

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



Институт \_\_\_\_\_ ЮТИ ТПУ \_\_\_\_\_  
 Специальность \_\_\_\_\_ Горные машины и оборудование \_\_\_\_\_  
 Кафедра \_\_\_\_\_ Горношахтное оборудование \_\_\_\_\_

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

Тема работы
Механизация очистных работ на базе механизированного комплекса МКЮ-2У.055/14. Совершенствование конструкции секции крепи МКЮ-2У.055/14 УДК 622

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10700	Подзоров Дмитрий Дмитриевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ефременков А.Б.	к.т.н., доц.		

По разделу «Горная часть»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Буялич Г.Д.	д.т.н., проф.		

По разделу «Специальная часть»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ефременков А.Б.	к.т.н., доц.		

По разделу «Технологическая часть»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ефременков А.Б.	к.т.н., доц.		

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Нестерук Д.Н.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Портола В.А.	д.т.н., проф.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Тимофеев В.Ю.	к.т.н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ГШО	Казанцев А.А.	к.т.н.		

Юрга – 2016 г.

## ПЛАНИРУЕМЫ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i><b>Профессиональные компетенции</b></i>	
P1	Применять глубокие естественнонаучные, математические и инженерные знания для создания и обработки новых материалов
P2	Применять глубокие знания в области современных технологий машиностроительного производства для решения междисциплинарных инженерных задач
P3	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с созданием и обработкой материалов и изделий, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов машиностроения
P4	Разрабатывать технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование и инструменты для обработки материалов и изделий, конкурентоспособных на мировом рынке машиностроительного производства
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных технологий обработки материалов, нанотехнологий, создания новых материалов в сложных и неопределенных условиях
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современные высокотехнологичные линии автоматизированного производства, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда на машиностроительном производстве, выполнять требования по защите окружающей среды
<i><b>Универсальные компетенции</b></i>	
P7	Использовать глубокие знания по проектному менеджменту для ведения инновационной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности
P8	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации
P10	Демонстрировать глубокие знания социальных, этических и культурных аспектов инновационной инженерной деятельности, компетентность в вопросах устойчивого развития
P11	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

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



Институт \_\_\_\_\_ ЮТИ ТПУ \_\_\_\_\_  
 Специальность \_\_\_\_\_ Горные машины и оборудование \_\_\_\_\_  
 Кафедра \_\_\_\_\_ Горношахтное оборудование \_\_\_\_\_

УТВЕРЖДАЮ:  
 Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ Казанцев А.А.

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение дипломного проекта**

В форме:

Дипломного проекта

Студенту:

Группа	ФИО
10700	Подзорову Дмитрию Дмитриевичу

Тема работы:

Механизация очистных работ на базе комплекса МКЮ-2У.055/14. Совершенствование конструкции секции крепи МКЮ-2У.055/14.	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Материалы преддипломной практики о конструкции и принципа работы секции крепи МКЮ-2У.055/14. Циклический режим при проведении очистных работ комплекса. Стоимость крепи, конвейера, перегружателя, комбайна, дробилки.</p>
<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Выбор механизированной крепи, расчет графика выходов рабочих, проектирование секции крепи, расчет оси стойки, расчет экономической эффективности промежуточной секции, расчет себестоимости одной тонны угля, анализ аварий, травматизма.</p>

<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>		
Расположение оборудования в забое	Чертеж общего вида	Лист 1, Лист 2
Секция крепи МКЮ-2У.055/14	Чертеж общего вида	Лист 3
Увязка секции крепи с стругом и комбайном	Чертеж общего вида	Лист 4
Перекрытие	Сборочный чертеж	Лист 5
Шибера	Сборочный чертеж	Лист 6
Домкрат шибера	Сборочный чертеж	Лист 7
Секция крепи линейная МКЮ-2У.055/14	Сборочный чертеж	Лист 8
Изучение НДС шибера перекрытия секции крепи	Чертеж общего вида	Лист 9
Шток	Чертеж детали	Лист 10
Карта наладки	Чертеж общего вида	Лист 11

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Горная часть	Буялич Г.Д.
Специальная часть	Ефременков А.Б.
Технологическая часть	Ефременков А.Б.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Нестерук Д.Н.
Социальная ответственность	Портола В.А.

**Названия разделов, написанных на русском и иностранном языках:**

Реферат
---------

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

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ефременков А.Б.	к.т.н., доц.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10700	Подзоров Д.Д.		

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

Институт \_\_\_\_\_ ЮТИ ТПУ \_\_\_\_\_  
 Специальность \_\_\_\_\_ Горные машины и оборудование \_\_\_\_\_  
 Кафедра \_\_\_\_\_ Горношахтное оборудование \_\_\_\_\_  
 Период выполнения \_\_\_\_\_ осенний / весенний семестр 2015/2016 уч. года \_\_\_\_\_

Форма представления работы:

Дипломный проект
------------------

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН  
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
23.05.2016	Горная часть / расчетная работа	30
30.05.2016	Специальная часть / проектная работа	40
23.05.2016	Технологическая часть / расчетная работа	10
16.05.2016	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение / расчетная работа	10
16.05.2016	Социальная ответственность / расчетная работа	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ефременков А.Б.	к.т.н., доц.		

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Горно-шахтное оборудование	Казанцев А.А.	к.т.н.		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа 135 с., 28 рисунков, 25 источников, 11 листов графического материала формата А1.

Ключевые слова: механизированная секция крепи, струговая выемка комбайновая выемка, горно-геологические условия.

В выпускной квалификационной работе представлено усовершенствованная конструкция перекрытия секции крепи МКЮ-2У.055/14. Дана краткая характеристика работы крепи в целом. Представлены основные расчеты секции крепи.

Область применения секции крепи МКЮ-2У.055/14: применяется в составе механизированных комплексов, на пластах мощностью 0,6-1,3 м.

Предложенная конструкция повысит расширит область применения экономическую эффективность и усилит конкурентоспособность отечественных крепей перед зарубежными аналогами.

В технологической части разработан технологический процесс изготовления штока гидроцилиндра.

В разделе, безопасность и охрана труда кратко изложены негативные факторы, которые возникают при разработке лавы: шум, вибрации, пыль и загазованность, методы борьбы с ними.

Записка к ВКР выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2007, графическая часть и приложение к пояснительной записке выполнены в графическом редакторе Компас 3-D V16 и представлены на диске CD-R 700 MB (в конверте на обороте обложки).

## Abstract

Graduate work with 135., 28 figures, 25 sources, 11 sheets of graphic material A1.

Keywords: mechanized roof support, mining and geological conditions.

In the final qualifying work described improving the design of the console shield MKU-2U.055/14. A brief description of the lining as a whole.

The basic calculations of roof support. Field of application roof support MKU-2U.055/14: used in a composition of mechanized complexes on seams 0,55-1,4 m The proposed design will enhance economic efficiency and enhance the competitiveness of domestic roof supports to foreign counterparts.

In the technological part of the technological process of fabrication of the hydraulic cylinder rod.

The section on health and safety are summarized negative factors that arise in the development of lava: noise, vibration, dust, fumes, methods of dealing with them.

Memo to the WRC is made in the text editor, Microsoft Word 2007, the graphics part and the annex to the notes made in graphical editor Compass 3-D V16 and submitted on disk CD-R 700 MB (in an envelope on the back cover).

## Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

### Определения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

Конвейерный штрек – горизонтальная подземная горная выработка, проведённая по простиранию наклонно залегающего месторождения или в любом направлении при горизонтальном залегании полезных ископаемых, предназначенная для размещения конвейера.

Горная выработка – полость в толще горных пород, образованная в результате ведения горных работ и служащая для разработки месторождений полезных ископаемых, а также для других горнотехнических целей.

### Обозначения и сокращения

КПК – кольцевая податливая крепь;

ОВ – общий вид;

ППЛ – перегружатель порталый ленточный;

ВМП – вентилятор местного проветривания;

УСС – узел сопряжения секций;

КПД – коэффициент полезного действия;

ПДК – предельно-допустимая концентрация;

ВГСИ – всесоюзная государственная санитарная инспекция;

ВТБ – вентиляция и техника безопасности;

ПБ – правила безопасности;

УМЗ – универсальная максимальная защита;

ПМЗ – полупроводниковая максимальная защита;

### Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1 «Положения о выпускных квалификационных работах бакалавра, специалиста и магистра в Томском политехническом университете», от



10.02.2014 г.

2 ЕНиР. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы.

3 ПБ 05-618-03. Правила безопасности в угольных шахтах. Общие требования.

4 ГН 2.2.5.1313-03. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

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

6 ГОСТ 28597-80. Крепи механизированные для лав. Основные параметры. Общие технические требования.

## Содержание

	С
Введение	15
Обзор литературы	16
Объекты и методы исследования	17
1.1 Горно-геологическая характеристика участка	18
1.2 Выбор системы разработки	18
1.3 Определение параметров выемочного столба	20
1.4 Выбор оборудования для отработки пласта	21
1.5 Увязка конструктивных и режимных параметров функциональных машин	33
1.6 Расчет основных параметров выемки	35
1.7 Расчет производительности очистного комбайна	37
1.8 Организация работ в очистном забое	41
1.9 Составление планограммы работ в очистном забое и графика выходов рабочих	43
2.1 Назначение крепи МКЮ-2У.055/14	48
2.2 Описание и условия работы секции крепи МКЮ-2У.055/14	49
2.3 Принцип работы крепи МКЮ-2У.055/14	53
2.4 Обоснование выбора типа перекрытия	55
2.5 Обоснование необходимости изменения конструкции перекрытия	57
2.6 Расчет домкрата выдвижения шибера	64
2.7 Расчет оси домкрата шибера	65
2.8 Метод конечных элементов (МКЭ)	67
3.1 Выбор заготовки и метода ее изготовления	73
3.2 Составление технологического маршрута обработки	74
3.3 Выбор баз	76
3.4 Выбор оборудования и средств технологического оснащения	79
3.5 Выбор средств технологического оснащения	84
3.6 Расчет режимов резания	86

3.7 Нормирование технологического процесса	94
4.1 Цель экономического расчета	97
4.2 Расчет себестоимости по элементу «Амортизация»	101
4.3 Расчёт себестоимости угля по элементу «Электроэнергия»	104
4.4 Расчет себестоимости по элементу «Материалы»	106
5 Задание раздела «Социальная ответственность»	112
5.1. Анализ условий работы лавы	113
5.2 Анализ аварий, травматизма и профессиональных заболеваний	113
5.3 Опасные и вредные производственные факторы	116
5.4 Управление охраной труда	118
5.5 Охрана земной поверхности	127
5.6 Охрана водной среды	128
5.7 Охрана воздушной среды	129
Заключение	131
Список использованных источников	133
Приложение А	136
ФЮРА.КМКЮ.2У-055/14.700.100 Спецификация Секция крепи МКЮ-2У.055/14	
Приложение Б	137
ФЮРА.КМКЮ.2У-055/14.700.300 Спецификация Перекрытие	
Приложение В	138
ФЮРА.КМКЮ.2У-055/14.700.400 Спецификация Шибер	
Приложение Г	139
ФЮРА.КМКЮ.2У-055/14.700.500 Спецификация Домкрат шибера	

ФЮРА.МКЮ.2У-055/14.700.600 Спецификация Секция крепи  
МКЮ-2У.055/14

CD-R

В конверте  
на обороте  
обложки

ФЮРА.МКЮ-2У.055/14.700.00 ПЗ Пояснительная записка.

Файл E:\ДИПЛОМ ПЗ.doc в формате Microsoft Word 2007.

ФЮРА.МКЮ-2У.055/14.700.00 ВО.

Файл E:\ФЮРА.МКЮ-2У.05514.700.00 ВО.cdw в формате Компас  
3-D V16.

ФЮРА.МКЮ-2У.055/14.700.100 ВО.

Файл E:\ФЮРА.МКЮ-2У.05514.700.100 ВО.cdw формате Компас  
3-D V16.

ФЮРА.МКЮ-2У.055/14.700.200 ВО.

Файл E:\ ФЮРА.МКЮ-2У.05514.700.200 ВО формате Компас 3-D  
V16.

ФЮРА.МКЮ-2У.055/14.700.300 СБ.

Файл E:\ ФЮРА.МКЮ-2У.05514.700.300 СБ формате Компас 3-D  
V16.

ФЮРА.МКЮ-2У.055/14.700.400 СБ.

Файл E:\ ФЮРА.МКЮ-2У.05514.700.400 СБ формате Компас 3-D  
V16.

ФЮРА.МКЮ-2У.055/14.700.500 СБ.

Файл E:\ ФЮРА.МКЮ-2У.05514.700.500 СБ формате Компас 3-D  
V16.

ФЮРА.МКЮ-2У.055/14.700.600 СБ.

Файл E:\ ФЮРА.МКЮ-2У.05514.700.600 СБ формате Компас 3-D  
V16.

ФЮРА.МКЮ-2У.055/14.700.700 ВО.

Файл E:\ ФЮРА.МКЮ-2У.05514.700.700 ВО формате Компас 3-D  
V16.

На отдель-  
ных листах

Расположение оборудование в забое. Чертеж общего вида  
ФЮРА.МКЮ-2У.055/14.700.00 ВО

Секция крепи МКЮ-2У.055/14. Чертеж общего вида  
ФЮРА.МКЮ-2У.055/14.700.100 ВО

Увязка секции крепи со стругом и комбайном. Чертеж общего вида  
ФЮРА.МКЮ-2У.055/14.700.200 ВО

Перекрытие. Сборочный чертеж  
ФЮРА.МКЮ-2У.055/14.700.300 СБ

Шибер. Сборочный чертеж  
ФЮРА.МКЮ-2У.055/14.700.400 СБ

Домкрат шибера. Сборочный чертеж  
ФЮРА.МКЮ-2У.055/14.700.500 СБ

Секция крепи линейная МКЮ-2У.055/14. Сборочный чертеж  
ФЮРА.МКЮ-2У.055/14.700.600 СБ

Изучение НДС шибера перекрытия секции крепи. Чертеж общего вида  
ФЮРА.МКЮ-2У.055/14.700.700 ВО

Шток  
ФЮРА.МКЮ-2У.055/14.700.2.701

Карта наладок. Чертеж общего вида  
ФЮРА.МКЮ-2У.055/14.700.2.701-01 ВО

## Введение

Угледобывающая промышленность одна из важнейших отраслей обеспечивающая энергетику, металлургию, химическую промышленность и население топливом и сырьем. Развитие отрасли должно быть нацелено на создание отрасли промышленности по добычи и переработке угля на основе развитие угольного машиностроения.

Переход угольной отрасли на рыночные отношения, требует рентабельной работы ее предприятий. Основной такой работы является высокая производительная и надежная техника, соответствующая горно-геологическим условиям залегания угольных пластов. Многие шахты Кузбасса в настоящее время оснащены очистными механизированными комплексами отечественного производства. Но они по качеству и производительности уступают зарубежным аналогам. Имеет место устойчивая тенденция к использованию импортного оборудования. В результате этих процессов уже сегодня возникла зависимость угледобывающих предприятий от иностранных поставщиков, услуги которых становится все дороже, что отрицательно сказывается и на себестоимости угля. Что бы обеспечить угледобывающие предприятия отечественной высокопроизводительной и надежной техникой, нужно применять новые конструкторские разработки и усилить контроль над производством качественной продукции.

Целью данной выпускной квалификационной работы (ВКР) является совершенствование конструкции бортов перекрытия и ограждения штрековой секции крепи. В ходе выполнения работы проанализированы недостатки в конструкции и предложены новые конструктивные решения.

ВКР является завершающим этапом подготовки горного инженера и представляет собой комплексную задачу, в ходе решения которой студент проявляет все накопленные за период обучения знания и навыки.

## Обзор литературы

При написании данной работы были использованы научная и учебно-методическая литература, статьи в периодических изданиях Российской Федерации. Основными источниками, раскрывающими теоретические основы создания механизированных крепей являются работы авторов Солод В.И., Гетопанов В.И., Рачек В.М. «Проектирование и конструирование горных машин и комплексов», Клишин В.И. «Адаптация крепи механизированных крепей к условиям динамического нагружения», Орлов А.А., Баранов С.Г., Мышляев Б.К. «Крепление и управление кровлей в комплексно-механизированных очистных забоях».



## Объект и методы исследования

В качестве исходных материалов используются результаты прохождения преддипломной практики на ОАО «Юргинский машзавод». Объектом разработки является секция крепи МКЮ-2У.055/14 механизированного очистного комплекса КМКЮ-2У.055/14 выпускаемого ОАО «Юргинский машзавод». Главной задачей проекта является совершенствование конструкции секции крепи МКЮ-2У.055/14 с целью расширения области применения механизированного комплекса. В существующем, в настоящее время, комплексе КМКЮ-2У.055/14 в качестве выемочной машины применяется струг. Диапазон мощности пластов составляет от 0,55 м до 1,4 м. Однако все большее распространение на пластах данной мощности приобретает очистной комбайн. Изменение конструкции секции крепи позволит использовать ее как со струговыми установками, так и с очистными комбайнами. В работе применяются следующие методы:

- метод системного анализа и синтеза технических систем;
- метод математического моделирования взаимодействия геолога с геосредой и взаимодействия элементов трансмиссии геолога;
- аналитические методы расчетов технической механики;
- методы компьютерного моделирования с использованием программных средств SolidWorks 2010;
- метод конечных элементов (МКЭ) с использованием программных средств SolidWorks Simulation 2010.

#### 4.1 Цель экономического расчета

Главная цель экономической расчета это обосновать инженерное решение на основе расчёта себестоимости продукции при заданном объеме производства и капитальном вложении в предлагаемый инженерный проект. Себестоимость продукции определяется как издержки на потребленные средства производства и заработную плату для обеспечения их возмещения процессе воспроизводства продукта. Уровень себестоимости продукции находится в прямой зависимости от роста производительности труда, рационального использования основных фондов, экономии сырья, материалов, топлива, энергии, полуфабрикатов, сокращения непроизводительных расходов, организации производства, качества управления, природных, географических и других факторов. Себестоимость добычи угля из очистного забоя определяется по четырем основным элементам затрат:

- заработная плата;
- материалы;
- амортизация;
- электроэнергия.

Для определения общей себестоимости добычи 1 тонны угля в проекте используем формулу:

$$S_M = \frac{S_{зп} + S_a + S_э + S_M}{M_{мес}} \quad (4.1)$$

где  $S_{з.п.}$  – затраты на заработную плату, руб.;

$S_a$  – затраты на амортизацию, руб.;

$S_э$  – затраты на электроэнергию, руб.;

$S_M$  – затраты на материалы, руб.;

$M_{мес.}$  – вынимаемая масса угля за месяц (месячная добыча), т.

Значение  $M_{мес}$  принимаем по расчетам горной части данного проекта:  $M_{мес}=A_{мес}=40824$  т/мес.

##### 4.1.1. Расчет себестоимости по элементу «Зарботная плата»

Для расчета себестоимости по элементу «Зарботная плата» определяется плановый месячный фонд заработной платы по лаве. Исходными данными для этого являются объем добычи, сдельная расценка, штаты рабочих на основных и вспомогательных работах.

Для определения штата рабочих необходимо рассчитать комплексную норму выработки. В нее включаются работы, выполняемые горнорабочими очистного забоя и машинистами горных выемочных машин, предусмотренные паспортом и планограммой ведения работ.

Нормативная трудоемкость обслуживания комплекса, при средней мощности пласта 1,05 м составляет  $T_n=8$  человек в смену, а норма выработки  $H_b=684$  т/цикл.

Определим коэффициент цикличности по формуле:

$$k_{\text{ц}} = \frac{D_{\text{н}}}{D_{\text{ц}}} = \frac{684}{266,8} = 2,56$$

(4.3)

где  $D_{\text{н}}=684$  т – норма выработки за цикл, т;

$D_{\text{ц}}=226,8$  т – объём добычи в лаве с одного цикла, т.

Тогда нормативная трудоемкость, приведенная к одному циклу равна:

$$n = \frac{8}{k_{\text{ц}}} = \frac{8}{2,56} = 3,125 \text{ ч / смен}$$

в том числе машинист-механик угольного комбайна:

$$n = \frac{1}{k_{\text{ц}}}$$

(4.4)

$$n = \frac{1}{2,56} = 0,39 \text{ ч / смен};$$

Принимаем машиниста–механика угольного комбайна – 1 чел./смену.

Горнорабочий очистного забоя:

$$n_p = n - n_m$$

(4.5)

$$n_p = 8 - 0,39 = 7,61 \text{ ч / смен.}$$

Принимаем ГРОЗ – 7 чел./смену.

Для горнорабочих 5-го разряда при 6-часовом рабочем дне в особо тяжелых условиях тарифная ставка составляет 1056 руб. Для машиниста-механика выемочных машин – 1254 руб. Для горнорабочих ремонтной смены тарифная ставка составляет 781 руб. Эти значения подставляем в соответствующие графы таблицы 4.1.

Заработная плата на цикл по профессиям, видам работ определяется суммированием отдельных затрат.

Таблица 4.1 – Вид работ

Вид работ	Единица измерения	Норма выработки			Объем работ на кл	Потребное количество человеко-смен в сутки	Тарифная ставка, руб.	Сумма заработной платы на цикл, руб.	Сумма заработной платы в месяц, руб.				
		по сборнику		установленная, т									
Выемка угля комплексом:	т	4	68,56	8266,	8,8	38	8						
Машинист горных выемочных машин 6-го разряда	чел						3	4	125	3762	60	1128	
Горнорабочий очистного	чел						21	6	105	2217	6	80	6652
Горнорабочий ремонтной смены	чел						16		781	1249	6	80	3748
Итого:								4		3843		020	1153

Себестоимость 1 т угля по элементу «Заработная плата»:

$$S_{з.п.} = \frac{\sum z_{п}}{M_{мес}}$$

$$S_{з.п.} = \frac{1153020}{40824} = 28,243 \text{ руб / т}$$

#### 4.2 Расчет себестоимости по элементу «Амортизация»

При расчете себестоимости по элементу «Амортизация» сумму амортизационных отчислений определяют по каждому виду применяемого в лаве оборудования.

Запишем все виды и количества применяемого в очистном забое оборудования в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Амортизационные отчисления

Объект	Количество единиц	Цена, тыс.руб.		Транспортные расходы, тыс. руб.	Монтажные затраты, тыс.руб.	Первоначальная стоимость, тыс.руб.	Норма амортизации, %		Месячные амортизационные отчисления, руб.
		За единицу	Общая				годовая	месячная	
Комбайн МВ-410Р	1	34000	34000	1700	3400	39100	36	3	1173000
Крепь МКЮ.2У-055/14	133	4433	589589	29479,45	58958	678026	33,6	2,8	18984728
Конвейер СЗК-190/642	1	28650	28650	1432,5	2865	32947,5	29,4	2,45	988425
Перегрузатель ПС281	1	6000	6000	300	600	6900	28,8	2,4	165600
Дробилка ДР2500РЮ	1	2000	2000	100	200	2300	29,4	2,45	56350
Кабелеукладчик 2КЦЮ	1	637	637	31,85	63,7	732,55	24	2	14600
Маслостанция AZ-5	2	1530	3060	153	306	3519	36	3	105570
Итого:									21488273

Транспортные расходы приняты в размере 5% оптовой цены.

Для очистного комбайна МВ-410Р:

$$T_{p.k} = \frac{34 \cdot 10^6 \cdot 5}{100} = 1700000 \text{ руб}$$

Для крепи МКЮ.2У-055/14 составляют:

$$T_{p.kp} = \frac{589,589 \cdot 10^6 \cdot 5}{100} = 29479450 \text{ руб}$$

Для конвейера СЗК-190/642 составляют:

$$T_{p.kон} = \frac{28,65 \cdot 10^6 \cdot 5}{100} = 1432500 \text{ руб}$$

Для перегружатель ПС281 составляют:

$$T_{p.п} = \frac{6 \cdot 10^6 \cdot 5}{100} = 300000 \text{ руб}$$

Для дробилки ДР2500РЮ составляют:

$$T_{p.др} = \frac{2 \cdot 10^6 \cdot 5}{100} = 100000 \text{ руб}$$

Для кабелеукладчика 2КЦЮ составляют:

$$T_{p.каб} = \frac{0,637 \cdot 10^6 \cdot 5}{100} = 31850 \text{ руб}$$

Для маслостанций составляют:

$$T_{p.мс} = \frac{3,06 \cdot 10^6 \cdot 5}{100} = 153000 \text{ руб}$$

Затраты на монтаж оборудования принимаем в размере 10% оптовой цены.

Для очистного комбайна МВ-410Р:

$$T_{p.k} = \frac{34 \cdot 10^6 \cdot 10}{100} = 3400000 \text{ руб}$$

Для крепи МКЮ.2У-055/14 составляют:

$$T_{p.kp} = \frac{589,589 \cdot 10^6 \cdot 10}{100} = 58958900 \text{ руб}$$

Для конвейера СЗК-190/642 составляют:

$$T_{p.kон} = \frac{28,65 \cdot 10^6 \cdot 5}{100} \cdot 10 = 1432500 \text{ руб}$$

Для перегружатель ПС281 составляют:

$$T_{p.п} = \frac{6 \cdot 10^6 \cdot 10}{100} = 600000 \text{ руб}$$

Для дробилки ДР2500РЮ составляют:

$$T_{p.др} = \frac{2 \cdot 10^6 \cdot 10}{100} = 200000 \text{ руб}$$

Для кабелеукладчика 2КЦЮ составляют:

$$T_{p.каб} = \frac{0,637 \cdot 10^6 \cdot 10}{100} = 63700 \text{ руб}$$

Для маслостанций составляют:

$$T_{p.мс} = \frac{3,06 \cdot 10^6 \cdot 10}{100} = 306000 \text{ руб}$$

Первоначальная стоимость очистного приведенного выше списка оборудования определяется суммированием стоимости с транспортными и монтажными расходами. Амортизационные же отчисления по оборудованию определяются из условия 3% в месяц от первоначальной стоимости. Рассчитанные затраты заносим в таблицу 4.2. По полученным данным определяем себестоимость 1 т угля по амортизации:

$$S_A = \frac{21488273}{40824} = 5253,975 \text{ руб / т}$$

#### 4.3 Расчёт себестоимости угля по элементу «Электроэнергия»

Определение себестоимости угля по элементу «Электроэнергия» производится по двухставочному тарифу и складывается из основной оплаты установленной мощности участкового трансформатора и дополнительной оплаты количества потребляемой электроэнергии.

Для определения стоимости электроэнергии, потребленной в очистном забое за месяц всеми потребителями, необходимо рассчитать расход электроэнергии каждым потребителем согласно таблицы. 4.3.



Таблица 4.3 – Потребление энергии оборудованием

Потребитель энергии	Мощность, кВт		Время работы, ч		Коэффициент загрузки по мощности	Расход электроэнергии, кВт·ч	Тариф за 1 кВт·ч, руб.	Стоимость энергии за месяц, руб.
	одного	общая	За сутки	За месяц				
Комбайн МВ-410Р	220	220	18	540	0,85	100980	3	302940
Конвейер СЗК-190/642	60	240	18	540	0,85	110160	3	330480
Перегружатель ПС281	110	110	18	540	0,9	53460	3	160380
Дробилка ДР2500РЮ	55	110	18	540	1	59400	3	178200
Освещение	3,8	3,8	24	720	1	2736	3	8208
Итого		1773,8						980208

Себестоимость 1 т угля из очистного забоя по элементу «Электроэнергия» составит:

$$S_3 = \frac{980208}{40824} = 24,011 \text{ руб / т}$$

#### 4.4 Расчет себестоимости по элементу «Материалы»

Расчет себестоимости по элементу «Материалы» производится на основании норм расхода материалов, паспортов крепления лавы и, цен на материалы. При этом учитываются расходы по основным видам материалов (крепежным, взрывчатым, смазочным, зубкам, резцам, гибким кабелям, индивидуальной крепи). По принципу включения в себестоимость материалы разбиваются на две группы:

- материалы, себестоимость которых полностью включается в месячную себестоимость угля (лесные, взрывчатые, смазочные, зубки и др.);
- материалы, стоимость которых включается в себестоимость угля частями, по мере их износа (металлические стойки, гибкие кабели, скребковые цепи).

Все виды материалов, расходуемых в очистном забое, представлены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Виды материалов

Материал	Единица измерения	Расход за месяц	Плановая стоимость за единицу, руб.			Общая стоимость материалов, руб
			по оптовым ценам	транспортно-заготовительные расходы	всего	
Масло индустриальное	т	8,3	36000	1080	37080	307764
Солидол «С»	т	3,15	18500	555	19055	60023,25
Эмульсия	т	16,8	7000	210	7210	121128
Резцы Н-90В	шт.	192	800	24	824	237312
Итого						726227,25
Прочие материалы 10%						72622,72
Всего						798850

Расход масла определяем умножением нормы его расхода на 1 т добываемого угля на месячную добычу:

$$P_m = 0,08 \cdot 40824 = 3266 \text{ кг} = 3,3 \text{ т}$$

Аналогично рассчитывается расход эмульсии и солидола:

$$P_s = 0,16 \cdot 40824 = 6,5 \text{ т}$$

$$P_c = 0,03 \cdot 40824 = 1,2 \text{ т}$$

Расход резцов для очистных комбайнов за месяц определяем делением площади, подрубаемой комбайном за месяц, на площадь, подрубаемую одним резцом:

$$P_3 = \frac{S}{S_p} \quad (4.8)$$

$$S = B_{\text{мес}} \cdot L \quad (4.9)$$

где  $S$  – площадь подрубаемая комбайном за месяц,  $\text{м}^2$ ;

$S_p=150 \text{ м}^2$  – площадь, подрубаемая одним резцом с учетом перезаточек;

$B_{\text{мес}}=216 \text{ м}$  – продвижение очистного забоя в месяц, м;

$L=200 \text{ м}$  – длина очистного забоя, м.

$$S = 144 \cdot 200 = 28800 \text{ м}^2$$

$$P_3 = \frac{28800}{150} = 192 \text{ резца}$$

Транспортно-заготовительные расходы составляют 3 % от стоимости материалов, расчеты приведены в таблице 4.4.

Все виды материалов, относимых ко II группе (малоценные инструменты и оборудование), используемых в очистном забое, и их количество в работе записываем в таблица 4.5.

Таблица 4.5 – Материал и малоценный инструмент

Материал и малоценный инструмент	Единица измерения	Количество единиц в работе	Оптовая цена материалов, руб		Транспортно-заготовительные расходы, тыс. руб	Первоначальная стоимость, руб	Остаточная стоимость, руб	Срок службы, мес	Сумма погашения материалов руб/мес
			за единицу	общая					
Цепь конвейера	м	600	1000	600000	180	618000	30000	12	49000
Шланг резиновый	м	400	100	40000	12	41200	2000	12	3267
Гибкий кабель	м	400	400	160000	48	164800	8000	12	13066
Светильник	шт.	170	1000	170000	51	175100	8500	24	694
Пневматический отбойный молоток МО-6К	шт.	2	1650	3300	0,99	3399	165	24	135
Итого									72408

Определяем себестоимость 1 т угля по материалам:

$$S_M = \frac{798850 + 72408}{40824} = 21,342 \text{ руб / т}$$

Общая себестоимость одной тонны угля по найденным элементам, тыс. руб:

$$S_M = \frac{S_{зп} + S_a + S_э + S_M}{M_{мес}}$$

$$S = \frac{1153020 + 21488273 + 980208 + 871258}{40824} = \frac{24492759}{40824} = 599,96 \text{ руб / т}$$

Удельный вес отдельных затрат по элементам приведен в таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Удельный вес отдельных затрат.

Элементы затрат	Сумма затрат на месяц, руб.	Себестоимость 1 т. угля, руб.	Удельный вес элемен- та, %.
Заработная плата	1153020	28,243	4,7
Амортизация	21488273	525,975	87,7
Электроэнергия	980208	24,011	4
Материалы	871258	21,342	3,6
Итого	24311401	599,571	100

#### 4.5 Определение годового экономического эффекта от внедрения изменения секции

Проектный анализ возможностей работы модернизированной крепи показал, что годовой объем добычи угля может увеличиться на 3,5% или на 4408,992 т. Капитальные затраты на производство промежуточной секции крепи 2216500 руб.

$$Q = 104976 \cdot 12 \cdot 0,035 = 4408,992 \text{ т}$$

Дополнительный доход лавы от добытого угля в год составит

$$Д = 4408,992 \cdot 233,21 = 1028221 \text{ руб}$$

Экономический эффект в год составит:

$$Э = 1028221 - 2216500 = 806571 \text{ руб/год}$$

Срок окупаемости затрат на промежуточную секцию составит

$$T_{ок} = Э/Д = 2216500/806571 = 1,27 \text{ года или } 14,29 \text{ мес.}$$

Таким образом, предлагаемое техническое решение является экономически выгодным и быстрокупаемым, что может позволить использовать данное решение в шахтах и горнодобывающей отрасли в целом.

## 5.1. Анализ условий работы лавы

В данной выпускной квалификационной работе была модернизирована конструкция механизированной крепи, входящей в состав комплекса КМКЮ.2У-055/14. В качестве исходных данных для данного раздела ВКР используем данные из Горной части:

- выемочная мощность пласта 0,75...1,35 м;
- угол падения пласта вдоль столба 0...5°;
- угол падения пласта вдоль лавы 5...20°;
- длина лавы 200 м;
- глубина залегания 80...100 м;
- категория шахты по газу – II. Относительная газообильность составляет 8 м<sup>3</sup>/т;
- способ управления кровлей – полное обрушение.

## 5.2. Анализ аварий, травматизма и профессиональных заболеваний

Основными причинами возникновения аварий в шахтах являются: пожар, взрыв метана или пыли, выброс газа, горный удар, прорыв воды, обрушение (завал), остановка главного вентилятора более чем на 30 мин. Для ведения профилактических работ, быстрой ликвидации аварий и спасения людей на всех действующих и строящихся шахтах составляется план ликвидации аварий. Ознакомление рабочих с правилами поведения при авариях производит начальник участка. Широкое применение механизированных комплексов позволяет в значительной мере повысить безопасность труда.

По видам машин в механизированных комплексах травматизм распределяется следующим образом: на комбайнах происходит примерно 34%, на скребковых конвейерах 27%, на механизированных крепях 23% и на других машинах 16% несчастных случаев.

Первоочередной задачей при возникновении аварии является спасение.

В случае возникновения опасности аварии, угрозы травм работающих рабочих обязан немедленно сообщить об этом товарищам по работе, сменному инженерно–техническому работнику или по телефону горному диспетчеру. До прибытия горноспасательного подразделения следует принять меры по ликвидации опасности. Если своими силами и имеющимися средствами безопасности для жизни невозможно ликвидировать аварию, необходимо немедленно прекратить работу и уйти с аварийного участка.

Все лица технического надзора и рабочие шахты обязаны твердо усвоить следующие основные правила поведения при авариях:

- при пожаре или взрыве газа и угольной пыли. Первичным признаком пожара является дым. При обнаружении дыма необходимо включиться в само спасатель и двигаться по ходу вентиляционной струи к ближайшим выработкам со свежей струей воздуха, к запасным выходам. Изменение направления вентиляционной струи свидетельствует о том, что пожар произошел в основных воздухоподающих выработках и произведено общешахтное реверсирование струи. В этом случае движение навстречу реверсированной струе воздуха необходимо продолжать до ствола (штольни);

- при обнаружении очага пожара со стороны свежей струи необходимо включиться в самоспасатель и начать тушение первичными средствами пожаротушения. При горении электрической аппаратуры предварительно обесточить ее;

- при пожаре в забое тупиковой выработки включиться в само спасатель и начать тушение. Если невозможно потушить пожар имеющимися средствами, следует выходить из тупиковой выработки на свежую струю и отключить электроэнергию.

- при пожаре в тупиковой выработке на некотором расстоянии от забоя, в котором находятся люди, необходимо включиться в само спасатель и попытаться перейти через очаг возгорания, далее принять меры по тушению. Если перейти через очаг невозможно или потушить его не удалось, то необходимо отойти от очага, подготовить необходимые материалы для возведения перемы-

чек. Как только подача по вентиляционным трубам прекратится, следует установить две или три перемычки, отойти к забою и ждать прихода горноспасателей, либо, если есть возможность, выходить на поверхность. Средства защиты органов дыхания от дыма находятся в пунктах вспомогательной горной службы (ВГС). Необходимо знать, что срок действия самоспасателя 60 мин. при условии, что объемная доля окиси углерода в шахтной атмосфере не более 1%, а кислорода не менее 17%;

- при внезапном выбросе угля, породы или газа необходимо включиться в изолирующийся самоспасатель, выходить кратчайшим путем на свежую струю и отключить электроаппаратуру в зоне выброса. В случае, если пути выхода перекрыты, то необходимо включиться в самоспасатель и попытаться разобрать завал. Если это не представляется возможным, то следует ждать прихода горноспасателей. Для предотвращения взрыва запрещается пользоваться переключателями электрических аппаратов;

- при обрушении породы и возникновении завала люди, не застигнутые обрушением, должны принять меры по освобождению пострадавших, находящихся под завалом. В случае, когда это невозможно, ждать прихода горноспасателей, периодически подавая сигналы постукиванием по кровле, по металлическим трубам, рельсам. При обрушении в подготовительных выработках число ударов должно соответствовать числу людей, находящихся за обрушением;

- в случае, когда застигнутые обрушением люди находятся в тупиковой части, необходимо рассоединить трубопровод и установить в 5...10 м от завала парусную перемычку для предотвращения поступления метана, при обрушении люди, находящиеся со стороны свежей струи приступают к ликвидации аварии.

- при загазировании или остановке главного вентилятора более чем на 30 мин. необходимо включиться в самоспасатель, выйти из загазированных выработок, отключить электроэнергию и поставить знак, запрещающий вход в выработку;

- при затоплении водой необходимо взять самоспасатель и выходить на выше лежащий горизонт (либо на поверхность) по ближайшим выработкам или

к стволу по ходу движения воды.

От своевременного оказания медицинской помощи пострадавшему зависит исход травмы, а иногда и жизнь. Поэтому все подземные трудящиеся должны быть обучены оказанию первой медицинской помощи. О каждом случае травмирования пострадавший или его товарищи обязаны сообщить сменному инженерно–техническому работнику.

### 5.3 Опасные и вредные производственные факторы

Условия труда в шахтах характеризуются следующими неблагоприятными факторами – сила тяжести, газовыделение из горных пород, обводненность, недостаток освещенности, стесненность рабочего пространства, работа машин и механизмов, шум, запыленность воздуха, взрывные работы, электрический ток.

Сила тяжести вызывает обрушение пород кровли и забоя, пучения пород почвы, что вызывает опасность травмирования людей, пучение уменьшает рабочее пространство, что может привести к авариям и травмам. Горное давление может также спровоцировать внезапный выброс горной породы и газа или горный удар. Для предупреждения неблагоприятного воздействия горного давления выработку крепят и частично разрушают горный массив.

Газовыделение из горных пород происходит в горные выработки. Выделение газов может привести к изменениям состава воздуха взрывчатыми или ядовитыми газами, вытеснение кислорода, взрыву. Предупреждение этих явлений производят эффективной вентиляцией, а также дегазацией горного массива.

Обводненность выработок обычно сопутствует разработке обводненных месторождений. Иногда она является причиной аварийного поступления воды из подземных и поверхностных водоемов, а также атмосферных осадков. Умеренная и обильная обводненность вредна для работающих, также затрудняет ведение технологических процессов. Аварийная обводненность (затопление)



опасна. Для борьбы с обводненностью выработку проводят с уклоном, способствующим отводу воды от мест ведения работ. Также воду удаляют специальными насосами.

Недостаток освещенности является результатом отсутствия солнечного света. Это требует постоянного применения искусственного освещения, интенсивность которого ниже естественного. Неблагоприятное воздействие этого фактора может вызвать как заболевание органов зрения, так и несчастные случаи.

Стесненность рабочего пространства выработок обусловлена требованиями поддержания кровли – чем меньше поперечное сечение выработки, тем легче ее поддерживать. Стесненность рабочего пространства затрудняет движение рабочих, увеличивает вероятность опасного соприкосновения с работающим оборудованием, способствует нахождению человека в условиях повышенного шума и запыленности. В стесненных выработках скорость движения воздуха высокая, что может приводить к взметыванию осевшей пыли и мелких фракций угля и их травмирующего воздействия на органы зрения.

Работающими механизмами на угольной шахте в очистной выработке является очистной комбайн в комплексе с механизированной крепью, возможна также работа оборудования по обурированию забоя для увлажнения угольного массива с целью борьбы с пылью. Все эти механизмы имеют открытые движущие части, соприкосновение человека с которыми может привести к травме.

Шум и запыленность являются результатом работы машин и механизмов. Для борьбы с шумом на редуктор комбайна устанавливают шумопоглощающий кожух. Для борьбы с пылью используют различные оросительные системы, установленные на комбайне и крепях, а также применяют такую организацию работ, при которой рабочие места людей омываются свежей струей воздуха.

Взрывные работы являются весьма опасными, опасность заключается в воздействии разлетающихся кусков породы, взрывной волны, возможности воспламенения газов, кроме того требуется осторожное обращение со взрывча-

тыми материалами. Вредность взрывных работ определяется образованием значительных количеств ядовитых газов. Для исключения опасных и вредных факторов воздействия взрывных работ работающих удаляют от места взрыва, а перед их возвращением производят эффективную вентиляцию выработки.

Электрический ток – основной вид энергии, используемый в очистной выработке. Опасность использования тока увеличивается в связи с малым электрическим сопротивлением окружающей среды (это усиливает опасность поражения человека), более быстрым износом изоляций электрокабелей передвижных машин, сложностью их заземления, возможностью воспламенения окружающей среды при неисправностях электрооборудования. Предупреждение опасного действия электрического тока на человека и окружающую среду в шахте достигается применением целой системы электрической защиты, в которую входят, в частности, специальные требования к изоляции, ограничения напряжения, система заземления, применение при необходимости взрывозащищенного электрооборудования и др.

#### 5.4 Управление охраной труда

##### 5.4.1 Мероприятия по борьбе с пылью.

Основным неблагоприятным профессиональным фактором в угольных шахтах является пыль. Пылеобразование происходит при всех основных процессах. Степень пылеобразования зависит от горно-геологических условий, водообильности шахты, способа выемки и транспортировки угля. Установлено, что на крепких углях пыли образуется больше, чем на мягких. Уровень пылеобразования ниже при добыче мягкого угля. Концентрация пыли в зоне работы машинистов комбайнов и машинистов крепи очистных комплексов при отсутствии средств борьбы с пылью достигает сотен миллиграмм на кубический метр воздуха. При движении комбайна по ходу вентиляционной струи запыленность в 1,5.. .2,2 раза выше, чем при движении против струи. При работе с типовыми оросительными устройствами концентрация пыли на рабочих местах

уменьшается в 2,5...3 раза, но превышают предельно допустимые концентрации. Наиболее значительное снижение запыленности достигается при использовании механогидравлической выемки. Запыленность в пределах 2...2,5 мг/м. Сугубо гидравлический способ добычи обеспечивает устойчивое и эффективное снижение уровня запыленности до концентрации 1...3 мг/м<sup>3</sup>. Пыль образуется при угледобыче, характеризуется высокой степенью дисперсности: частицы размером до 5 мкм составляют 75% и более от всего количества пылинок.

Меры борьбы с пылью в шахте осуществляются во всех местах пылеобразования. В настоящее время характерной особенностью борьбы с пылью является комплексное обеспыливание. Современный комплекс обеспыливающих мероприятий основан на использовании гидрообеспыливания, сухого пылеподавления и эффективного проветривания. Он включает предварительное увлажнение угольного массива, орошение, распыление воды. Увлажнения достаточно при влажности угля 1,5...3%. При орошении происходит связывание пыли в отбитой горной массе и осаждение взвешенной пыли водой с помощью оросителей или форсунок.

Эффективность пылеподавления при орошении составляет 60...85%. При работе следует подавать непосредственно в место разрушения угля равномерно по всему фронту разрушения с дополнительным осаждением пыли, перешедшей во взвешенное состояние. В тех случаях, когда комплексы технологических и санитарно-технических средств борьбы с пылью не обеспечивают должной защиты от запыленности на рабочих местах или когда необходимо кратковременное пребывание людей в среде с высокой запыленностью применяются средства индивидуальной защиты – противопылевые респираторы «Лепесток–5», «Лепесток–200», «Астра–2», Ф62Ш, У–2К. Респираторы «Лепесток–5» и «Астра–2» используются в условиях отрицательных температур.

#### 5.4.2 Мероприятия по борьбе с газом.

Рудничная атмосфера характеризуется повышенным содержанием углекислоты, может содержать окись углерода, окислы азота, метан, сероводород, сернистый газ. Следовательно, при накоплении в воздухе вышеперечисленных

газов содержание кислорода уменьшается. Предупреждение вредного действия на работающих шахтных и взрывных газов, создание нормальных микроклиматических условий достигнуто за счет рационально организованной вентиляции: подача в шахту свежего воздуха, удаление воздуха, загрязненного вредными примесями, при помощи механической вентиляции. Вентиляторы имеют реверс: всасывание и нагнетание.

Контроль содержания метана в газовых шахтах необходимо осуществлять во всех выработках, где обнаружен ил и может выделяться этот газ. Места и периодичность контроля устанавливает начальник участка вентиляции и техники безопасности (ВТБ) и утверждает главный инженер шахты. Периодичность контроля зависит от категории шахты.

На шахтах I и II категории у забоев действующих тупиковых выработок, в исходящих вентиляционных струях тупиковых и очистных выработок и выемочных участков при отсутствии автоматического контроля замеры содержания метана нужно осуществлять не менее двух раз в смену.

Одной из эффективных мер борьбы с горючими газами является деятельная вентиляция. Вентиляция должна быть организована т.о., чтобы в газовых выработках содержание метана и других горючих газов не превышало установленных правилами безопасности концентраций, а количество воздуха, проходящего по выработкам, отвечало расчетным значениям. Замеры количества воздуха на шахтах I и II категорий по газу осуществляют один раз в месяц. В зависимости от расположения вентиляционного ствола применяется центральное и диагональное проветривание. В первом случае приток наружного воздуха осуществляется через главный, а вытяжка – через вентиляционные стволы по центру шахтного поля. При диагональном проветривании расположение вентиляционных стволов у границы шахтного поля обуславливает отсутствие обратного движения воздуха к центру шахтного поля и повышает качество вентилирования. Проветривание тупиковых выработок осуществляется нагнетанием свежего воздуха и отсасыванием загрязненного. Скорость вентиляционной струи не более 8 м/с на пути движения и не более 4 м/с на рабочих местах.

### 5.4.3 Мероприятия по электробезопасности.

Основными причинами несчастных случаев, которые происходят с людьми, не связанными непосредственно с работой электрооборудования, является: эксплуатация неисправного электрооборудования без защитного заземления и с отключенной защитой от опасных токов утечки на землю, нарушение изоляции кабелей и проводов, ведение работ вблизи неотключенного и неизолированного контактного провода, использование нестандартной обогревательной аппаратуры и др. Наиболее длительно допустимым током, проходящим через человека при случайном прикосновении к токоведущим частям, следует принимать ток не более 6 мА.

Опасность поражения электрическим током и его возможная тяжесть зависит от номинального напряжения. По напряжению различают электроустановки напряжением до 1000 В (в угольных шахтах до 1140 В) и выше 1000 В.

Организация системы электрозащиты в шахтах включает в себя два основных направления:

- организационно–технические мероприятия, направленные на подготовку рабочего места и обучение обслуживающего персонала.
- выполнение технических мероприятий, обеспечивающих в соответствии с правилами безопасности (ПБ) требуемое сопротивление изоляции, защитное отключение, заземление, защиту в аварийных режимах и от случайного прикосновения к токоведущим частям.

Защитное отключение электроустановок в шахтах осуществляют при помощи реле утечки. Такие реле предназначены для предотвращения электротравматизма людей и могут быть одновременно использоваться для предотвращения аварий, связанных с возникновением пожаров и взрывов рудничной атмосферы от электрического тока. Общее время отключения сети согласно ПБ не должно превышать 0,2 с.

Защитное заземление необходимо для предотвращения опасности поражения при прикосновении человека к корпусу электрооборудования, которое может оказаться под напряжением используется защитное заземление. Глав-

ные заземлители располагаются в разных местах (один в зумпфе шахтного ствола, второй в водосборнике главного водоотлива). Местные заземлители устраивают в штрековых водоотливных канавках (в гидрошахтах в качестве заземлителей используют металлические желоба самотечного гидротранспорта).

Для защиты в аварийных и перегрузочных режимах разработаны блоки максимальной токовой защиты на базе полупроводниковых приборов, предназначенные для встройки в шахтную аппаратуру напряжением до 1140 В. Блоки универсальной максимальной защиты (УМЗ) встраивают в шахтные пускатели, станции управления и другие аппараты низкого напряжения, а блоки полупроводниковой максимальной защиты (ПМЗ) – в автоматические выключатели новой серии АВ.

Защита от прикосновения к токоведущим частям осуществляется путем сохранения безопасного расстояния, на котором могут подходить люди или можно приближать применяемые ими инструменты, нормируется в зависимости от напряжения и вида оборудования. Так при напряжении до 1000 В расстояние от людей или применяемых ими инструментов до токоведущих частей должно быть не менее 0,6 м, а расстояние до механизмов и машин – не менее 1 м.

#### 5.4.4 Мероприятия по борьбе с шумом и вибрацией.

Основными источниками шума в шахтах являются машины и механизмы, ручные механизированные инструменты, подземный транспорт. Современные угольные комбайны при работе генерируют шум с уровнем интенсивности 100... 105 дБ (шум широкополосный с максимумом энергии в диапазоне СЧ и ВЧ от 500 до 2000 Гц). При работе отбойных молотков шум составляет 90...95 дБ с преобладанием частот от 50 до 2300 Гц. Шум перфораторов может достигать 110 дБ и более.

Мероприятия по ограничению шума и вибрации на угольных шахтах предусмотрены, как при конструировании машин и оборудования, так и при их эксплуатации в соответствии с действующими санитарными нормативами и

правилами. Агрегаты, генерирующие интенсивный шум, имеют ограждающие конструкции со звукоизоляцией.

Снижение интенсивности шума на рабочих местах достигается оборудованием звукопоглощающих кожухов на редукторах и других источниках шума, устройством звукоизолированных кабин в помещениях с интенсивным шумом, применением дистанционных методов управления. Лица, занятые на работах, связанных с интенсивным шумом, обеспечены индивидуальными средствами защиты (антифонами, заглушками).

В целях предупреждения вредного действия пневматические перфораторы, колонковые сверла оборудованы виброгасящими приспособлениями (виброгасящие каретки КВ–1, КВС–1 и др.). Контакт с ручными механизированными инструментами не должен превышать  $2/3$  рабочего дня. Рекомендуется соблюдение рационального режима труда и отдыха, что и выполняется согласно «Положения о режиме труда работников виброопасных профессий». Рабочие, имеющие контакт с виброинструментами, обеспечиваются специальными рукавицами из виброгасящих материалов (поролон и др.).

#### 5.4.5 Освещение горных выработок.

Свет оказывает существенное влияние на условия труда. Человек через зрительное восприятие окружающего пространства получает около 90% информации. Качество поступления информации зависит от освещения рабочего пространства. При недостаточном освещении человек теряет ориентацию среди машин и оборудования, неадекватно воспринимает изменившиеся условия труда в рабочей зоне, что повышает опасность травмирования. Освещение рабочих мест должно быть достаточным и соответствовать СНиП 23.05.95 «Естественное и искусственное освещение». На рабочих местах горных выработок применяется искусственное освещение стационарными светильниками с лампами накаливания или люминесцентными светильниками питаемыми от электрической сети 36 В, и переносимыми светильниками, применяют также индивидуальные светильники различных типов. Все комбайны, породопогрузочные машины, снабжаются самостоятельными местными светильника-

ми, обеспечивающими освещение рабочих мест или рабочих органов.

Для местного освещения рабочей зоны лампами накаливания применяются светильники повышенной надежности – РП–60, РП–200 «Для освещения подготовительных выработок, штреков, погрузочных пунктов, людских ходков, машинных камер применяют люминесцентные светильники типа ДС, БС, ТБ. Для устранения блескости ламп накаливания используют колпаки светильников с рассеивающим стеклом. В протяженных выработках (штреках) целесообразно размещать светильники по оси выработки, так как при этом увеличивается различимость объектов. СНиП II–4–79 регламентирует следующие нормы расположения осветительных приборов: в штреке, где эксплуатируется крепь, при сечении штрека до 10 м<sup>2</sup> применяются лампы накаливания 40 Вт, подвешенные на высоте до 2,5 м, на расстоянии не более 6 м друг от друга. Каждая секция крепи снабжается лампами накаливания мощностью 15 Вт, в количестве 2-х штук на каждую секцию. Монтажные и прочие камеры с сечением до 70 м<sup>2</sup> освещаются лампами в 150 Вт, которые развешиваются на расстоянии не более 3-х м друг от друга. Стволы шахты при эксплуатации снабжаются лампами накаливания мощностью 40 Вт, развешенные на расстоянии не более 3-х м друг от друга. Сама крепь сопряжения снабжена подвесным светильником для освещения пульта управления крепью, также крепь оснащается звуковым сигналом, оповещающим о начале перемещения головки привода лавного конвейера.

В качестве индивидуального источника света в шахтах применяются головные аккумуляторные шахтные светильники типа «Кузбасс», с герметичными батареями СГГ–3.

Нормы освещенности рабочих мест и горных выработок определены правилами безопасности для каждого конкретного участка шахты. Норма освещенности для рабочих мест и выработок составляет 10 лк, при этом не наблюдается утомление рабочих в течение смены. В местах, где люди находятся кратковременно, только во время передвижения и к месту работы (откаточные выработки, людские ходки и т.д.) минимальный уровень освещенности допускается 1 лк.



При строительстве тоннелей и других подземных сооружений все выработки освещаются лампами с питанием от сети не более 36 В, для сырых выработок и тоннелей с незачеканенной металлической обделкой также не более 36 В. Напряжение в сети освещения для сухих выработок не более 127 В, для законченных сухих тоннелей не более 220 В при подвеске светильника не ниже 2,5 м. Напряжение переносных ламп должно быть 12 В. Аварийное освещение должно быть смонтировано в стволе, околоствольном дворе, в камере главного водоотлива, электрокамерах, а также местах пересечения выработок, тоннелей и в выработках большой протяженностью. Аварийное освещение должно иметь независимое от главной сети питание.

Для шахт опасных по взрыву газа или пыли применяют бронированные кабели в свинцовой или поливинилхлоридной оболочке, а также гибкие кабели. В виду наличия разветвленной сети электрических кабелей, существуют и распределительные щиты, корпуса которых подлежат заземлению. Защитное заземление осуществляется заземляющим устройством малого сопротивления, в состав которого входят несколько заземляющих электродов. Общее сопротивление сети заземления в угольных шахтах Кузбасса не должно превышать 2 Ом. В подземных выработках защитному заземлению подлежат также корпуса всех электрических машин и аппаратов, металлические оболочки и арматуры кабелей, трубопроводы, рельсы и сигнальные тросы.

#### 5.4.6 Обрушение горных выработок.

При ведении очистных работ должна обеспечиваться защита рабочего пространства от обрушения горных пород. При выборе механизированной крепи КМКЮ.2У-01 учтены особенности строения кровли и почвы, глубина залегания. Поэтому крепь имеет следующие параметры: коэффициент затяжки кровли – 0,9; удельное сопротивление – 600...800 кН/м; имеет активный подпор при передвижке секции; имеет безопасные двойные проходы для рабочих.

#### 5.4.7 Противопожарные мероприятия.

Так как разрабатываемый пласт склонен к самовозгоранию, его отработ-

ка осуществляется в соответствии с Инструкцией по предупреждению и тушению эндогенных пожаров в шахтах Кузбасса.

Для геологических и горнотехнических условий конкретной шахты необходимы мероприятия по противопожарной профилактике, которые должны соответствовать требованиям «Инструкции по противопожарной защите угольных шахт». Для предотвращения возникновения, локализации и ликвидации пожаров на проектируемой шахте составляется план ликвидации аварий. В плане ликвидации аварий предусматриваются мероприятия по спасению людей, застигнутых пожаром в шахте, по ликвидации пожара в начальной стадии и предупреждению его развития.

В забоях подготовительных выработок через каждые 300 м, в выработках с горючей крепью через 100 м, должны располагаться по два огнетушителя и 0,2 м песка или инертной пыли. Снижение пожарной опасности в горных выработках обеспечивается следующими мероприятиями:

- прокладка противопожарно–оросительных сетей в горных выработках;
- обеспечение пожарных узлов шахты средствами пожаротушения;
- для быстрой доставки средств пожаротушения организуется специальный поезд.

Сланцевые заслоны представляют собой ряд опрокидывающихся полок, устанавливаемых под кровлей поперек выработки. Назначение заслонов сланцевого и водяного – остановить взрывную волну и погасить горение пыли. Это достигается мгновенным увеличением зольности или влажности при опрокидывании заслонов взрывной волной и охлаждением газопылевого облака. Ширина полок сланцевого заслона, при жесткой конструкции не менее 250 мм и не более 500 мм, а при свободно лежащем настиле – не более 1000 мм. На эти полки насыпается сланец. Полки должны иметь буртики высотой не более 80 мм. Свободно лежащий настил чаще применяют в выработках с металлической арочной или бетонной крепью при площади поперечного сечения штрека более 7 м<sup>2</sup>. Расстояние между кровлей выработки и верхней поверхностью сланца (инертной пыли) должно быть не менее 100 мм и не более 300 мм. Расстояние

между полками заслона не должно быть одинаковым, но не менее ширины полки. Количество инертной пыли в заслоне определяют из расчета 400 кг на 1 м<sup>2</sup> площади поперечного сечения выработки в свету, в месте установки заслона.

Водяной заслон устраивают из ряда опрокидывающихся сосудов вместимостью не более 80 л каждый. Сосуды устанавливают на продольных или поперечных рейках. Сосуды устанавливают на равном расстоянии друг от друга, но не менее чем через 0,5 м. Общая длина заслона должна быть не менее 30 м. Количество воды в заслоне принимается из расчета 400 л на 1 м<sup>2</sup> площади поперечного сечения выработки. Водяные заслоны устанавливают на расстоянии не менее 75 м от возможного места взрыва.

### 5.5 Охрана земной поверхности

В связи с огромными масштабами современного горного производства, которое увеличивает расход и загрязнение природных ресурсов, все более актуальной становится проблема защиты окружающей среды от воздействия горных работ. Решить ее можно, лишь применяя рациональную горную технологию. Современная технология добычи полезных ископаемых должна отвечать экологическим критериям эффективности освоения природных ресурсов. К примеру, наибольшее разрушение земной поверхности в Кузбассе является следствием подземных разработок, т.е. выемка полезных ископаемых сопровождается обрушением вышележащих пород, деформацией земной поверхности, расположением на поверхности отвалов пород, выдаваемых из горных выработок. Комплекс работ, направленный на восстановление продуктивности и народнохозяйственной ценности нарушаемых земель, разделяют на два типа:

- техническая рекультивация;
- биологическая рекультивация.

Техническая рекультивация заключается в подготовке земель для последующего целевого использования в народном хозяйстве. Биологическая рекультивация заключается в озеленении и закреплении дернового слоя почв

нарушенной поверхности.

## 5.6 Охрана водной поверхности

Охрана водной поверхности является одним из важнейших направлений охраны окружающей среды. Основным критерием оценки загрязненности является предельно допустимая концентрация (ПДК) вредного вещества в миллиграммах на литр.

Основными направлениями в охране водных ресурсов от загрязнения сточными водами являются: сокращение водопритоков в горные выработки, очистка сточных вод, снижение загрязненности вод в подземных горных выработках, максимальное использование сточных шахтных вод для технического водоснабжения предприятий, внедрение оборотных систем производственного водоснабжения предприятий. Заметную роль в создании эффективной системы охраны водных ресурсов играет организационно–технические мероприятия: запрещение ввода в эксплуатацию новых горных мероприятий без очистных мероприятий, строгое выполнение условий спуска шахтных вод в водяные объекты, нормирование расхода воды, повышение производственной экологической культуры. Источник шахтных вод – подземные воды, которые, в свою очередь, возникают из поверхностных вод и атмосферных осадков. Поэтому мероприятия по сокращению водопритоков в горные выработки производятся не только в подземных условиях, но и на поверхности, как до начала разработки мероприятий, так и в процессе эксплуатации шахт. Чтобы предотвратить проникновение поверхностных вод в горные выработки необходимо правильно располагать и ограждать их устье и выходы на поверхность, устранять возможность попадания воды на площади, затронутые сдвигами горных пород, исключать попадание воды в выработки через скважины с поверхности.

Методы очистки загрязненных вод основываются на физических, химических и биологических процессах:

- осветление воды достигается отстаиванием и фильтрацией;

- нейтрализация воды (использование установок Дон-3, Дон-4);
- озонирование.

### 5.7 Охрана воздушной среды

Также одним из основных направлений охраны окружающей среды является охрана воздушного бассейна. Одним из важнейших мероприятий по его охране является нормирование допустимых выбросов вредных веществ в атмосферу, при этом устанавливаются предельно допустимые выбросы (ПДВ). Основными критериями качества атмосферного воздуха при установлении ПДВ являются предельно допустимые количества (ПДК) вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест в миллиграммах на кубический метр.

Для защиты воздушной среды от загрязнения осуществляются следующие мероприятия:

- дегазация угольных пластов посредством пробуриваемых с поверхности скважин, с последующей откачкой свободного метана;
- проведение мероприятий по обеспыливанию рудничного воздуха.

## Заключение

Выпускная квалификационная работа на тему: «Механизация очистных работ на базе механизированного комплекса МКЮ-2У.055/14. Совершенствование конструкции секции крепи МКЮ-2У.055/14» выполнена в соответствии с техническим заданием, и содержит пять основных разделов: горную часть, специальную часть, технологическую часть, безопасность жизнедеятельности, а также часть экономическую часть.

В горной части в соответствии с горно-геологическими условиями был выбран механизированный очистной комплекс КМКЮ-2У.055/14, а также забойное оборудование комплексно-механизированного забоя: механизированная крепь МКЮ-2У.055/14, очистной комбайн МВ-410Р, кабелеукладчик 2КЦЮ, конвейер шахтный скребковый СЗК-190/642, дробилка ДР2500РЮ, а также произведена увязка конструктивных и режимных параметров данных машин.

Основные результаты ВКР представлены в специальной части, в которой была усовершенствована конструкция секции крепи. В связи с необходимостью расширения области применения рассматриваемой в данной ВКР крепи была изменена конструкция верхняка крепи. Во вновь спроектированной конструкции верхняка цельный верхняк заменен на раздвигающийся с помощью двух гидродомкратов верхняк с шибером. Был произведен расчет примененных гидродомкратов, а также использован метод конечных элементов при расчете шибера верхняка с использованием программы SolidWorks Simulation.

В технологической части работы был разработан технологический процесс механической обработки детали «Шток», входящей в состав гидродомкрата. В ходе разработки технологического процесса был выбран способ получения заготовки, составлен маршрутный технологический процесс, выбрано оборудование и средства технологического оснащения.

В экономической части была рассчитана себестоимость получения 1

тонны угля с учетом затрат на заработную плату, амортизацию оборудования, расходов на электроэнергию и материалы.

В разделе «Социальная ответственность» были рассмотрены мероприятия по локализации взрывов и очагов шахтных пожаров.

В ходе выполнения ВКР были использованы все знания и навыки, полученные за период обучения, широко использовалась справочная литература и компьютерная техника. При выполнении пояснительной записки использовалось приложение Microsoft Word 2003, графическая часть и приложение к пояснительной записке выполнены в графическом редакторе Компас 3–D V16.

## Список использованных источников

- 1 Основы горного дела: Практикум для студентов/ А.П. Андрианов, М.С. Ваганов, С.С. Квон, К.А. Филимонов, О.П. Егоров; Под. ред. И.В.Егорова; Гос. учреждение Кузбас. гос. техн. ун-т.-Кемерово, 2002.- 116 с.
- 2 Машины и оборудование для шахт и рудников: Справочник /С.Х. Клорикьян, В.В. Старичнев, М.А. Сребный и др. — 7-е изд., репринтн., с матриц 5-го изд. (1994 г.). — М.-Издательство Московского государственного горного университета, 2002- — 471 с.
- 3 Преддипломная практика: Программа и методические указания по преддипломной практике студентов специальности 150402 «Горные машины и оборудование» очной и очно–заочной форм обучения. – Юрга: ИПЛ ЮТИ ТПУ, 2006. – 16 с.
- 4 Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. Т. 1 – 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2001. – 920 с.
- 5 Гаврилов А.М. Методическое обеспечение вопросов стандартизации в курсовом проектировании // Стандартизация в учебном процессе вузов: Межвуз. сб. научных трудов. – М.: ВЗМИ. 1984. – с. 54-56.
- 6 Федько В.Т Учебное пособие // Дуговая сварка плавлением: Издательство ТПУ, Томск.
- 7 Клишин В.И Адаптация крепи механизированных крепей к условиям динамического нагружения. – Новосибирск: Наука, 2002.-200с.
- 8 Солод В.И., Гетопанов В.И., Рачек В.М. Проектирование и конструирование горных машин и комплексов. Учебное пособие для вузов.-М., Недра, 1982, 350с.
- 9 Пархоменко А.И., Остапенко И.М., Митько И.М Справочник механика угольной шахты // М., Недра, 1985. 448 с.
- 10 Александров Б.А., Кожухов Л.Ф. Горные машины и оборудование подземных разработок: учебное пособие для курсового и дипломного проек-



тирования. – Кемерово.: Изд-во КузГТУ, 2006. – 114 с.

11 Жданова О.Н. Методические указания к выполнению экономической части дипломного проекта. – ИПЛ ЮТИ ТПУ, 2007. – 16 с

12 Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. В 3-х частях. Часть 1 и 2. – М.: Машиностроение, 1974. – 200 с.

13 Балабанов А.Н. Краткий справочник технолога машиностроителя. – М: Издательство стандартов, 1992 – 464 с.

14 Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительное для технического нормирования станочных работ. – М.: Машиностроение, 1974. – 422 с.

15 ГОСТ 28597-80. Крепи механизированные для лав. Основные параметры. Общие технические требования. – М.: Издательство стандартов.

16 Орлов А.А., Баранов С.Г., Мышляев Б.К., Крепление и управление кровлей в комплексно-механизированных очистных забоях. – М.: Недра. 1993. – 284 с.

17 Требования к оформлению выпускных квалификационных работ: Методические указания по оформлению выпускных квалификационных работ для студентов специальности 150402 «Горные машины и оборудование» дневной формы обучения. – Юрга: ИПЛ ЮТИ ТПУ, 2006. – 64 с.

18 Правила безопасности в угольных и сланцевых шахтах. – М.: Недра, 1986. – 447 с.

19 СТО ТПУ 2.5.01-2006. Работы выпускные квалификационные, проекты и работы курсовые. – Взамен СТП ТПУ 2.5.01–99. – Томск.: Изд-во ТПУ, 2006. – 60 с.

20 Косилова А.Г. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах. Т. 2. – М.: Машиностроение, 1985. – 596 с.

21 Сафохин С.А. Горные машины и оборудование. Учебник для вузов. – М.: Недра, 1995. – 463 с

22 Клорикьян С.Х. Машины и оборудование для шахт и рудников. Справочник. – М.: Издательство МГГУ, 2002 – 471 с.

23 Мягков В.Д., Палей М.А., Романов А.Б.. Допуски и посадки: Справочник. В 2-х ч. Ч. 1. – Л.: Машиностроение, 1982. – 543 с.

24 Егоров П.В., Бобер Е.А., Кузнецов Ю.Н., Косьминов Е.А., Решетов С.Е., Красюк Н.Н. Основы горного дела : Учебник для вузов.-М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2003.-408с.

25 Штумпф Г.Г., Егоров П.В., Лебедев А.В. Крепление и поддержание горных выработок: Справочник рабочего.- М: Недра, 1993.-427с.