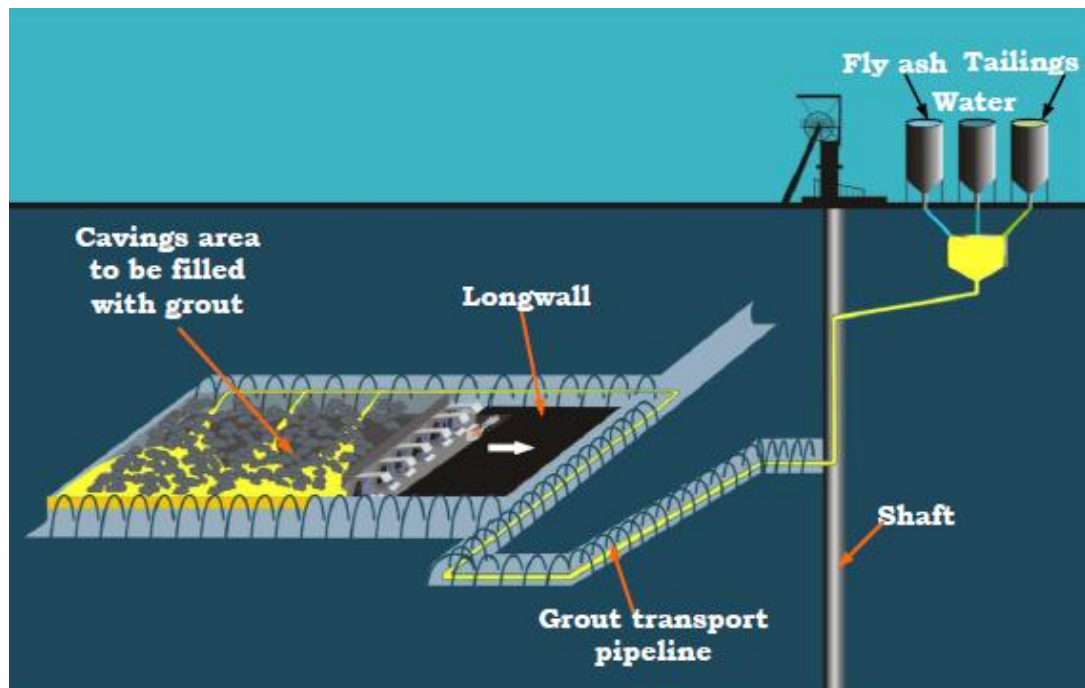


Fig.2. A scheme of typical technology of grouting of cavings behind a front of a running longwall

As secondary benefits of grouting of cavings with fly ash – water slurries could be also mentioned a possibility for utilization of mine own waste – saline ground waters and flotation tailings and faster reconsolidation of rubble rock zone, which is important factor i.e. by extraction of thick coal seams in slices.

As grouts for insulation of coal mine cavings fly ash – water slurries of relatively low concentrations are used. Good flow properties in cavings and ability to fill up even small voids at large distances are more important than mechanical properties of the fill.

1.1 Filling of old shallow mine voids in the rock mass

The old and shallow workings pose great danger to buildings, infrastructure and people. Over the workings of up to 100m deep, there are sinkholes and depressions created on the surface. To eliminate the surface effects and to minimize the danger of gas outlet and underground fire, all the shallow workings in old mines should be filled with backfill materials. Not all the roadways can be reached from

other underground workings, so there is a need to do the bore-holes from the surface, Figure 3.

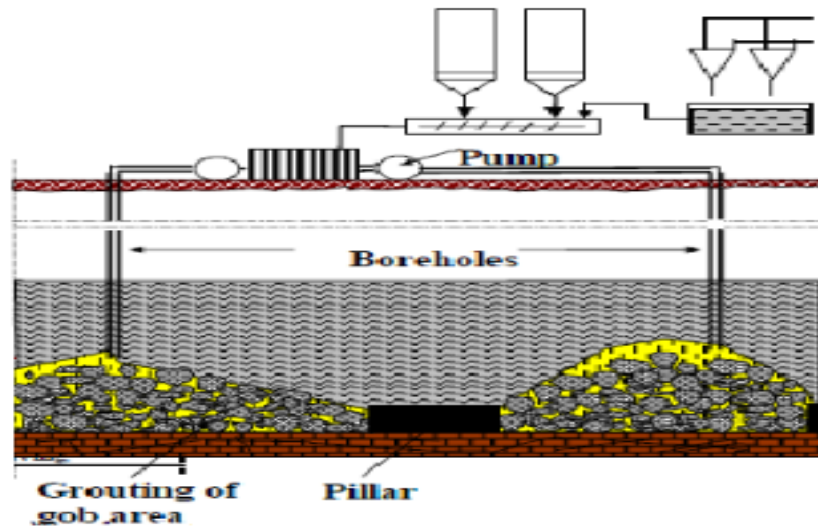


Fig. 3. Grouting technology through the surface boreholes

They are situated in such a way the best filling of the voids can be achieved and sudden inrush of water can be avoided, otherwise, cavings around the bore-holes could be created. Void filling is done through the bore-holes of 120 200 mm diameter, using the following methods:

- pneumatic transport of the dry fly-ash with the capacity up to 30 t/h, while the pressure is about 0,25 MPa;
- pneumatic transport of the fly-ash moistured with water at the outlet of the quantity of up to 20 l/min.;

Supply by gravity or by means of the pump of the ash-water mixture or mixture of ash (up to 70 % of the dry mass), tailing (up to 25 %), cement (up to 10 %), and calcium chloride (2 %) — concentration of the mixture is to be decided each time accordingly to the state and conditions of the void filling (mixture concentration < 75 % by mass).

1.1 Use of CCPs for fill of abandoned mines

Planning for mine closure needs to cover underground facilities, water and gas management, surface facilities and infrastructure, site rehabilitation and all the local

issues associated with closure (socio-economics). Responsible underground mine closure involves:

- removing fixed plant, equipment and hazardous materials,
- sealing and filling openings,
- stabilization of caving areas and loose backfill,
- securing the waste disposal facilities, site rehabilitation,
- taking all necessary monitoring to avoid water pollution and gas emission.

Much research has been done in recent years about stabilization of rock mass, filling of underground mine workings, covers for tailings and other waste dumps. The CCP-s are used as a fill, cover and injection materials in the active and passive stage of mine closure, Figure 4.

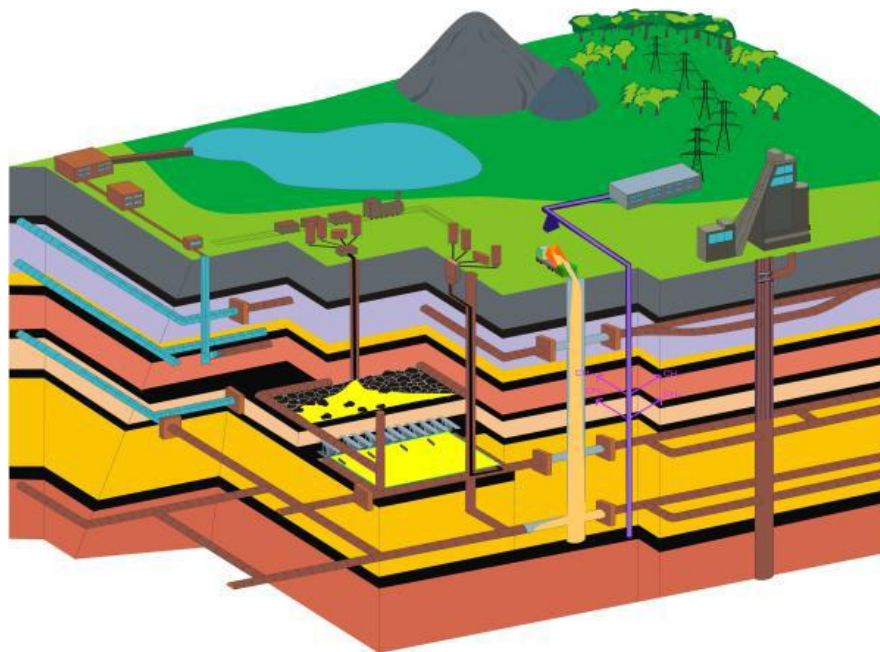


Fig. 3. Closure process of mine

In the life of the mine, number of boreholes has been drilled as prospecting, gas drainage and water wells. The primary importance of plugging to abandon boreholes is to prevent contamination of groundwater and gas seepage. Fly ash slurries and slag are the present plugging and fill materials. The plugging slurry composition includes a water-swellable clay, a particulate filler, such as fly ash and others components.

The components are mixed with water to form a slurry and the slurry is pumped into borehole.

1.2 Selection of fill mixture

Variability of chemical and mineralogical properties of power generation waste implicates differentiation of mechanical properties of stabilized mixtures and further, variable possibilities of their use in mine technologies. In many technologies of underground mining (backfill plugs and packs, liquidation of workings, etc.) use of additional binders in mixture with coal combustion by-products is necessary to in aim to obtain satisfactory level of relevant parameters after solidification.

Moreover to chemical and mineralogical properties of coal combustion by-products, on the mechanical characteristics of stabilized fine-grained mixtures great influence exhibit-bit conditions of their curing: temperature, moisture, and aggressiveness of the environment. A wide range of physical properties of fine-grained mixtures undergo testing procedures, as it is defined by Polish standard PN-G/11011:1998: „Materials for stabilized backfill and grouting of caving requirements and test procedures“. Parameters that have to be provided due to mentioned above standard can be easily divided into three groups:

- Properties, which influence flow conditions of a slurry in a transport pipeline – density, table spread, rheological parameters of the slurry,
- Properties that describe the stabilizing process of a slurry – bleeding, stiffening time, binding time, and
- Properties of already stabilized fill material – compressive strength, soak resistance, compressibility, and permeability.

Table 1. Presents typical range of values of the most important parameters of mixtures with power generation waste for use in underground mining technologies.

Technology	Parameter							
	Table spread R [mm]	Stiffening time C_t [doby]	End of binding T_k [doby]	Compressive strength R_c [MPa]	Soak resistance R_{28} [%]	Bleeding w_n [%]	Compressibility S [%]	Permeability K [m/s]
Stabilized backfill	160 ÷ 180	< 1	< 2	0,5 after 7 days	< 20	< 7	< 15	< 10^{-7}
Grouting of cavings	210 ÷ 250	- *	< 28	0,1 after 28 days	< 80	< 14	- *	< 10^{-7} (10^{-9} **)
Filling of abandoned workings	160 ÷ 210	< 7	< 14	0,5 after 28 days	< 20	< 7	- *	- *
Construction of backfill packs and plugs	160 ÷ 180	< 2	< 2	0,5 after 7 days	< 20	< 7	< 5	< 10^{-7}
Insulation of fires including construction of anti-explosion dams	160 ÷ 210	- *	< 28	0,1 after 28 days	< 20	< 14	< 5	< 10^{-8}
Liquidation of shafts – insulating plugs	160 ÷ 180	< 2	< 3	0,5 after 7 days	< 10	< 7	< 5	< 10^{-9}
Liquidation of shafts – fill of the column	160 ÷ 180	- *	< 28	0,1 after 28 days	< 80	< 7	- *	- *
Grouting of loose or porous rocks	160 ÷ 210	- *	< 14	0,5 after 28 days	< 20	< 7	< 7	< 10^{-7}

* — lack of a specific value does not mean that any limitations can result from specific technological requirements

** — grouting in special conditions

1.3 Fly ash in cement and concrete composition

Fly ash is a by product of hard or brown coal combustion process. Owing to the size of spherical particles (similarly to cement), its chemical and mineral composition as well as the activity, fly ash is widely used in cement and concrete production.

Properly used fly ash has a positive effect both on properties of concrete mixture and concrete itself. It allows the production of high-quality concrete in economical and ecological way. The addition of fly ash to cement (or concrete) composition indicates the reduction of cement clinker content, thus, lower CO₂ emission and preservation of non-renewable natural resources.

For several decades fly ash has been globally used as a main component of cement and an additive to concrete. The wide usability of fly ash in building industry results from high fineness (similar to cement), chemical and phase composition close to the one of clay minerals as well as the hydraulic and/or pozzolanic activity.

1.4 Siliceous fly ash (V)

Siliceous fly ash consists mostly of reactive silicon dioxide (SiO_2) and aluminum oxide (Al_2O_3). The remainder contains iron oxide (Fe_2O_3) and other compounds. The proportion of reactive silicon dioxide shall be at least 25,0 % by mass. Table 2 presents the exemplary chemical compositions of fly ash obtained by hard coal combustion.

Siliceous fly ash is a dust with very fine particles, generally spherical in shape and pozzolanic properties. i.e., in the presence of water, react chemically with calcium hydroxide to form compounds of hydrated silicates and calcium aluminates. The composition of the liquid phase arising in the paste from non-clinker minerals hydrolysis is just the calcium hydroxide solution with a high degree of saturation, reacting with the pozzolanic additive (fly ash).

The high content of SiO_2 in the siliceous fly ashes and a large proportion of glass in the composition cause the contents of the active SiO_2 , so the silica reacting under normal conditions with $\text{Ca}(\text{OH})_2$ is relatively high and can exceed 25 % (Table 2). This affects a relatively high pozzolanic activity of siliceous fly ash.

Table 2. Chemical composition of siliceous fly ash

Content, % by mass												
LOI	SO_3	Cl ⁻	CaO	SiO_2 react.	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	$\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$	MgO	Na_2O	K_2O	$\text{Na}_2\text{O eq.}$
1,79	0,70	0,02	3,56	44,20	49,86	28,58	6,66	85,10	2,77	1,27	3,48	3,56
7,80	0,35	0,02	4,66	37,47	47,85	24,52	6,30	78,67	2,16	1,14	3,01	3,12
8,48	0,26	0,02	4,35	35,34	47,73	24,98	5,78	78,44	2,53	1,10	2,81	2,95
6,20	0,69	0,05	6,22	30,34	49,80	20,86	8,84	79,50	4,79	1,33	2,16	2,75
8,22	0,47	0,01	5,04	35,49	48,27	20,02	6,64	74,93	1,76	0,99	2,35	2,54
6,25	0,34	0,01	3,53	36,44	49,77	21,95	5,83	77,55	1,49	0,93	2,49	2,57
4,06	0,70	0,02	4,14	34,75	50,46	21,10	6,97	78,53	2,80	1,28	3,07	3,30
7,66	0,39	0,01	4,47	34,95	47,71	24,02	6,55	78,28	2,92	0,96	2,71	2,74
5,17	0,74	0,01	4,33	31,96	49,16	26,28	6,49	81,93	3,01	1,02	2,76	2,84
4,66	0,70	0,01	3,88	33,75	49,65	25,52	6,14	81,31	3,02	1,01	2,76	2,83
3,55	0,38	0,01	3,60	42,41	50,98	25,78	6,02	82,78	2,62	1,17	3,12	3,22

1.5 Calcareous fly ash (W)

Calcareous fly ash is a fine powder, having hydraulic and/or pozzolanic properties. It consists essentially of reactive calcium oxide (CaO), reactive silicon dioxide (SiO₂) and aluminium oxide (Al₂O₃). The remainder contains iron oxide (Fe₂O₃) and other compounds.

The proportion of reactive calcium oxide shall not be less than 10,0 % by mass. Calcareous fly ash containing between 10,0 % and 15,0 % by mass of reactive calcium oxide shall contain not less than 25,0 % by mass of reactive silicon dioxide.

Adequately ground calcareous fly ash containing more than 15,0 % by mass of reactive calcium oxide, shall have a compressive strength of at least 10,0 MPa at 28 days when tested in accordance with EN 196-1.

2. Fly ash as a main component of cement

The use of mineral additives in cement production is now common action, with the two fundamental aspects: technological and ecological. The immediate effect of the use of mineral additives is, on the one hand, the possibility of secondary raw materials application of the steel and energy industry (reducing CO₂ emissions), on the other – provision to building practice of cements with the most desirable properties. Cements with the addition of siliceous fly ash V and calcareous fly ash W show a large number of favorable properties compared with Portland cement CEM I.

Table 3. Features cement

Cement	Cement brand	Tensile strength at 25 days of age hardening (MPa)	
		compression	flexion test
Portlandcement and Portlandcement with	M300	30	4,5

mineral additives			
	M400	40	5,5
	M500	50	6,0
	M550	55	6,2
	M600	60	6,5
blast-furnace cement	M300	30	4,5
	M400	40	5,5
	M500	50	6,0
	M600	40	5,5
rapid-setting blast-furnace cement	M300	30	4,5
	M400	40	5,5
	M500	50	6,5

These are the following: extended setting time, good workability of concrete mixture in time, low heat of hydration, high density of concrete, increased and high resistance to corrosion, high growth of strength in longer period, moreover, performing very good strength parameters after low -pressure heat treatment.

2.1 Fly ash as concrete component

Siliceous fly ash is the material commonly applied throughout Europe. It is an essential component of modern concrete.

The proper application of fly ash guarantees improved properties of concrete mixture (consistency, workability, density of concrete) and hardened concrete (reduced thermal hardening process, high strength in longer test periods, increased resistance to chemical corrosion).

Siliceous fly ash is also a desirable component of specialist concretes (concrete for massive constructions, hydro technical concrete, and underwater concrete) and a

new generation of concrete (high performance and ultra-high performance concrete, self-compactive concrete).

The combination of the use of fly ash with the latest generation of chemical admixtures (superplasticizers, air entraining admixtures) allows to obtain concrete with high content of fly ash with sufficient strength and durability (frost resistance). In this respect, there is a large area for future research and application studies, aimed especially at the durability of concrete.

American experience shows, that calcareous fly ash is more active in the initial stage of hardening (till 28 days) compared to siliceous fly ash (Class F). This may result from the type of hydraulic activity of the fly ash, which effects are previously visible than the pozzolanic activity of siliceous fly ash. Increased activity of calcareous fly ash, in particular, with higher content of calcium, when compared to siliceous fly ash, allows using it in the composition of concrete in bigger proportion

The introduction of calcareous fly ash is not as efficient, in terms of the reduction of thermal parameters of concrete hardening, as the use of siliceous fly ash. Further reduction of thermal parameters of concrete with the addition of calcareous fly ash is observed at its higher share in concrete composition (50 – 60 % relatively to cement mass). Calcareous fly ash, especially added in significant quantities, increases the tightness of the concrete (lower permeability of chloride ions) and prevents or mitigates the negative effects associated with alkaline reaction. Furthermore, it is necessary to consider increased content of SO_3 in cement composition and correlate it with the contents of sulphates in the cement.

2.2 Characteristics of ash dumps TPP

Currently, the issue on energy and resource is the critical issue of Russia. One of the effective ways to solve this problem is involving the industrial wastes in-to the economic turnover. The most common and less reusable industrial waste are ash and slag waste (hereinafter ASW) from TPP. These materials are the valuable resources

of anthropogenic origin, which can be successfully used in different areas of the national economy of Russia.

ASW is the mineral residue resulting from the combustion of natural solid fuel on TPP (coal, oil shale, etc.), consisting of fly ash and furnace clinker. These two materials have different chemical composition and different physical and chemical properties, therefore, the areas of their application are different too. The certain fact is that these materials, with properly organized handling, can be used with high efficiency in industry and agriculture of Russia, thus making a significant contribution to solving the problems of resources and energy conservation.

Table 4. The chemical composition in Russia some foreign countries

Fuel type, TPP, SDPP	The content of oxides, % (on dry substance)									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	SO ₃	Π п.п.
Krasnokamensk TPP	54,51	20,8	5,3	11,28	3,38				0,63	
TPP c. Bulgaria	45-55	13-24	8,8- 10,3	2,3- 4,0	1,6- 3,3	-	2,5- 3,5			0,4- 3,0
TPP Japan	54-64	22-29	2-6	1-7	1-2	0,8- 2,4	1,8- 3,2			0,1- 1,2
TPP England	41-51	23-34	6-14	1-8	1,4- 3,0	0,2- 1,9	1,8- 4,2			0,6- 2,7
TPP France	29-54	10-33	5-15	1-39	1-5	0,1- 9,0	0,7			0,3- 15,2

2.3 Norm's strength to filling rooms

For the preparation solid stowing utilize portlandcement grade M400 or a complex binder of portlandcement grade M400 and a local fly ash thermal power plants, sand and gravel and water. Flow rates of filling substances for the preparation of hardening filling mixes, providing the most common regulatory strength filling mass are shown in Table 6.

Normative strength of filling mass , MPa	Terms of filling mass to outcrop , day	The composition of the fill mixture 1m³ , kg			
		PC M400	Fly ash	Sand and gravel mix	Water
1,0	28-60	100	100	1590	320
		80	240	1455	310
	60	50	240	1485	310
3,0	28-60	200	-	1630	320
		170	100	1530	320
		140	240	1410	310
	60-90	150	100	1550	320
		100	240	1440	310
	90	130	100	1565	320
		80	240	1455	310
6,0	28-60	260	-	1580	320
		240	100	1470	310
		210	240	1345	310
	60-90	220	100	1490	320
		170	240	1380	310
	90-180	200	100	1500	320
		140	240	1410	310
	180	170	100	1530	320
		100	240	1440	310
* performance expectations : true density PC M400, ash, SGM					
Congruent – 3100, 2100, 2650 kg/m³; packing density – 1100, 1000, 1650 kg/m³.					

Приложение Б

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ



СВИДЕТЕЛЬСТВО РАДИАЦИОННОГО КАЧЕСТВА № САРК RU.0001.441357 – 292/рб

Настоящий документ удостоверяет, что объект (продукция)

Зола, шлак, шлам, уголь, полистирол-бетон в лабораториях
(039,038,014,013,103) кафедры общей химической технологии
Идентифицирующие признаки продукции (наименование, тип, вид, марка, размер партии, количество и т. д.)

представленный (ая) Институт природных ресурсов НИ ТПУ

(Наименование и адрес организации, которой выдано данное Свидетельство)

634028, г. Томск, пр. Ленина, д. 2, строение 5

подвергнут(а) испытаниям в аккредитованной в САРК
лаборатории радиационного контроля (ЛРК) по параметрам

Определение мощности амбиентной эквивалентной дозы
(Радиационные параметры)

фотонного излучения, плотности потока альфа и бета -излучения

и соответствует нормативным требованиям

1. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности
(ОСПОРБ-99/2010);

(Нормативные документы - название, номер)

С П.2.6.1.2612-10

2. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009) СП 2.6.1.2523 - 09

Заведующий ЛРК

М.П.

Дата "04"

(число)

сентября

(месяц)

2014

(год)

Е.Г. Волчек
(подпись)

Е.Г. Волчек

(фамилия, инициалы)

Лаборатория радиационного контроля
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования
«Национального исследовательского Томского политехнического университета»
Адрес: 634050, г. Томск, пр. Ленина, дом 2, ЛРК ТПУ.
**АТТЕСТАТ АККРЕДИТАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОГО АГЕНТСТВА
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ**
№ САРК.RU.0001.441357 от 23 декабря 2009 года

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ПРОДУКЦИИ

ДАТА ПРОВЕДЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

04.09.2014 г.

(Число, месяц, год проведения измерений)

МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ

Радиометрический, «Методика дозиметрического

(Методика выполнения измерения, средство измерения, свидетельство о поверке)

обследования территорий» согласованная с ГП «ВНИИФТРИ» 30.12.2002 г.;

Дозиметр МКС-А-03-1Н+БДС-АБ2 завод. № 454-08, свидетельство о поверке № 068-13 до 05.09.2014г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ

(Номер акта (картограммы) отбора пробы, номер протокола измерения и т.д.)

Результаты замеров МЭД фотонного излучения и плотности потока альфа и бета излучения в контрольных помещениях

№ помещения	МЭДу, мкЗв/час	ПП, α/см ² мин	ПП, β/см ² мин	Примечание
039-2 уч. корпуса	0,11	<φ	<φ	Материал: компоненты шлака
038 – 2 уч. корпус	0,15	0,2	<φ	Материал: компоненты золы
014 – 2 уч. корпус	0,14	<φ	9,3	Материал: шлам (г. Норильск
013 – 2 уч. корпус	0,14	<φ	9,3	Материал: уголь (Забайкалье)
103 – 2 уч. корпус	0,14	<φ	<φ	Материал: блок строительный (полистирол - бетон
Фон для всех помещений (φ)	0,12	0,1	9,1	

Критерий для оценки соответствия

ОСПОРБ-99/2010, НРБ-99/2009

(В соответствии с нормативными документами)

Фотоновые значения МЭД для Томской области от 0,11 до 0,20 мкЗв/час.

Исполнители:

Инженер ЛРК ТПУ



Е.Г. Генералова