

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
КАФЕДРА СТРОИТЕЛЬСТВА ЗДАНИЙ, ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ И  
ГЕОМЕХАНИКИ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

к организации самостоятельной работы студентов и  
выполнению контрольной работы по дисциплинам

**Сооружение горизонтальных и наклонных выработок  
Основы горного дела. Строительная геотехнология  
Геотехнология. Строительная**

Специальность: 21.05.04 «Горное дело»  
Специализации: Шахтное и подземное строительство  
Обогащение полезных ископаемых  
Горные машины и оборудование

РАССМОТРЕНО  
на заседании кафедры  
«Строительство зданий, подземных  
сооружений и геомеханика»  
Протокол № 12 от 26.04.2017 г.

УТВЕРЖДЕНО  
на заседании учебно-  
издательского совета ДОННТУ  
Протокол № 4 от 22.05.2017 г.

Донецк  
2017

УДК 622.26

Методические указания к организации самостоятельной работы студентов и выполнению контрольной работы по дисциплинам «Сооружение горизонтальных и наклонных выработок», «Основы горного дела. Строительная геотехнология», «Геотехнология. Строительная» (для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело» специализаций «Шахтное и подземное строительство», «Обогащение полезных ископаемых», «Горные машины и оборудование» всех форм обучения) / сост. А.Н. Шкуматов. – Донецк: ДОННТУ, 2017. – 48 с.

Изложены цель курса, требования к знаниям и умениям студентов, распределение теоретического материала курса по темам. Приведены контрольные вопросы к каждой изучаемой теме, а также примеры экзаменационных билетов.

Могут быть также использованы при изучении студентами высших учебных заведений всех форм обучения специальности 21.05.04 «Горное дело» специализаций «Взрывное дело», «Подземная разработка пластовых месторождений», «Технологическая безопасность и горно-спасательное дело» и «Маркшейдерское дело» дисциплин «Технология сооружения горных выработок».

Составитель: А.Н. Шкуматов, доцент

Рецензенты: С.В. Борщевский, профессор  
А.Л. Кавера, доцент

Отв. за выпуск: С.В. Борщевский, зав. каф., проф.

## СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЙ СЛОВАРЬ .....	4
ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 СТРУКТУРЫ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН .....	7
1.1 Темы и названия лекций дисциплины «Сооружение горизонтальных и наклонных выработок».....	9
1.2 Темы и названия лекций дисциплины «Основы горного дела. Строительная геотехнология».....	12
1.3 Темы и названия лекций дисциплины «Геотехнология. Строительная»...	13
1.4 Темы практических занятий .....	15
1.5 Самостоятельная работа .....	16
1.6 Индивидуальные задания .....	17
2 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ .....	17
2.1 Выбор формы и размеров поперечного сечения .....	18
2.2 Расчет паспорта БВР.....	19
2.3 Расчет сменной скорости проведения выработки проходческим комбайном избирательного действия .....	28
2.4 Определение объемов работ по процессам, норм выработки, производительности труда, численного состава проходческой бригады .....	30
2.5 Расчет и построение графика организации работ .....	33
3 МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНКА ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ .....	37
3.1 Методы контроля и оценка знаний студентов при наличии экзамена ....	37
3.2 Методы контроля и оценка знаний студентов при наличии зачета .....	38
3.3 Методы контроля выполнения и оценка курсового проекта .....	40
4 ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ..	40
ЛИТЕРАТУРА .....	46
Приложение А: Примеры экзаменационных билетов.....	47

## ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЙ СЛОВАРЬ

	Термин на русском языке	Термин на английском языке (варианты)
<b>Б</b>	бремсберг	break incline (inclined drift slope, gravity plane)
	бурение	drilling
<b>В</b>	вагонетка	buggy mine car
	вагонеток состав	train of buggy mine cars
	вентилятор	minefan
	вентиляция тупиковых выработок	dead heading ventilation, ventilation line end
	верхняк	top element of support
	взрыв	explosive, blast
	забой	face (stope, hole bottom)
	вывал породы	inrush, rock outburst
	выемка (добыча)	extraction
	водомет импульсный	impulse water-jet
<b>Г</b>	гидромонитор	hydromonitor, hydrojet
	горная выработка	mine working (opening, entry)
<b>Д</b>	мелочь буровая	drilling chippings
<b>З</b>	закладка породы	stowing, filling
	предохранительный барьер	safety barrier
	затяжка решетчатая	guard element of support
	заходка	stope
	сбойка	cross-cut, breakthrough
<b>К</b>	калотта	calotte
	канат	rope
	квершлаг	crosscut, cross heading, cross entry
	конвейер ленточный	convey
	сметная стоимость	unit output costs
	крепь анкерная	anchorage (roof bolting)
	крепь арочная	arch timbering, arched support
	крепь бетонная	concrete support (timbering)
	крепь податливая	yielding support
	криволинейно-уступный забой	curve terraced face
<b>Л</b>	лава	longwall face
	звено	team
	лебедка	winche
	лебедочная камера	drum chamber
<b>М</b>	крепость породы	rock strength, tenacity
<b>Н</b>	забойка	tamping
	Термин на русском языке	Термин английською мовою (варіанти)
<b>Н</b>	уклон	underground excavation slope
	несущая способность	support ability
<b>О</b>	ограничитель податливости	yielding barrier

	объем работ	volume of work
	обходная выработка	by path, bypass (параллельная), circuit, roundabout, run around, runaround, safety drift (для безопасного прохода людей)
<b>П</b>	сечение	section
	сечение в проходке	heading section
	сечение в свету	section for ventilation
	подготовительная выработка	development headings
	восстающая выработка	raise
	платформа	platform
	пластовый	bedded
	пласт угля	seam (bed)
	кровля	roof
	околоствольный двор	court near a mine barrel
	проходка	heading
	производительность труда	labour productivity
	пролет	span
	проходческий забой	excavation's face (excavation's working face)
	проходческий комбайн	heading (tunneling) machine, road header
	проходческий комплекс оборудования	roadway drivage system
<b>Р</b>	рама	frame
	рельсовый путь	railway
	ремонтинга	centre (relief, flirting) post, gag
<b>С</b>	скважина	well, drilling hole
	состав бригады списочный	staff of brigade by a list
	состав бригады явочный	presence staff of brigade
	ствол шахтный	shaft
	стойка	post
<b>Т</b>	тампоначный раствор	tamping solution
	технологическая часть выработки	technological part of an excavation
<b>У</b>	нахил	slope - underground excavation slope
<b>Ш</b>	штрек	gallery (entry, roadway, gate)
	штыб (мелкий уголь, до 3 мм)	chippings (осколок), rubble (щебень, галька)

## ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина относится к профессиональному циклу базовой части учебного плана.

Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: «Разрушение горных пород взрывом», «Технология строительства карьеров».

**Целью** дисциплины является: приобретение студентами знаний и умений, необходимых для самостоятельного творческого решения задач, связанных с проектированием и практической реализацией технологических процессов строительства горизонтальных и наклонных выработок, путем усвоения лекционного материала, изучения новой научной литературы, выполнения практических работ и курсового проектирования.

В результате освоения дисциплины студент должен

знать сущность и область применения буровзрывной, комбайновой и комбинированной технологий строительства горизонтальных горных выработок; передовые методы организации работ;

уметь составлять проекты производства работ на проведение горизонтальных горных выработок, обеспечивающие рациональные технико-экономические показатели; анализировать работу проходческих бригад и выявлять резервы производства.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций: ОК-6, ПК-3, ПК-3, ПК-4, ПК-6, ПК-11, ПК-15, ПСК-5-3, ПСК-5-4.

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при выполнении курсового проекта по данной дисциплине и выполнении дипломного проекта.

## 1 СТРУКТУРЫ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН

Учебный план дисциплины «Сооружение горизонтальных и наклонных выработок» предусматривает 51 ч лекционных и 17 ч практических занятий. Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий приведено в табл.1.1. Количество часов на лекционные и практические занятия указаны для студентов очной формы обучения.

Таблица 1.1 - Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Практ. (Семина.)	Лабор.	СРС
Тема 1. <i>Технологии строительства горных выработок.</i>	18	6	4	-	8
Тема 2. <i>Буровзрывная технология строительства горизонтальных полевых выработок.</i>	35	10	10	-	15
Тема 3. <i>Комбайновая технология строительства горизонтальных полевых выработок</i>	11	4	2	-	5
Тема 4. <i>Буровзрывная технология строительства штреков по тонким пластам угля узким забоем</i>	6	2	1	-	3
Тема 5. <i>Технология проведения штреков широким забоем с закладкой породы</i>	4	2	-	-	2
Тема 6. <i>Строительство штреков в мощных пластах угля</i>	8	4	-	-	4
Тема 7. <i>Технология строительства выработок околоствольных дворов</i>	4	2	-	-	2
Тема 8. <i>Строительство наклонных выработок</i>	24	12	-	-	12
Тема 9. <i>Строительство выработки больших поперечных сечений</i>	8	4	-	-	4
Тема 10. <i>Ремонт и реконструкция горизонтальных и наклонных выработок</i>	8	5	-	-	3
<b>Итого:</b>	126	51	17	-	58

Учебный план дисциплин «Технология сооружения горных выработок», «Основы горного дела. Строительная геотехнология» предусматривает по 34 ч лекционных и 17 ч практических занятий.

Распределение учебных часов по темам и видам занятий дисциплины «Основы горного дела. Строительная геотехнология» приведено в табл.1.2. Количество часов на лекционные и практические занятия указаны для студентов очной формы обучения.

Таблица 1.2 - Распределение учебных часов по темам и видам занятий дисциплины «Основы горного дела. Строительная геотехнология»

Наименование тем	Количество часов				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Практ. (Семина.)	Лабор.	СРС
Тема 1. Классификация и свойства горных пород. Горное давление.	12	4	2	-	6
Тема 2. Открытые и подземные горные работы. Вскрытие месторождений.	14	4	2	-	8
Тема 3. Крепь горных выработок и способы их поддержания.	14	4	2	-	8
Тема 4. Проведение горизонтальных горных выработок различного назначения в зависимости от горно-геологических условий.	32	8	8	-	16
Тема 5. Технология строительства наклонных выработок.	18	6	2	-	10
Тема 6. Проходка вертикальных стволов обычным способом.	4	2	-	-	2
Тема 7. Переходный период. Строительство сопряжений ствола.	4	2	-	-	2
Тема 8. Проходка горных выработок в трудных горно-геологических условиях.	4	2	-	-	2
Тема 9. Углубка стволов. Ремонт и восстановление выработок.	6	2	1	-	3
Итого:	108	34	17	-	57

Учебный план дисциплины «Геотехнология. Строительная» предусматривает 16 ч лекционных и 16 ч практических занятий.

Распределение учебных часов по темам и видам занятий дисциплины приведено в табл.1.3. Количество часов на лекционные и практические занятия указаны для студентов очной формы обучения.



Таблица 1.3 - Распределение учебных часов по темам и видам занятий дисциплины «Геотехнология. Строительная»

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Практ. (Семина.)	Лабор.	СРС
Тема 1. <i>Классификация и свойства горных пород. Горное давление.</i>	9	2	2	-	5
Тема 2. <i>Открытые и подземные горные работы. Вскрытие месторождений.</i>	9	2	2	-	5
Тема 3. <i>Крепь горных выработок и способы их поддержания.</i>	9	2	2	-	5
Тема 4. <i>Проведение горизонтальных горных выработок различного назначения в зависимости от горно-геологических условий.</i>	26	4	8	-	14
Тема 5. <i>Технология строительства наклонных выработок.</i>	9	2	2	-	5
Тема 6. <i>Проходка вертикальных стволов обычным способом. Переходный период. Строительство сопряжений ствола.</i>	5	2	-	-	3
Тема 7. <i>Проходка горных выработок в трудных горно-геологических условиях. Углубка стволов. Ремонт и восстановление выработок.</i>	5	2	-	-	3
Итого:	72	16	16	-	40

### 1.1 Темы и названия лекций дисциплины «Сооружение горизонтальных и наклонных выработок»

#### Тема 1. *Технологии строительства горных выработок*

##### Содержание темы 1:

Введение. Цель курса. Значение строительства и реконструкции шахт в экономике. Передовой опыт.

Способы и схемы строительства выработок. Охрана окружающей среды.

Формы и размеры поперечных сечений. Понятие о строительстве и проведении выработки. Этапы строительства горной выработки. Требования ПБ.

Литература к теме 1: [1, 3]

Тема 2. *Буровзрывная технология строительства горизонтальных полевых выработок*

##### Содержание темы 2:

Буровзрывная технология строительства горизонтальных полевых выработок. БВР: средства бурения, взрывчатые материалы.

Проветривание: вентиляторы местного проветривания, вентиляционные трубы, техника безопасности. Временное крепление. Погрузка породы: классификация породопогрузочных машин, средства транспортирования.

Постоянная крепь: металлическая, монолитная бетонная, набрызгбетонная, анкерная, комбинированная. Требования ПБ. Строение рельсового пути. Вспомогательные работы. Маркшейдерский контроль.

Комплексная механизация. Организация работ в проходческом забое и построение графика. Расчет комплексной нормы выработки и расценки, количественного состава бригады и производительности труда.

Социальные резервы производства. Расчет сметной стоимости и технико-экономических показателей проведения. Опыт строительства полевых выработок по буровзрывной технологии.

Литература к теме 2: [1, 2, 3, 4, 5]

*Тема 3. Комбайновая технология строительства горизонтальных полевых выработок*

Содержание темы 3:

Комбайновая технология строительства горизонтальных полевых выработок. Типы комбайнов. Организация работ. Анализ технологических схем проведения.

Комбайновая технология строительства штреков по тонким пластам угля узким забоем. Область применения. Показатели и передовой опыт.

Литература к теме 3: [1, 3, 5]

*Тема 4. Буровзрывная технология строительства штреков по тонким пластам угля узким забоем*

Содержание темы 4:

Буровзрывная технология строительства штреков по тонким пластам угля узким забоем. Достоинства, недостатки. Показатели и передовой опыт.

Литература к теме 4: [1, 2, 4]

*Тема 5. Технология проведения штреков широким забоем с закладкой породы*

Содержание темы 5:

Технология проведения штреков широким забоем. Комплексы „Титан-1”, КШХ-1, БЗК-2, КСВ. Охрана окружающей среды. Техничко-экономические показатели. Требования ПБ.

Литература к теме 5: [1, 3]

*Тема 6. Строительство штреков в мощных пластах угля*

Содержание темы 6:

Строительство штреков в мощных пластах угля. Проведение выработок комбайнами роторного типа (ПК-8, ПКГ-3, „Урал-10КС”) и избирательного

действия (КСП, П-110, П-220 и иностранные). Особенности БВР. Показатели. Требования ПБ.

Гидравлическая и гидромеханическая технологии. Оборудование, организация работ, показатели.

Литература к теме 6: [1, 3, 4]

*Тема 7. Технология строительства выработок околоствольных дворов*

Содержание темы 7:

Строительство выработок околоствольных дворов. Технология строительства протяженных выработок. Сечения, типы крепи, организация работ. Показатели.

Литература к теме 7: [1, 2, 3, 4]

*Тема 8. Строительство наклонных выработок*

Содержание темы 8:

Технология строительства камер. Сечения, типы крепи, транспорт горной массы, оборудование. Организация работ. Показатели.

Строительство наклонных выработок. Классификация по назначению. Особенности строительства. Требования ПБ.

Технология строительства бремсбергов. Показатели. Требования ПБ.

Технология строительства уклонов. Показатели. Требования ПБ.

Технология строительства наклонных стволов и штолен. Показатели. Требования ПБ. Схемы углубки, область их применения. Технология проходческих работ.

Технология проведения печей, скатов и восстающих. Показатели. Требования ПБ.

Литература к теме 8: [1, 2, 3, 4]

*Тема 9. Строительство выработок больших поперечных сечений*

Содержание темы 9:

Особенности строительства выработок больших поперечных сечений. Общие сведения. Схемы строительства и область их применения.

Технология, механизация и организация работ при строительстве выработок больших поперечных сечений. Требования ПБ.

Литература к теме 9: [1, 2, 4]

*Тема 10. Ремонт и реконструкция горизонтальных и наклонных выработок*

Содержание темы 10:

Ремонт и погашение горизонтальных и наклонных выработок. Ремонт горных выработок: текущий, средний и капитальный.

Технология погашения горных выработок. Безопасность ведения работ.

Литература к теме 10: [1, 3]

## 1.2 Темы и названия лекций дисциплины «Основы горного дела. Строительная геотехнология»

Тема 1. *Классификация и свойства горных пород. Горное давление.*

Содержание темы 1:

Горные породы и их свойства. Классификация горных пород по прочностным и деформационным признакам. Способы определения свойств горных пород.

Горное давление и способы определения его величины.

Литература к теме 1: [9, 6]

Тема 2. *Открытые и подземные горные работы. Вскрытие месторождений.*

Содержание темы 2:

Горные работы. Открытые и подземные.

Вскрытие месторождений полезных ископаемых.

Литература к теме 2: [9, 1, 2]

Тема 3. *Крепь горных выработок и способы их поддержания.*

Содержание темы 3:

Крепь временная и постоянная: металлическая, монолитная бетонная.

Крепь набрызгбетонная, анкерная, комбинированная. Требования ПБ.

Литература к теме 3: [1, 2, 4]

Тема 4. *Проведение горизонтальных горных выработок различного назначения в зависимости от горно-геологических условий.*

Содержание темы 4:

Буровзрывная технология строительства горизонтальных выработок. БВР: средства бурения, взрывчатые материалы.

Проветривание: вентиляторы местного проветривания, вентиляционные трубы, техника безопасности. Погрузка породы: классификация породопогрузочных машин, средства транспортирования.

Комбайновая технология строительства горизонтальных выработок. Область применения. Комбайны роторного типа и избирательного действия. Организация работ. Показатели и передовой опыт.

Технология проведения штреков широким забоем. Комплекс „Титан-1”. Охрана окружающей среды.

Литература к теме 4: [1, 2, 4, 5]

Тема 5. *Технология строительства наклонных выработок.*

Содержание темы 5:

Общие особенности строительства наклонных выработок.

Строительство уклонов, бремсбергов и наклонных стволов. Требования ПБ.

Технология проведения печей, скатов и восстающих. Показатели. Требования ПБ.

Литература к теме 5: [1, 2, 4, 5]

Тема 6. *Проходка вертикальных стволов обычным способом.*

Содержание темы 6:

Бурение, взрывные работы, погрузка породы и возведение монолитной бетонной крепи при проходке ствола.

Литература к теме 6: [1, 2, 4]

Тема 7. *Переходный период. Строительство сопряжений ствола.*

Содержание темы 7:

Переходный период. Строительство сопряжений ствола с околоствольным двором.

Литература к теме 7: [2, 4]

Тема 8. *Проходка горных выработок в трудных горно-геологических условиях.*

Содержание темы 8:

Способы строительства горных выработок в сложных горно-геологических условиях: замораживание, тампонаж, кессонный способ.

Литература к теме 8: [2, 4]

Тема 9. *Углубка стволов. Ремонт и восстановление выработок.*

Содержание темы 9:

Углубка стволов с применением естественного и искусственного породных целиков, а также с действующего горизонта. Виды ремонта и технология восстановления выработок.

Литература к теме 9: [2, 4]

### 1.3 Темы и названия лекций дисциплины «Геотехнология. Строительная»

Тема 1. *Классификация и свойства горных пород. Горное давление.*

Содержание темы 1:

Горные породы и их свойства. Классификация горных пород по прочностным и деформационным признакам. Способы определения свойств горных пород. Горное давление и способы определения его величины.

Литература к теме 1: [9, 3]

Тема 2. *Открытые и подземные горные работы. Вскрытие месторождений.*

Содержание темы 2:

Горные работы. Открытые и подземные. Вскрытие месторождений полезных ископаемых.

Литература к теме 2: [9, 1, 2]

Тема 3. *Крепь горных выработок и способы их поддержания.*

Содержание темы 3:

Крепь временная и постоянная: металлическая, монолитная бетонная. Крепь набрызгбетонная, анкерная, комбинированная. Требования ПБ.

Литература к теме 3: [1, 2, 4]

Тема 4. *Проведение горизонтальных горных выработок различного назначения в зависимости от горно-геологических условий.*

Содержание темы 4:

Буровзрывная технология строительства горизонтальных выработок. БВР: средства бурения, взрывчатые материалы. Проветривание: вентиляторы местного проветривания, вентиляционные трубы, техника безопасности. Погрузка породы: классификация породопогрузочных машин, средства транспортирования.

Комбайновая технология строительства горизонтальных выработок. Область применения. Комбайны роторного типа и избирательного действия. Организация работ. Показатели и передовой опыт. Технология проведения штреков широким забоем. Комплекс „Титан-1”. Охрана окружающей среды.

Литература к теме 4: [1, 2, 4, 5]

Тема 5. *Технология строительства наклонных выработок.*

Содержание темы 5:

Особенности строительства уклонов, бремсбергов и наклонных стволов. Технология проведения печей, скатов и восстающих. Показатели. Требования ПБ.

Литература к теме 5: [1, 2, 4, 5]

Тема 6. *Проходка вертикальных стволов обычным способом. Переходный период. Строительство сопряжений ствола.*

Содержание темы 6:

Бурение, взрывные работы, погрузка породы и возведение монолитной бетонной крепи при проходке ствола. Переходный период. Строительство сопряжений ствола с околоствольным двором.

Литература к теме 6: [1, 2, 4]

Тема 7. *Проходка горных выработок в трудных горно-геологических условиях. Углубка стволов. Ремонт и восстановление выработок.*

Содержание темы 7:

Способы строительства горных выработок в сложных горно-геологических условиях: замораживание, тампонаж, кессонный способ. Углубка стволов с применением естественного и искусственного породных целиков, а также с действующего горизонта. Виды ремонта и технология восстановления выработок.

Литература к теме 7: [2, 4]

#### 1.4 Темы практических занятий

Учебные дисциплины «Сооружение горизонтальных и наклонных выработок» и «Основы горного дела. Строительная геотехнология» предусматривают выполнение 9-ти практических занятий. Распределение учебных часов по темам занятий приведено в табл.1.4. Количество часов на практические занятия указаны для студентов очной формы обучения.

Таблица 1.4 - Распределение учебных часов по темам практических занятий

№ п/п	Тема занятия	Объем, час.	Литература
1	<i>Классификация горных выработок и вычерчивание их поперечных сечений. Изучение выработок на чертежах и макетах, их назначение и взаиморасположение.</i>	2	[5]
2	<i>Выбор формы и размеров поперечного сечения выработки в свету, вчерне и в проходке. Требования ПБ. Ознакомление с «Альбомом унифицированных типовых сечений».</i>	2	[3, 5]
3	<i>Выбор и расчет крепи.</i>	2	[3, 5]
4	<i>Выбор технологической схемы проведения. Расчет паспорта БВР. Изучение ПБ по теме.</i>	2	[2, 3, 5]
5	<i>Расчет сменной скорости проведения горной выработки проходческим комбайном.</i>	2	[1, 5]
6	<i>Расчет проветривания тупикового забоя. Изучение ПБ по теме.</i>	2	[1, 3, 5]
7	<i>Расчет объемов работ по процессам, расчет нормы выработки. Расчет состава комплексной проходческой бригады.</i>	2	[5]
8	<i>Построение графика организации работ.</i>	2	[5]
9*	<i>Определение технико-экономических показателей проведения выработки.</i>	1	[1, 3, 6]
9**	<i>Изучение технологии строительства выработок в трудных горно-геологических условиях.</i>	1	[5]
Итого:		17	

\* - для дисциплины «Сооружение горизонтальных и наклонных выработок»

\*\* - для дисциплины «Основы горного дела. Строительная геотехнология»

Студенты заочной формы обучения выполняют ПЗ2 и ПЗ8 в полном объеме, а на выполнение ПЗ6 и ПЗ7 для них отводится по 1 ч.

Методические рекомендации по выполнению практических занятий приведены в [5].

Учебная дисциплина «Геотехнология. Строительная» предусматривает выполнение 8-ми практических занятий.

### 1.5 Самостоятельная работа

Распределение учебных часов по видам самостоятельной работы приведены в табл.1.5 – табл.1.7. Объем нагрузки указан для студентов очной формы обучения.

Таблица 1.5 - Распределение часов по видам самостоятельной работы для дисциплины «Сооружение горизонтальных и наклонных выработок»

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час.
1	Изучение лекционного материала (не менее 50% от объема лекций)	41
2	Подготовка к практическим занятиям (не менее 50% от объема аудиторных практических занятий)	17
3	Подготовка к лабораторным работам (не менее 50% от объема аудиторных лабораторных занятий)	-
4	Выполнение курсового проекта (36 часов)	36
5	Выполнение курсовой работы (27 часов)	-
6	Выполнение индивидуального задания (не менее 9 часов)	-
Итого:		94

Таблица 1.6 - Распределение часов по видам самостоятельной работы для дисциплины «Основы горного дела. Строительная геотехнология»

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час.
1	Изучение лекционного материала (не менее 50% от объема лекций)	40
2	Подготовка к практическим занятиям (не менее 50% от объема аудиторных практических занятий)	17
3	Подготовка к лабораторным работам (не менее 50% от объема аудиторных лабораторных занятий)	-
4	Выполнение курсового проекта (36 часов)	-
5	Выполнение курсовой работы (27 часов)	-
6	Выполнение индивидуального задания (не менее 9 часов)	-
Итого:		57

Таблица 1.7 - Распределение часов по видам самостоятельной работы для дисциплины «Геотехнология. Строительная»

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час.
1	Изучение лекционного материала (не менее 50% от объема лекций)	52
2	Подготовка к практическим занятиям (не менее 50% от объема аудиторных практических занятий)	24
3	Подготовка к лабораторным работам (не менее 50% от объема аудиторных лабораторных занятий)	-
4	Выполнение курсового проекта (36 часов)	-
5	Выполнение курсовой работы (27 часов)	-
6	Выполнение индивидуального задания (не менее 9 часов)	-
Итого:		76



## 1.6 Индивидуальные задания

Для студентов заочной формы обучения предусмотрено выполнение контрольной работы на тему **«Расчет параметров технологии сооружения горизонтальной / наклонной горной выработки»**.

Цель контрольной работы - закрепление теоретических знаний, полученных на лекционных и практических занятиях, материала, изложенного в литературных источниках, а также овладение методикой проектирования сооружения горизонтальных и наклонных горных выработок.

Планируемый объем самостоятельной работы при выполнении контрольной работы – 9 ч.

Объем работы - 12-15 страниц.

Для студентов всех форм обучения предусмотрено выполнение курсового проекта на тему **«Разработать проект сооружения горизонтальной / наклонной горной выработки»**.

Курсовой проект выполняется в следующем после изучения курса семестре. Объем самостоятельной работы над курсовым проектом – 36 ч. Объем пояснительной записки - 25-30 стр., графическая часть - 1 лист формата А1.

Варианты заданий, последовательность, этапы и рекомендации по выполнению проекта приведены в [6]. Также возможно выполнение проекта по индивидуальному заданию, при предоставлении студентом необходимых материалов по реальной выработке.

## 2 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Варианты заданий приведены в [6], номера вариантов определяются как *сумма 2-х последних цифр зачетной книжки студента*. Также возможно выполнение контрольной работы по индивидуальному заданию, при предоставлении студентом необходимых материалов по реальной выработке.

Последовательность выполнения работы:

Этап 1: Выбор формы и размеров поперечного сечения.

Этап 2: Расчет паспорта БВР (или сменной скорости проведения выработки).

Этап 3: Определение комплексной нормы выработки, производительности труда, численного состава проходческой бригады.

Этап 4: Расчет и построение графика организации работ.

Этап 5: Оформление работы.

## 2.1 Выбор формы и размеров поперечного сечения

Размеры выработки в свету устанавливают [3] по ширине  $B_{mp}$  (формула 2.1) на высоте 1800 мм от почвы выработки (рис.2.1).

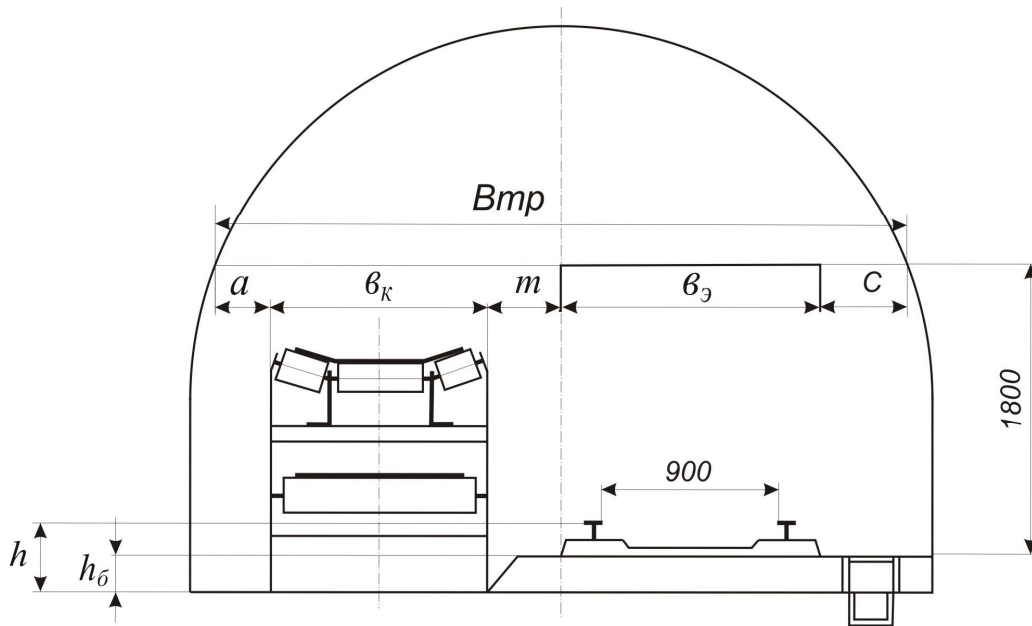


Рисунок 2.1 - Схема для определения  $B_{mp}$

$$B_{mp} = a + b_k + b_э + t + c, \text{ мм}, \quad (2.1)$$

где  $a$  – минимально допустимый зазор по ПБ между элементом крепи и конвейером, 400 мм;

$b_k$  – габаритная ширина конвейера, мм;

$b_э$  – ширина электровоза или вагонетки (принимается большее из значений), мм;

$t$  – минимально допустимый зазор между конвейером и составом, 400 мм;

$c$  – минимально допустимая ширина для прохода людей, 700 мм.

По значению  $B_{mp}$  из альбома [7] выбирают сечение, у которого  $B_{min}$  равно или является ближайшим большим к  $B_{mp}$  на высоте 1800 мм от почвы выработки. Для выбранного сечения там же приведено значение площади сечения выработки в свету после осадки,  $\text{м}^2$  -  $S_{св}^{после ос.}$ .

На газовых шахтах выбранное сечение проверяют по скорости движения воздушной струи по формуле:

$$V = \frac{k \cdot g \cdot A_{сум}}{864 \cdot S_{св}^{после ос.} \cdot (d - d_0)}, \text{ м/с}, \quad (2.2)$$

где  $k$  - коэффициент неравномерности подачи воздуха, 1,45;

$g$  - выделение метана в выработке,  $\text{м}^3/\text{т}$ ;

$A_{сум}$  - количество транспортируемого угля по выработке в сутки, т/сут;

$d, d_0$  – допустимая концентрация метана в свежей и исходящей струе воздуха; принимается в соответствии с [3].

Рассчитанная скорость должна находиться в интервале:  $V_{min} \leq V \leq V_{дон}$  [3].

При выполнении этого условия из [7] выбираем для данного сечения  $S_{св}$  (площадь сечения выработки в свету до осадки), высоту  $h_{бал}$  и ширину  $l_{бал}$  балласта,  $S_{кан}$  (площадь сечения водоотливной канавки).  $S_{фунд}$  определяется только для бетонной крепи.

Для определения площади сечения выработки вчерне  $S_{вч}$  необходимо выполнить расчет крепи. Тогда с учётом толщины крепи и затяжки, площади балластного слоя, водоотливной канавки и фундамента (для бетонной крепи):

$$S_{вч} = S_{св} + S_{кр} + S_{бал} + S_{кан} + S_{фунд}, \text{ м}^2. \quad (2.3)$$

$$S_{кр} = (T_{кр} + 2 \cdot t_{затяжки}) \cdot P_{кр}, \text{ м}^2.$$

$$S_{бал} = h_{бал} \cdot l_{бал}, \text{ м}^2.$$

Площадь в проходке  $S_{пр}$  принимают согласно выражения 2.4.

$$S_{пр} = (1,03 \div 1,12) S_{вч}, \text{ м}^2. \quad (2.4)$$

## 2.2 Расчет паспорта БВР

Паспорт БВР рассчитывается, если на основании исходных данных выбрана буровзрывная технология проведения выработки. Для расчета паспорта БВР применяется значение площади сечения выработки вчерне  $S_{вч}$ .

Методику составления паспорта БВР рассмотрим на примере проведения магистрального откаточного штрека.

*Условия проведения:*

- пересекаемые породы:
  - кровля – песчаник прочностью 80 МПа;
  - почва – песчаник прочностью 70 МПа;
  - пласт угля  $m_y=1,0$  м, прочность угля 15МПа;
- угол падения пласта 30°;
- метановыделение из пласта угля – 11 м<sup>3</sup>/т;
- средства транспорта на период эксплуатации выработки:
  - электровоз А14-2;
  - конвейер ЗЛ-100;
- длина выработки 540 м;
- глубина заложения 1020 м;
- площадь сечения выработки вчерне  $S_{вч}=18,7$  м<sup>2</sup>;
- срок службы – 10 лет.

*Выбор технологии и технологической схемы проведения*

Учитывая оборудование, размещаемое в выработке на период эксплуатации, выработка проводится с двусторонней подрывкой (верхней – по

породам прочностью 80 МПа, нижней - по породам прочностью 70 МПа). Поэтому принимаем буровзрывную технологию проведения.

Для бурения шпуров и погрузки горной массы используется буропогрузочная машина непрерывного действия ПНБ-3Д с навесным бурильным оборудованием НБ-1А. Машина применяется при проведении горизонтальных и наклонных горных выработок в шахтах опасных и неопасных по газу и пыли при прочности пород до 160 МПа.

Предусматривается отдельная выемка угля и породы, т.е. вначале производят взрывание по углю с его уборкой и креплением угольного забоя деревянной временной (забойщицкой) крепью. Затем производят верхнюю и нижнюю породную подрывку.

Транспорт горной массы осуществляется при помощи ленточного телескопического конвейера 1ЛТ-80. Разделение грузопотоков породы и угля (загрузка вагонеток) производится на сопряжении. Это обеспечивает попутную добычу угля при проведении выработки.

#### *Расчет паспортов БВР для угольного и породного забоев*

Взрывание – раздельное: по углю и по породе.

Тип ВВ для угольного забоя - угленит 13П работоспособностью 180 см<sup>3</sup>, тип СИ – ЭДКЗ-ПКМ. Масса патрона – 0,2 кг. Длина заходки - 2,0 м.

Тип ВВ для породного забоя – аммонит Ф5 работоспособностью 265 см<sup>3</sup>, тип СИ – ЭДКЗ-ПКМ. Масса патрона - 0,25 кг. Длина заходки – 2,0 м.

#### Для угольного забоя

Для определения площадей угольного и породных забоев используем схему, приведенную на рис.2.2.

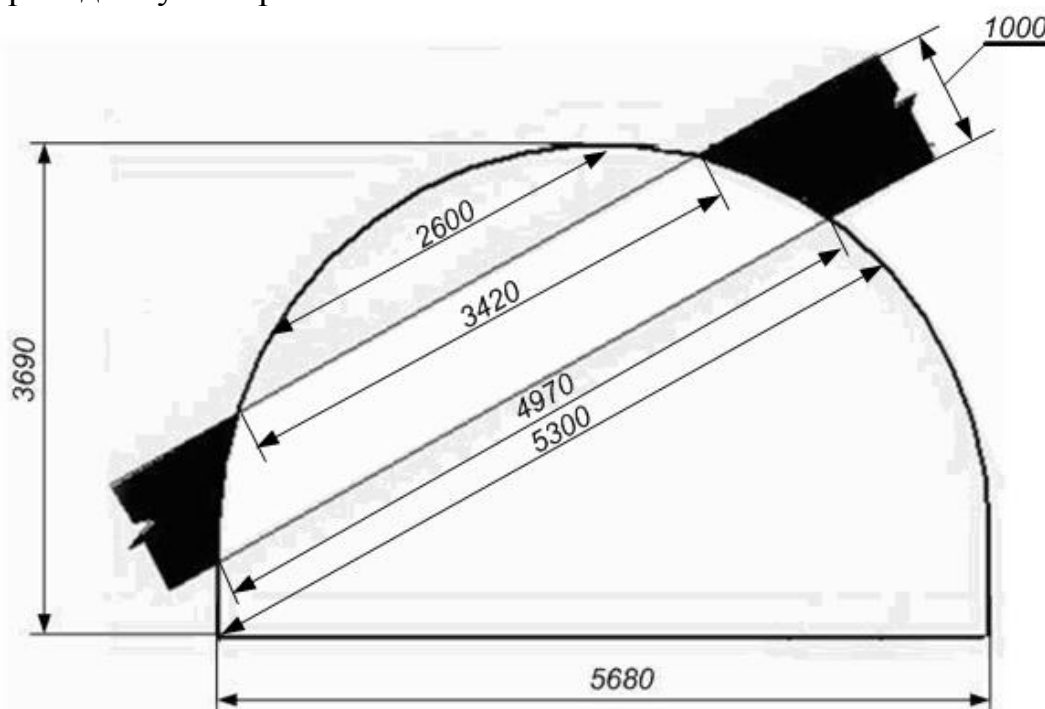


Рисунок 2.2 – Схема для определения площадей угольного и породных забоев

Коэффициент использования шпура ( $\eta$ ) - 0,85 (для одной открытой поверхности). Глубина шпуров определяется по формуле [2]:

$$l_{ш.уг} = l_{зах}/\eta = 2,0 / 0,85 = 2,1 \text{ м.} \quad (2.5)$$

Площадь сечения угольного забоя (рассчитывается как площадь трапеции):

$$S_{вч.уг} = 1,0 \cdot (3,42 + 4,97) / 2 = 3,78 \text{ м}^2,$$

где 1,0 – средняя мощность угольного пласта, м.

Для породного забоя:

Коэффициента использования шпура - 0,95 (для двух открытых поверхностей). Глубина шпуров [2]:

$$l_{ш.п} = 2,0 / 0,95 = 2,05 \text{ м.}$$

Площадь сечения верхней подрывки (рассчитывается как площадь параболы):

$$S_{вч.п.в} = 2/3 \cdot (0,6 \cdot 3,42) = 1,3 \text{ м}^2,$$

где 0,6 – максимальная мощность верхней подрывки, м.

Площадь сечения нижней подрывки (оставшаяся площадь):

$$S_{вч.п.н} = 18,7 - 3,78 - 1,3 = 13,62 \text{ м}^2.$$

Удельный расход ВВ

Для угольного забоя:

Удельный расход ВВ определяют как среднее из значений, определенных по формулам проф. М.М. Протодьяконова и Н.М. Покровского [2]. По формуле проф. М.М. Протодьяконова:

$$q = 0,4 \cdot \left( \sqrt{0,2 \cdot f} + \frac{1}{\sqrt{S_{вч}}} \right)^2 \cdot k \cdot e^{-1}, \text{ кг/м}^3, \quad (2.6)$$

где  $f$  - коэффициент крепости породы по шкале М.М. Протодьяконова;

$B_n$  – ширина породной подрывки, м;

$k$  - коэффициент увеличения расхода ВВ при машинной погрузке для лучшего дробления породы, 1,3;

$e$  - коэффициент работоспособности ВВ,  $e = P_x / P_{эм}$ ,

$P_x$  - работоспособность принятого ВВ, 180 см<sup>3</sup>;

$P_{эм}$  - работоспособность эталонного ВВ, 525 см<sup>3</sup>.

$$e^{-1} = 525 / 180 = 2,92;$$

$$q = 0,4 \cdot \left( \sqrt{0,2 \cdot 1,5} + \frac{1}{\sqrt{3,78}} \right)^2 \cdot 1,3 \cdot 2,92 = 1,71 \text{ кг/м}^3.$$

По универсальной формуле проф. Н.М. Покровского [2]:

$$q = q_1 \cdot s_1 \cdot V_1 \cdot e_1, \text{ кг/м}^3, \quad (2.7)$$

где  $q_1$  – удельный расход ВВ при нормальном заряде выброса,  $q_1 = 0,1 \cdot f$ ;  
 $s_1$  – коэффициент, учитывающий текстуру взрываеваемой породы, для пород с мелкой трещиноватостью равен 1,4;

$V_1$  – коэффициент, учитывающий зажим породы – при одной открытой поверхности принимают:

$$V_1 = 3 \cdot l_{\text{из}} / \sqrt{S_{\text{от}}}; \quad (2.8)$$

$e_1$  – обратный коэффициент работоспособности ВВ,  $e_1 = P_{\text{эт}}/P_{\text{х}}$ .

$$q_1 = 0,1 \cdot 1,5 = 0,15 \text{ кг/м}^3;$$

$$V_1 = 3 \cdot 2,1 / \sqrt{3,78} = 3,24;$$

$$e_1 = 380/180 = 2,11;$$

$$q = 0,15 \cdot 1,4 \cdot 3,24 \cdot 2,11 = 1,44 \text{ кг/м}^3.$$

Принимаем среднее значение, равное  $1,58 \text{ кг/м}^3$ .

Для породного забоя:

Нижняя подрывка. По формуле проф. М.М. Протоdjяконова:

$$q = 0,15 \cdot \sqrt{f} \cdot \left( \sqrt{0,2 \cdot f} + \frac{1}{B} \right) \cdot k \cdot e^{-1}, \text{ кг/м}^3, \quad (2.9)$$

где  $B$  – ширина породного забоя по средней линии, параллельной открытой поверхности, 5,3 м.

$$e^{-1} = 525/265 = 1,98;$$

$$q = 0,15 \cdot \sqrt{7} \cdot \left( \sqrt{0,2 \cdot 7} + \frac{1}{5,3} \right) \cdot 1,3 \cdot 1,98 = 1,40 \text{ кг/м}^3.$$

По формуле проф. Н.М. Покровского:

$$e_1 = 380/265 = 1,43;$$

$$q = 0,7 \cdot 1,4 \cdot 1,6 \cdot 1,43 = 2,24 \text{ кг/м}^3;$$

где  $V_1$  – коэффициент, учитывающий зажим породы, для пород почвы – 1,6.

Принимаем среднее значение  $q$ , равное  $1,82 \text{ кг/м}^3$ .

Верхняя подрывка. По формуле проф. М.М. Протоdjяконова:

$$q = 0,15 \cdot \sqrt{8} \cdot \left( \sqrt{0,2 \cdot 8} + \frac{1}{2,6} \right) \cdot 1,3 \cdot 1,98 = 1,88 \text{ кг/м}^3.$$

По формуле Н.М. Покровского:  $q = 0,8 \cdot 1,4 \cdot 1,2 \cdot 1,43 = 1,92 \text{ кг/м}^3$ ,

где  $V_1$  – коэффициент, учитывающий зажим породы, для пород кровли – 1,2.

Принимаем  $q$  равным  $1,90 \text{ кг/м}^3$ .

Расчетный расход ВВ на заходку ( $Q_{\text{расч}}$ ) определяется по формуле

$$Q_{\text{зах.}} = q \cdot V_{\text{зах.}}, \text{ кг}, \quad (2.10)$$

где  $q$  - удельный расход ВВ, кг/м<sup>3</sup>.

*Определение объема взрываваемой породы на заходку*

Для угольного забоя:

$$V_{\text{зах}} = l_{\text{зах}} \cdot S_{\text{вч.уг}}; \quad (2.11)$$

$$V_{\text{зах}} = 2,0 \cdot 3,78 = 7,56 \text{ м}^3;$$

Для породного забоя:

верхняя подрывка:  $V_{\text{зах}} = 2,0 \cdot 1,3 = 2,1 \text{ м}^3;$   
 нижняя подрывка:  $V_{\text{зах}} = 2,0 \cdot 13,62 = 27,2 \text{ м}^3;$

*Определение расчетного расхода ВВ на заходку*

Для угольного забоя:

$$Q_{\text{зах.уг}} = q \cdot l_{\text{зах.уг}} \cdot S_{\text{вч.уг}} = 1,58 \cdot 2,0 \cdot 3,78 = 11,94 \text{ кг}; \quad (2.12)$$

Для породного забоя:

верхняя подрывка  $Q_{\text{зах.п.в}} = 1,90 \cdot 2,0 \cdot 1,3 = 4,94 \text{ кг};$   
 нижняя подрывка  $Q_{\text{зах.п.н}} = 1,82 \cdot 2,0 \cdot 13,62 = 49,58 \text{ кг};$

*Определение количества шпуров на заходку*

Для угольного забоя:

$$N_y = \frac{1,27 \cdot q_{\text{уг}} \cdot S_{\text{вч.уг}} \cdot \eta}{\Delta_n \cdot d_n^2 \cdot k_{\text{зан}}} = \frac{1,27 \cdot 1,58 \cdot 3,78 \cdot 0,85}{1100 \cdot 0,036^2 \cdot 0,46} = 9,83 \text{ шт}, \quad (2.13)$$

где  $\Delta_n$  – плотность патронирования для угленита 13П, 1100 кг/м<sup>3</sup>;  
 $d_n$  - диаметр патрона угленита 13П, 0,036 м;  
 $k_{\text{зан}}$  – коэффициент заполнения шпура, 0,4-0,6.

Принимаем 10 шпуров.

Для породного забоя:

верхняя подрывка  $N_{\text{н.в.}} = \frac{1,27 \cdot q_{\text{в}} \cdot S_{\text{вч.п.}} \cdot \eta}{\Delta_n \cdot d_n^2 \cdot k_{\text{зан}}} = \frac{1,27 \cdot 1,90 \cdot 1,3 \cdot 0,95}{1100 \cdot 0,036^2 \cdot 0,45} = 4,6 \text{ шт}.$

Принимаем 5 шпуров.

нижняя подрывка:  $N = \frac{1,27 \cdot q_{\text{н}} \cdot S_{\text{вч.п.н}} \cdot \eta}{\Delta_n \cdot d_n^2 \cdot k_{\text{зан}}} = \frac{1,27 \cdot 1,82 \cdot 13,62 \cdot 0,95}{1100 \cdot 0,036^2 \cdot 0,45} = 46,6 \text{ шт}.$

Принимаем 47 шпуров.

*Определение массы шпурового заряда*

Для угольного забоя:

$$q_{ш.у} = Q_{зах.у} / N_y = 11,94 / 10 = 1,19 \text{ кг.} \quad (2.14)$$

Т.к. масса патрона угленита 13П составляет 0,2 кг, принимаем 6 патронов.

Для породного забоя:

верхняя подрывка  $q_{ш.п.в} = 4,94 / 5 = 0,98 \text{ кг;}$  т.е. 4 патрона по 0,25 кг.

нижняя подрывка:  $q_{ш.п.н} = 49,58 / 47 = 1,05 \text{ кг;}$  т.е. 4 патрона по 0,25 кг.

*Определение длины забойки*

$$l_{заб} = l_{ш} - l_{зар} = l_{ш} - l_n \cdot n_n, \text{ м.}, \quad (2.15)$$

где  $l_{ш}$  - длина шпура, м (для шпуров, перпендикулярных к плоскости забоя, равна глубине шпура; для остальных – глубина, деленная на синус угла наклона шпура к плоскости забоя);

$l_n$  - длина патрона, м (0,18 м для угленита 13П, 0,26 м для аммонита Ф5);

$n_n$  - количество патронов в шпуровом заряде.

Для угольного забоя:  $l_{заб.у} = 2,10 - 0,18 \cdot 6 = 1,02 \text{ м.}$

Для породного забоя:  $l_{заб.п} = 2,05 - 0,26 \cdot 4 = 1,01 \text{ м.}$

По [3] длина забойки должна быть не менее 0,5 м, следовательно, условие ПБ выполняется.

*Конструкция забойки*

В шахтах, опасных по газу и пыли, следует применять гидрозабойку в виде водонаполненных полиэтиленовых ампул с обратным клапаном или ингибиторная забойка в виде пастообразной массы, запатронированной в полиэтиленовые ампулы (ПЗМ-3) в сочетании с запирающей забойкой из водопроницаемых материалов (песка, граншлака, смеси глины с песком) длиной не менее 35 см.

Т.к. в выработке имеется выделение метана, принимается гидрозабойка в породном и угольном забоях в сочетании с запирающей забойкой из глины длиной 66 см и 67 см, соответственно.

Составление схемы расположения шпуров

*Определение площади поперечного сечения выработки, приходящейся 1 шпур.*

Для угольного забоя:  $S' = S_{вч.уг} / N_y = 3,78 / 10 = 0,38 \text{ м}^2. \quad (2.16)$

Для породного забоя:

верхняя подрывка:  $S' = 1,3 / 5 = 0,26 \text{ м}^2;$

нижняя подрывка:  $S' = 13,63 / 47 = 0,29 \text{ м}^2.$



Приняв полученную площадь за круг – определим среднее расстояние между шпурами:

для угольного забоя:

$$a = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,38}{3,14}} = 0,70 \text{ м}, \quad (2.17)$$

что более минимального, равного 0,6 м [3]. Шпуры располагаем в 2 ряда в шахматном порядке (схема приведена на рис.2.3). Сведения о шпурах и зарядов приведены в табл.2.1.

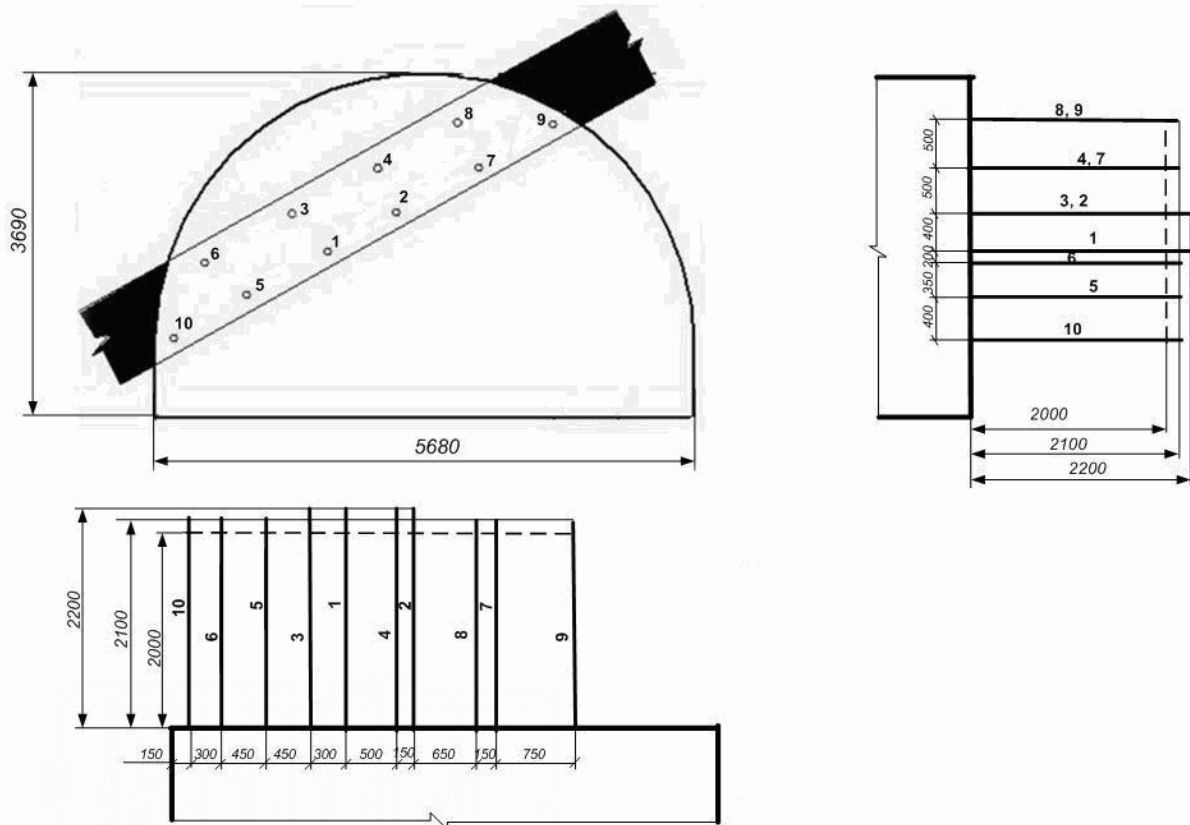


Рисунок 2.3 – Схема расположения шпуров в угольном забое

Таблица 2.1 – Сведения о шпурах и зарядах в угольном забое

№ шпура	Длина шпура, м	Угол наклона, град.		Величина заряда, кг		Длина забойки, м	Очередность взрывания
		к вертикали	к горизонтали	шпура	группы шпуров		
1	2,20	90	90	1,2	1,2	1,12	ЭДКЗ - ОП
2	2,20	90	90	1,2	1,2	1,12	ЭДКЗ - 1ПКМ
3, 4	2,20	90	90	1,2	2,4	1,12	ЭДКЗ - 2ПКМ
5 - 8	2,10	90	90	1,2	4,8	1,02	ЭДКЗ - 3ПКМ
9, 10	2,10	90	90	1,2	2,4	1,02	ЭДКЗ - 4ПКМ

$$\sum Q_{\phi} = 12,0$$

для породного забоя:

верхняя подрывка:  $a = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,26}{3,14}} = 0,58 \text{ м};$

нижняя подрывка:  $a = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,29}{3,14}} = 0,61 \text{ м};$

что более 0,3 м при взрывании по породе для  $f \geq 7$  [5].

Определяем количество шпуров по почве выработки

$$N_n = l_1 / a + 1 = 5,68 / 0,61 + 1 = 10,3 \text{ шпуров}, \quad (2.18)$$

где  $l_1$  – ширина выработки в черне по почве, 5,680 м.

Принимаем 11 шпуров с учетом 1 шпура на канавку.

Остальные 36 шпуров располагают равномерно по площади сечения (ооконтуривающие - по контуру выработки, остальные – рядами параллельно второй открытой поверхности). Расстояние между зарядом шпура и открытой поверхностью - не менее 0,3 м [3]. Схема расположения шпуров приведена на рис.2.3. Сведения о шпурах и зарядов приведены в табл.2.2.

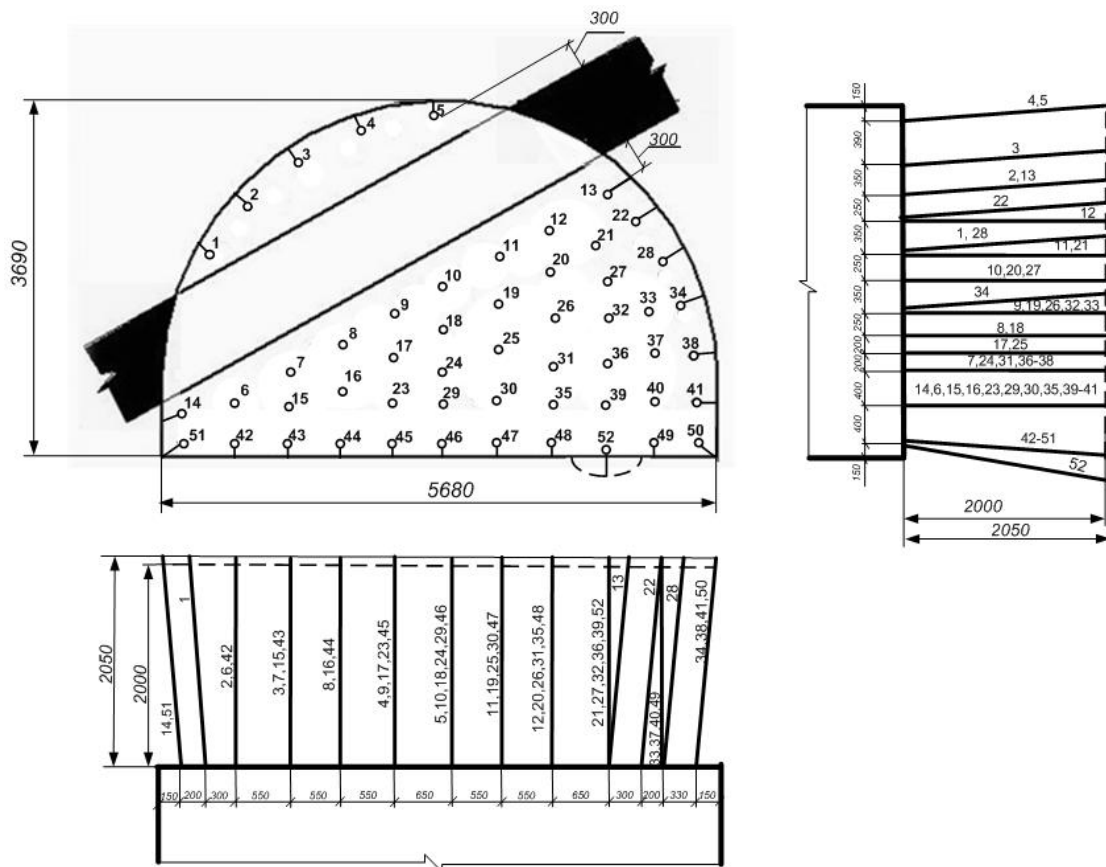


Рисунок 2.4 – Схема расположения шпуров в породном забое

Таблица 2.2 – Сведения о шпурах и зарядах в породном забое

№ шпура	Длина шпура, м	Угол наклона, град.		Величина заряда, кг		Длина забойки, м	Очередность взрывания
		к вертикали	к горизонтали	шпура	группы шпуров		
1-5	2,10	85	85	1,0	5,0	1,06	ЭДКЗ - 0П
6-12	2,05	90	90	1,0	7,0	1,01	ЭДКЗ - 0П
13, 14	2,10	85	85	1,0	2,0	1,06	ЭДКЗ - 1ПКМ
15 - 21	2,05	90	90	1,0	7,0	1,01	ЭДКЗ - 2ПКМ
22	2,10	85	85	1,0	1,0	1,01	ЭДКЗ - 2ПКМ
23 - 27	2,05	90	90	1,0	5,0	1,01	ЭДКЗ - 3ПКМ
28	2,10	85	85	1,0	1,0	1,06	ЭДКЗ - 3ПКМ
29 - 33	2,05	90	90	1,0	5,0	1,01	ЭДКЗ - 4ПКМ
34	2,10	85	85	1,0	1,0	1,06	ЭДКЗ - 4ПКМ
35 - 37	2,05	90	90	1,0	3,0	1,01	ЭДКЗ - 5ПКМ
38	2,10	85	85	1,0	1,0	1,06	ЭДКЗ - 5ПКМ
39 - 40	2,05	90	90	1,0	2,0	1,01	ЭДКЗ - 6ПКМ
41	2,10	85	85	1,0	1,0	1,06	ЭДКЗ - 6ПКМ
42 - 49	2,10	90	85	1,0	8,0	1,06	ЭДКЗ - 7ПКМ
50 - 51	2,10	85	85	1,0	2,0	1,06	ЭДКЗ - 8ПКМ
52	2,15	90	85	1,0	1,0	1,11	ЭДКЗ - 8ПКМ

$$\sum Q_{\phi} = 52,0$$

*Расхождение между расчетным и фактическим расходом ВВ*

Расхождение не должно превышать 5%.

*Для угольного забоя:*

$$\Delta Q_y = \frac{\sum Q_{\phi.y} - Q_{\text{зах.y}}}{Q_{\text{зах.y}}} \cdot 100\% = \frac{12,0 - 11,94}{11,94} \cdot 100\% = 0,5\%. \quad (2.19)$$

*Для породного забоя:*

Суммарное расчетное значение расхода ВВ для верхней и нижней подрывок равно:

$$Q_{\text{зах.n}} = Q_{\text{зах.n.в}} + Q_{\text{зах.n.н}} = 4,94 + 49,58 = 54,52 \text{ кг}. \quad (2.20)$$

$$\Delta Q_{\text{n.в}} = \frac{\sum Q_{\phi.n} - Q_{\text{зах.n}}}{Q_{\text{зах.n}}} \cdot 100\% = \frac{52,0 - 54,52}{54,52} \cdot 100\% = -4,6\%. \quad (2.21)$$

Отклонения не превышают допустимого расхождения. Окончательно масса шпуровых зарядов и количество шпуров устанавливаются после 3-х опытных взрываний в забое, что подтверждается соответствующими актами.

### 2.3 Расчет сменной скорости проведения выработки проходческим комбайном избирательного действия

Расчет сменной скорости проведения выработки проходческим комбайном избирательного действия производится, если на основании исходных данных выбрана комбайновая технология. Для расчета применяется значение площади сечения выработки в проходке  $S_{np}$ .

#### Расчет сменной скорости проведения горной выработки проходческим комбайном избирательного действия и конвейерном транспорте горной массы

$$V_{см} = \frac{T_{см} - t_{n-зак}}{\frac{S_{np}}{3600 \cdot m \cdot b \cdot V_{n,max} \cdot \kappa_э} + \frac{T_{см}}{l_p \cdot H_p \cdot n_p} + \frac{\kappa_n \cdot T_{см}}{L \cdot H_{кр} \cdot \kappa_m \cdot n_{кр}}}, \text{ м/смену, (2.22)}$$

где  $T_{см}$  – продолжительность рабочей смены, б ч;

$t_{n-зак}$  – продолжительность подготовительно-заключительных операций, 0,5 ч;

$m$  – толщина вынимаемого слоя (зависит от диаметра исполнительного органа комбайна), м;

$b$  – величина заглубления исполнительного органа комбайна в массив, м;

$V_{n,max}$  – максимальная скорость перемещения исполнительного органа комбайна по забою выработки, 0,14-0,28 м/с;

$\kappa_э$  – коэффициент использования комбайна в течение смены, 0,3-0,7.

$l_p$  – длина рештака, м;

$H_p$  – норма выработки по наращиванию скребкового конвейера (определяется по ЕНиР-36 [8]);

$n_p$  – количество работников, занятых на наращивании скребкового конвейера, 3-4 чел.;

$\kappa_n$  – коэффициент несовмещенного крепления, 0,1-0,3;

$L$  – расстояние между рамами крепи, м;

$H_{кр}$  – норма выработки на крепление (определяется по ЕНиР-36 [8]);

$\kappa_m$  – коэффициент механизации крепления; при использовании механических средств для возведения крепи равен 1,05-1,15;

$n_{кр}$  – количество проходчиков, занятых на креплении, чел.

#### Расчет сменной скорости проведения горной выработки проходческим комбайном избирательного действия и рельсовом транспорте горной массы

$$V_{см} = \frac{T_{см} - t_{n-зак}}{\frac{S_{np}}{3600 \cdot m \cdot b \cdot V_{n,max} \cdot \kappa_э} + \frac{S_{np} \cdot \kappa_p \cdot \left( \frac{l}{V_{зр}} + \frac{l}{V_{нор}} + \Theta \right)}{3600 \cdot V_{сост}} + \frac{\kappa_n \cdot T_{см}}{L \cdot H_{кр} \cdot \kappa_m \cdot n_{кр}}}, \text{ м/смену, (2.23)}$$

где  $k_p$  – коэффициент разрыхления породы;  
 $l$  – длина откатки состава до разминовки, 50-100 м;  
 $V_{зр}$  – скорость передвижения груженого состава, 1 м/с;  
 $V_{пор}$  – скорость передвижения порожнего состава, 1,5 м/с;  
 $\Theta$  – продолжительность концевых операций, 180-200 с;  
 $V_{сост}$  – емкость состава вагонеток под перегружателем, м<sup>3</sup>,

$$V_{сост} = \Psi \cdot n_{ваг} \cdot V_{ваг}, \text{ м}^3,$$

где  $\Psi$  – коэффициент загрузки вагонетки, 0,9;  
 $n_{ваг}$  – количество вагонеток под перегружателем, шт.;  
 $V_{ваг}$  – емкость вагонетки, м<sup>3</sup>.

Варьируя коэффициентами  $k_3$  и  $k_n$ , рассчитанное значение  $V_{см}$  делают кратным шагу крепи.

На рис.2.5 приведен пример расчета при помощи ПК сменной скорости проведения выработки проходческим комбайном избирательного действия при рельсовом транспорте.

Программа

Сменная скорость | Трудоёмкость комбайнового проведения | Комбайновые проведения | Трудоёмкость БВР | БВР проведение | Проходческие работы

Определение сменной скорости проведения выработки проходческим комбайном избирательного действия

$$V_{см} = \frac{T_{см} - t_{п.з.}}{\frac{I \cdot S_{вч}}{3600 m B v_{п.мах} k_T} + \frac{S_{вч} k_p (l/v_n + l/V_r + \theta)}{3600 t_{пр}} + \frac{k_n T_{см}}{LH_{пр} k_n n_k}} \text{ м/смену}$$

$$V_{пр} = \Psi V_{в} n_{в}$$

$V_{см} = \frac{6 - 0,5}{\frac{18,3}{3600 \cdot 0,6 \cdot 0,2 \cdot 0,14 \cdot 0,5} + \frac{18,3 \cdot 2 \cdot (100/1,5 + 100/1 + 200)}{3600 \cdot 0,8 \cdot 2,5 \cdot 4} + \frac{0,6 \cdot 6}{0,6 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 4}} = 7,151 \text{ м/смену}$

$$K_n = \frac{\sum n_i}{n_{нр}}$$

$$K_n = \frac{6,3}{6} = 1,05$$

Вычислять

Рисунок 2.5 – Пример расчета сменной скорости проведения выработки проходческим комбайном избирательного действия при рельсовом транспорте

## 2.4 Определение объемов работ по процессам, норм выработки, производительности труда, численного состава проходческой бригады

При буровзрывной технологии проведения длина заходки,  $l_{зах}$ , должна обеспечивать достижение месячной скорости проведения горной выработки не меньшей, чем нормативная. Длина заходки определяется из выражения(2.24).

$$l_{зах} = \frac{V_{np} \cdot T_{ц}}{n_{дн} \cdot T_{сут}}, \text{ м}, \quad (2.24)$$

где  $V_{np}$  - нормативная месячная скорость проведения выработки, м/мес;

$T_{ц}$  - продолжительность проходческого цикла при проведении выработки, ч (6, 9 или 12 ч);

$n_{дн}$  - количество рабочих дней по проведению выработки в течение месяца (в среднем по году – 25,6);

$T_{сут}$  - количество часов по проведению выработки в течение суток, ч.

Длина заходки должна быть кратной шагу крепи.

### Расчет объемов работ.

Объем работ по бурению шпуров по углю равен:

$$V_{б.уг} = \sum_{i=1}^{N_{ш.уг}} l_{ш.уг_i} =, \text{ м}, \quad (2.25)$$

где  $N_{ш.уг}$  - количество шпуров по углю, шт.;

$l_{ш.уг_i}$  - длина  $i$ -го шпура по углю, м.

Объем работ по бурению шпуров по породе равен:

$$V_{б.п.} = \sum_{i=1}^{N_{ш.п.}} l_{ш.п_i}, \text{ м}, \quad (2.26)$$

где  $N_{ш.п.}$  - количество шпуров по породе, шт.;

$l_{ш.п_i}$  - длина шпура по породе, м.

Объем погрузки угля определяется:

$$V_{п.уг} = S_{np.уг} \cdot l_{зах}, \text{ м}^3, \quad (2.27)$$

где  $S_{np.уг}$  - площадь угольного забоя в проходке,  $\text{м}^2$ .

Объем погрузки породы определяется:

$$V_{п.п.} = S_{np.п.} \cdot l_{зах}, \text{ м}^3, \quad (2.28)$$

где  $S_{np.п.}$  - площадь породного забоя в проходке,  $\text{м}^2$ .

Объем работ по возведению металлической арочной крепи равен:

$$V_{кр} = \frac{l_{зах}}{L_{кр}}, \text{ рам,} \quad (2.29)$$

где  $L_{кр}$  - расстояние между рамами крепи (шаг крепи), м.

Объем работ по настилке рельсового пути равен:

$$V_{н.рел} = l_{зах}, \text{ м.} \quad (2.30)$$

Объем работ по наращиванию скребкового конвейера определяется:

$$V_{конв} = \frac{l_{зах}}{l_{решит}}, \text{ решт.,} \quad (2.31)$$

где  $l_{решит}$  - длина рештака, м.

Объемы работ по креплению водоотливной канавки, наращиванию противопожарно-оросительного и вентиляционного трубопроводов равны длине заходки:

$$V_{к.к.} = V_{н.тр} = V_{в.тр} = l_{зах}, \text{ м.} \quad (2.32)$$

#### Расчет норм выработки по работам проходческого цикла.

Норма выработки определяется для каждой из работ проходческого цикла следующим образом:

$$H_{\text{в}_i} = \frac{T_{см}}{H_{\text{вр, по ЕНиР}}} \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (2.33)$$

где  $T_{см}$  - продолжительность смены, 6 ч;

$H_{\text{вр, по ЕНиР}}$  - норма времени по соответствующей работе из ЕНиР-36, ч/ед.изм.;

$K_1$  - коэффициент, учитывающий применение новой техники:

$$K_1 = \frac{\Pi_{н.о.}}{\Pi_{баз.}}, \quad (2.34)$$

где  $\Pi_{н.о.}$  - производительность нового оборудования, ед.изм.;

$\Pi_{баз.}$  - производительность базового оборудования, указанного в ЕНиР-36, ед.изм.;

$K_2$  - коэффициент, учитывающий применение новой технологии, 1,05-1,15.

#### Расчет трудоемкости работ проходческого цикла.

Трудоемкость каждой из работ проходческого цикла рассчитывается следующим образом:

$$n'_i = \frac{V_i}{H_{\text{в}_i}}, \text{ чел.-смен.} \quad (2.35)$$

Результаты расчетов заносятся в табл.2.3.

Таблица 2.3 – Расчет норм выработки и трудоемкости работ проходческого цикла

Наименование работы	Ед. изм.	Объем работы	Норма выработки				Трудоемкость, чел.-смен
			по ЕНиР	К <sub>1</sub>	К <sub>2</sub>	принятая	
1	2	3	4	5	6	7	8
Бурение шпуров по углю	м	$V_{б.уг}$				$H_{б.уг}$	$n'_{б.уг} = \frac{V_{б.уг}}{H_{б.уг}}$
Бурение шпуров по породе	м	$V_{б.п.}$				$H_{б.п.}$	$n'_{б.п.} = \frac{V_{б.п.}}{H_{б.п.}}$
Погрузка угля	м <sup>3</sup>	$V_{п.уг}$				$H_{п.уг}$	$n'_{п.уг} = \frac{V_{п.уг}}{H_{п.уг}}$
Погрузка породы	м <sup>3</sup>	$V_{п.п.}$				$H_{п.п.}$	$n'_{п.п.} = \frac{V_{п.п.}}{H_{п.п.}}$
1	2	3	4	5	6	7	8
Крепление	рам	$V_{кр}$				$H_{кр}$	$n'_{кр} = \frac{V_{кр}}{H_{кр}}$
Настилка рельсового пути	м	$V_{н.рел}$				$H_{н.рел}$	$n'_{н.рел} = \frac{V_{н.рел}}{H_{н.рел}}$
Наращивание скребкового конвейера	решт.	$V_{конв}$				$H_{конв}$	$n'_{конв} = \frac{V_{конв}}{H_{конв}}$
Крепление водоотливной канавки	м	$V_{к.к.}$				$H_{к.к.}$	$n'_{к.к.} = \frac{V_{к.к.}}{H_{к.к.}}$
Наращивание противопожарно – оросительного трубопровода	м	$V_{н.тп}$				$H_{н.тп}$	$n'_{н.тп} = \frac{V_{н.тп}}{H_{н.тп}}$
Наращивание вентиляционного трубопровода	м	$V_{в.тп}$				$H_{в.тп}$	$n'_{в.тп} = \frac{V_{в.тп}}{H_{в.тп}}$
							$\sum n'_y$

Расчет состава комплексной проходческой бригады

Явочный состав проходческого звена,  $n_{яв}$ , принимается путем округления

до меньшего целого значения  $\sum n'_y$ .



Коэффициент перевыполнения нормы выработки равен:

$$K_n = \frac{\sum n'_u}{n_{яв}}. \quad (2.36)$$

Он должен находиться в интервале 1,03-1,25.

Явочный суточный состав проходческой бригады определяется:

$$N_{яв.сут.} = n_{яв} \cdot n_{см.раб}, \text{ чел.}, \quad (2.37)$$

где  $n_{см.раб}$  - количество смен по проведению выработки в сутки, смен.

Списочный суточный состав проходческой бригады определяется:

$$N_{сп.сут.} = N_{яв.сут.} \cdot K_{сп}, \text{ чел.}, \quad (2.38)$$

где  $K_{сп}$  - коэффициент списочного состава бригады, 1,6-1,8.

## 2.5 Расчет и построение графика организации работ

Расчет продолжительности работ проходческого цикла начинается с установки значения его продолжительности,  $T_u$ , в зависимости от  $S_{пр.}$ ,  $l_{зах.}$ ,  $f$ , угла наклона выработки, водопритока и метановыделения при проведении.  $T_u$  может равняться продолжительности одной смены (6 ч), 1,5 смен (9 ч) или 2-х смен (12 ч).

При буровзрывной технологии проведения горной выработки для определения продолжительности работ проходческого цикла необходимо рассчитывать коэффициент  $\alpha$ . Он учитывает ненормированные (на которые нет норм времени в ЕНиР) работы проходческого цикла и определяется из выражения (2.39).

$$\alpha = \frac{T_u - t_{н.с.} - t_{зар.уг} - t_{пров.уг} - t_{зар.п.} - t_{пров.п.} - t_p}{T_u}, \quad (2.39)$$

где  $t_{н.с.}$  - продолжительность приема-сдачи смены, 10-15 мин;

$t_{зар.уг}$  - продолжительность заряжания шпуров по углю, мин;

$t_{пров.уг}$  - продолжительность проветривания выработки после взрывания по углю, 10-30 мин;

$t_{зар.п.}$  - продолжительность заряжания шпуров по породе, мин;

$t_{пров.п.}$  - продолжительность проветривания выработки после взрывания по породе, 15-30 мин;

$t_p$  - резервное время, 10-30 мин.

Продолжительность заряжания шпуров по углю равна:

$$t_{зар.уг} = \frac{N_{ш.уг} \cdot t_{зар}^{1ш}}{n_{зар.уг}}, \text{ мин.}, \quad (2.40)$$

где  $N_{ш.уг}$  - количество шпуров по углю, шт.;

$t_{зар}^{1ш}$  - продолжительность заряжания одного шпура, 3-5 мин;

$n_{зар.уг}$  - количество заряжающих по углю, чел.

Продолжительность заряжания шпуров по породе равна:

$$t_{зар.п.} = \frac{N_{ш.п.} \cdot t_{зар}^{1ш}}{n_{зар.п.}}, \text{ мин}, \quad (2.41)$$

где  $N_{ш.п.}$  - количество шпуров по породе, шт.;

$n_{зар.п.}$  - количество заряжающих по породе, чел.

Время бурения шпуров по углю:

$$t_{б.уг} = \frac{\alpha \cdot T_{см} \cdot n'_{б.уг}}{n_{б.уг} \cdot K_n}, \text{ ч}, \quad (2.42)$$

где  $n_{б.уг}$  - число проходчиков, занятых бурением шпуров по углю, чел.

Время бурения шпуров по породе:

$$t_{б.п.} = \frac{\alpha \cdot T_{см} \cdot n'_{б.п.}}{n_{б.п.} \cdot K_n}, \text{ ч}, \quad (2.43)$$

где  $n_{б.п.}$  - число проходчиков, занятых бурением шпуров по породе, чел.

Время погрузки угля:

$$t_{н.уг} = \frac{\alpha \cdot T_{см} \cdot n'_{н.уг}}{n_{н.уг} \cdot K_n}, \text{ ч}, \quad (2.44)$$

где  $n_{н.уг}$  - число проходчиков, занятых погрузкой угля (с учетом обслуживающих транспортную цепочку), чел.

Время погрузки породы:

$$t_{н.п.} = \frac{\alpha \cdot T_{см} \cdot n'_{н.п.}}{n_{н.п.} \cdot K_n}, \text{ ч}, \quad (2.45)$$

где  $n_{н.п.}$  - число проходчиков, занятых погрузкой породы (с учетом обслуживающих транспортную цепочку), чел.

Время настилки рельсового пути:

$$t_{н.рел} = \frac{\alpha \cdot T_{см} \cdot n'_{н.рел}}{n_{н.рел} \cdot K_n}, \text{ ч}, \quad (2.46)$$

где  $n_{н.рел}$  - число проходчиков, занятых настилкой рельсового пути, 3-4 чел.

Время наращивания секций скребкового конвейера:

$$t_{конв} = \frac{\alpha \cdot T_{см} \cdot n'_{конв}}{n_{конв} \cdot K_n}, \text{ ч}, \quad (2.47)$$

где  $n_{конв}$  - число проходчиков, занятых наращиванием секций скребкового конвейера, 3-4 чел.

Время крепления водоотливной канавки:

$$t_{к.к.} = \frac{\alpha \cdot T_{см} \cdot n'_{к.к.}}{n_{к.к.} \cdot K_n}, \text{ ч}, \quad (2.48)$$

где  $n_{к.к.}$  - число проходчиков, занятых креплением водоотливной канавки, 2-3 чел.

При возведении постоянной крепи число проходчиков меняется. Поэтому определяют трудоемкость этой работы по формуле (2.49):

$$t'_{кр} = \frac{\alpha \cdot T_{см} \cdot n'_{кр}}{K_n}, \text{ чел} - \text{ч}. \quad (2.49)$$

После определения продолжительностей работ проходческого цикла строится график организации работ на цикл с учетом технологической совместимости выполняемых работ и требований [3].

Проверка правильности построения графика организации работ производится по формуле (2.50):

$$t'_{кр} = \sum_{i=1}^{n_{яг}} n_{кр_i} \cdot t_{кр_i} \pm 1, \text{ чел} - \text{ч}. \quad (2.50)$$

На рис.2.6 приведен пример расчета при помощи ПК

Операция	Объем работ на цикл	Расчет нормы выработки			Количество человек за смену
		По/11/	K1	K2	
	$V_{бу} = N_y \cdot I_y / \eta_y \cdot \cos \alpha$			Принятый	
	$V_{бу} = 8 \cdot 2 / 0.9 \cdot 0.95 = 18.71$	6 / 0.11 = 54.54	1.1	1	60
	$V_{бп} = N_{п} \cdot I_{с} / \eta_{п} \cdot \cos \alpha$				
	$V_{бп} = 20 \cdot 2 / 0.95 \cdot 0.95 = 44.32$	6 / 0.13 = 46.15	1.1	1	50.769
	$V_{п.у} = S_y \cdot I_{с}$				
	$V_{п.у} = 3.8 \cdot 2 = 7.6$	6 / 0.23 = 26.08	1	1	26.086
	$V_{шт} = V_{см} / L$				
	$V_{шт} = 7.151 / 0.6 = 11.91$	6 / 0.27 = 22.22	1	1	22.222
	$V_{кр} = I_{с} / L$				
	$V_{кр} = 2 / 1 = 2$	6 / 6.4 = 0.937	1	1	0.9375
	$V_{н.п} = I_{с}$ $V_{нп} = 2$	6 / 2.1 = 2.857	1	1	2.8571
	$V_{к.к} = I_{с}$ $V_{кк} = 8$	6 / 0.85 = 7.058	1	1	7.0588
					5.1292

Рисунок 2.6 – Пример расчета трудоемкости проходческого цикла при буровзрывной технологии проведения выработки

На рис.2.7 приведен график организации работ на цикл с учетом технологической совместимости выполняемых работ и требований [3] при буровзрывной технологии проведения.

Рекомендуется количество проходчиков, занятых на выполнении определенной работы показывать соответствующим числом горизонтальных линий.

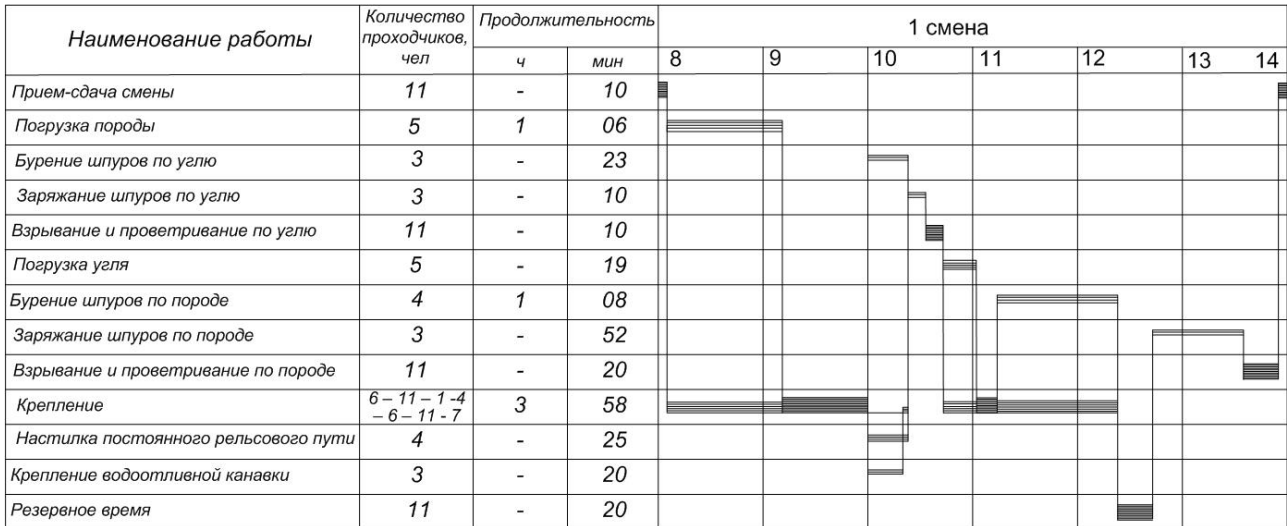


Рисунок 2.7 – График организации работ при буровзрывной технологии проведения

Проверка правильности построения графика организации работ:  
по графику организации работ трудоемкость крепления равна

$$t_{кр}^i = 6 \cdot \frac{66}{60} + 11 \cdot \frac{49}{60} + 1 \cdot \frac{20}{60} + 4 \cdot \frac{3}{60} + 6 \cdot \frac{19}{60} + 11 \cdot \frac{13}{60} + 7 \cdot \frac{68}{60} = 27,72 \text{ чел-ч};$$

по ранее выполненному расчету [5] она равна 28,3 чел-ч.

Разница составляет 0,52 чел-ч, что меньше 1 чел-ч, следовательно, график построен верно.

На рис.2.8 приведен график организации работ на смену при применении комбайна КСП-32 и транспортировании горной массы в вагонетках. Проверка правильности построения также выполняется по трудоемкости крепления.

Операция, процесс	Кол- во участ.	Время		1 смена, ч											
		Час	мин	8		9		10		11		12		13	
Прием, сдача смены	6	-	12	6										6	
Работа комбайна	4	2	37	4		4		4		4		4			
Крепление штрека	2-6-4	5	43	2 6		2 6		2 6		2 6		2 6		4 4	
Настилка рельсового пути	2	-	55									2			
Крепление водосточной канавки	2	-	17											2	
Резервное время	6	-	5											6	

Рисунок 2.8 – График организации работ при комбайновой технологии проведения

### 3 МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНКА ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ

#### 3.1 Методы контроля и оценка знаний студентов при наличии экзамена

Экзамен по дисциплине «Сооружение горизонтальных и наклонных выработок» проводится в письменной форме. К нему допускаются студенты очной формы обучения, выполнившие график учебного процесса, и студенты заочной формы, которые выполнили и защитили контрольную работу.

Распределение баллов за изучение дисциплины студентами очной формы производится в соответствии с табл.3.1.

Таблица 3.1 - Распределение баллов для студентов очной формы

За освоение учебного материала по темам										За экзамен	Сумма
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	60	100
6	7	3	2	2	8	2	6	2	2		

Распределение баллов за изучение дисциплины студентами заочной формы производится в соответствии с табл.3.2.

Таблица 3.2 - Распределение баллов для студентов заочной формы

За освоение учебного материала по темам										За контр. раб.	За экзамен	Сумма
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	20	60	100
3	4	1	1	1	4	1	3	1	1			

Распределение баллов производится пропорционально количеству часов, отведенных на изучение каждой темы. Для тем, которые изучаются на лекциях, максимальное количество баллов выставляется, если студент тщательно конспектирует материал и принимает активное участие в обсуждении.

При выполнении практических работ максимальное количество баллов выставляется при выполнении студентом необходимых расчетов и ответе на контрольные вопросы.

Для тем, изучаемых студентом самостоятельно, баллы выставляются в зависимости от полноты конспекта и ответов на контрольные вопросы.

Экзаменационный билет содержит 3 вопроса. Примеры экзаменационных билетов приведены в приложении А.

Ответ на каждый вопрос оценивается от 0 до 20 баллов. Максимальная оценка по каждому вопросу выставляется, если ответ соответствует следующим компетенциям: ОК-6, ПК-3, ПК-3, ПК-4, ПК-6, ПК-11, ПК-15, ПСК-5-3, ПСК-5-4. Если при ответе студент допустил серьезные ошибки или полное незнание вопроса, ему выставляется 0 баллов.

Результирующая оценка выставляется в соответствии с табл.3.3.

Таблица 3.3 - Соотношения между суммой баллов по 100-бальной шкале и оценками по шкалам - государственной и ECTS

Сумма баллов по 100-бальной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Отлично
80-89	B	Хорошо
75-79	C	
70-74	D	Удовлетворительно
60-69	E	
35-59	FX	Неудовлетворительно
0-34	F	

### 3.2 Методы контроля и оценка знаний студентов при наличии зачета

К зачету допускаются студенты, выполнившие график учебного процесса. Студенты заочной формы обучения должны также выполнить и защитить контрольную работу.

Распределение баллов производится пропорционально количеству часов, отведенных на изучение каждой темы. Для тем, которые изучаются на лекциях, максимальное количество баллов выставляется, если студент тщательно конспектирует материал и принимает активное участие в обсуждении.

При выполнении практических работ максимальное количество баллов выставляется при выполнении студентом необходимых расчетов и ответе на контрольные вопросы.

При выполнении контрольной работы студентами заочной формы обучения максимальное количество баллов выставляется при полном выполнении работы и ответе на контрольные вопросы.

Для тем, изучаемых студентом самостоятельно, баллы выставляются в зависимости от полноты конспекта и ответов на контрольные вопросы.

Результирующая оценка выставляется в соответствии с табл.3.4.

Таблица 3.4 - Соотношения между суммой баллов по 100-бальной шкале и оценками по шкалам - государственной и ECTS

Сумма баллов по 100-бальной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Зачтено
80-89	B	
75-79	C	
70-74	D	
60-69	E	
35-59	FX	Не зачтено
0-34	F	

Распределение баллов за изучение дисциплины «Основы горного дела. Строительная геотехнология» студентами очной формы обучения производится в соответствии с табл.3.5.

Таблица 3.5 - Распределение баллов для студентов очной формы обучения

За освоение учебного материала по темам									Сумма
Тема 1	Тема 2	Тема 3	Тема 4	Тема 5	Тема 6	Тема 7	Тема 8	Тема 9	100
12	12	12	30	16	4	4	4	6	

Распределение баллов за изучение дисциплины студентами заочной формы обучения производится в соответствии с табл.3.6.

Таблица 3.6 - Распределение баллов для студентов заочной формы обучения

За освоение учебного материала по темам									За контр. раб.	Сумма
Тема1	Тема 2	Тема 3	Тема 4	Тема 5	Тема 6	Тема 7	Тема 8	Тема9	42	100
6	8	8	16	10	2	2	2	4		

Распределение баллов за изучение дисциплины «Геотехнология. Строительная» студентами очной формы обучения производится в соответствии с табл.3.7.

Таблица 3.7 - Распределение баллов для студентов очной формы обучения

За освоение учебного материала по темам							Сумма
Тема 1	Тема 2	Тема 3	Тема 4	Тема 5	Тема 6	Тема 7	100
12	12	12	40	12	6	6	

Распределение баллов за изучение дисциплины студентами заочной формы обучения производится в соответствии с табл.3.8.

Таблица 3.8 - Распределение баллов для студентов заочной формы обучения

За освоение учебного материала по темам							За контр. раб.	Сумма
Тема1	Тема2	Тема3	Тема4	Тема5	Тема6	Тема7	42	100
8	8	8	20	8	3	3		

### 3.3 Методы контроля выполнения и оценка курсового проекта

Распределение баллов за выполнение курсового проекта студентами всех форм обучения производится в соответствии с табл.3.9.

Таблица 3.9 - Распределение баллов за выполнение курсового проекта

Пояснительная записка	Графическая часть	Защита работы	Сумма
до 40	до 40	до 20	100

Результующая оценка выставляется в соответствии с табл.3.10.

Таблица 3.10 - Соотношения между суммой баллов по 100-бальной шкале и оценками по шкалам - государственной и ECTS

Сумма баллов по 100-бальной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Отлично
80-89	B	Хорошо
75-79	C	
70-74	D	Удовлетворительно
60-69	E	
35-59	FX	Неудовлетворительно
0-34	F	

## 4 ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ

### Тема 1. Технологии строительства горных выработок.

1. Назовите области применения обычных и специальных способов проведения горных выработок.
2. Приведите виды технологий отделения породы от массива.
3. Охарактеризуйте сущность гидравлической, гидромеханической и



ручной технологий проведения горных выработок.

4. Какие работы включает каждый из этапов строительства горной выработки?

5. Опишите инновационные решения при строительстве технологической части выработки.

6. Приведите формулы для расчета продолжительности этапов строительства горной выработки.

7. В чем состоит разница между строительством и проведением горной выработки?

8. Приведите формы поперечных сечений горных выработок и области их применения.

9. Проходческий цикл и его элементы.

*Тема 2. Буровзрывная технология строительства горизонтальных полевых выработок.*

1. Назовите ручные средства бурения шпуров и приведите их технические характеристики.

2. Назовите типы шахтных бурильных установок отечественного производства.

3. Назовите типы шахтных бурильных установок зарубежного производства.

4. Какие классы промышленных взрывчатых веществ используют на подземных работах?

5. Какие типы средств инициирования используют на подземных работах?

6. Назовите инновационные решения для повышения длины заходки.

7. Назовите требования [3] при зарядании шпуров в проходческом забое.

8. Приведите требования [3] к водяным и сланцевым заслонам.

9. Проанализируйте способы и схемы проветривания, области их применения, достоинства и недостатки.

10. Какие требования [3] необходимо выполнять при проветривании проходческого забоя?

11. Назовите типы вентиляторов, используемых для местного проветривания.

12. Приведите формулы для расчета производительности вентилятора местного проветривания.

13. Приведите формулы для расчета напора вентилятора местного проветривания.

14. Охарактеризуйте виды временного крепления.

15. Приведите основные типы оборудования для погрузки породы и области их применения.

16. Приведите технические характеристики погрузочных машин периодического действия.

17. Приведите технические характеристики погрузочных машин

непрерывного действия.

18. Приведите технические характеристики скреперных установок.
19. Приведите технические характеристики погрузочно – транспортных машин.
20. Опишите технологию возведения постоянной металлической арочной крепи.
21. Опишите технологию возведения монолитной бетонной крепи.
22. Опишите технологию возведения набрызгбетонной крепи.
23. Опишите технологию возведения арочной крепи.
24. Какие типы комбинированной крепи используют при строительстве горизонтальных и наклонных горных выработок?
25. Дайте характеристику вспомогательным работам проходческого цикла.
26. Опишите технологию укладки рельсового пути.
27. Опишите технологию наращивания коммуникаций, устройства водоотливной канавки и приведите требования к маркшейдерскому обслуживанию при строительстве выработок.
28. Приведите формулу для расчета скорости проведения выработки в соответствии с нормами времени.
29. Приведите формулу для расчета скорости проведения выработки в соответствии с технической производительностью оборудования.
30. Приведите примеры передового опыта проведения полевых выработок по буровзрывной технологии.
31. Назовите принципы построения графика организации работ при строительстве горной выработки.
32. Приведите формулы для расчета комплексной нормы выработки и численного состава проходческой бригады.
33. Приведите формулы для определения продолжительности и трудоемкости работ проходческого цикла.
34. Приведите примерный график организации работ при буровзрывной технологии.
35. Приведите примерный график организации работ при комбайновой технологии.
36. Как определяется сметная стоимость проведения выработки?

*Тема 3. Комбайновая технология строительства горизонтальных полевых выработок.*

1. Приведите область применения комбайновой технологии строительства горизонтальных полевых выработок и типы проходческих комбайнов.
2. Охарактеризуйте типы комбайнов роторного типа отечественного и зарубежного производства.
3. Опишите технологию строительства полевых выработок комбайнами роторного типа и требования [3].

4. Охарактеризуйте типы комбайнов избирательного действия отечественного производства.

5. Охарактеризуйте типы комбайнов избирательного действия зарубежного производства.

6. Опишите технологию строительства полевых выработок комбайнами избирательного действия и требования [3].

7. Приведите формулы для расчета технической скорости проведения выработки комбайнами роторного типа.

8. Приведите формулы для расчета технической скорости проведения выработки комбайнами избирательного действия.

9. Приведите условия, при которых применяется гидромеханическая технология проведения выработок.

10. Приведите примеры передового опыта проведения полевых выработок по комбайновой технологии.

*Тема 4. Буровзрывная технология строительства штреков по тонким пластам угля узким забоем*

1. Назовите факторы, от которых зависит место расположения пласта угля в сечении выработки.

2. Какие дополнительные требования [3] следует выполнять при строительстве выработок смешанным забоем?

3. Какие типы крепи используют при проведении штреков по тонким пластам угля?

4. Приведите технологические схемы проведения штреков смешанным забоем по комбайновой технологии.

5. Приведите примеры передового опыта проведения штреков по тонким пластам угля.

*Тема 5. Технология проведения штреков широким забоем с закладкой породы.*

1. С какой целью используют технологию проведения штреков широким забоем?

2. Назовите технологические схемы строительства штреков широким забоем, области их применения и требования [3].

3. Опишите технологию закладки породы в выработанное пространство при помощи скреперных установок.

4. Опишите технологию закладки породы в выработанное пространство при помощи комплекса «Титан-1».

5. Опишите технологию закладки породы в выработанное пространство при помощи БЗК.

6. Приведите формулу для расчета длины раскоски.

7. Назовите особенности строительства штреков на крутопадающих пластах угля.

8. Назовите особенности строительства вентиляционных штреков.

*Тема 6. Строительство штреков в мощных пластах угля*

1. Назовите технологические схемы строительства штреков в мощных пластах угля, области их применения и требования [3].

2. Опишите комбайновую технологию проведения штреков в мощных пластах угля, типы используемого оборудования, достигнутые ТЭП.

3. Опишите буровзрывную технологию проведения штреков в мощных пластах угля, типы используемого оборудования, достигнутые ТЭП.

4. Назовите область применения гидравлической технологии проведения выработок, типы используемого оборудования, достигнутые ТЭП.

5. Назовите область применения ручной технологии проведения выработок, достигнутые ТЭП.

*Тема 7. Технология строительства выработок околоствольных дворов*

1. Приведите классификацию выработок околоствольных дворов в соответствии с особенностями технологии их строительства.

2. Опишите технологию строительства сопряжения ОД со стволом.

3. Опишите технологию строительства камер, требования [3].

4. Приведите формулы для расчета технологических параметров строительства камер.

5. Опишите технологию строительства протяженных и крутонаклонных выработок при строительстве ОД, требования [3].

*Тема 8. Строительство наклонных выработок*

1. Дайте характеристику технологическим особенностям строительства наклонных выработок.

2. Приведите особенности транспортирования горной массы и материалов в наклонных выработках.

3. Приведите последовательность расчета транспортирования горной массы для одноконцевого подъема.

4. Приведите последовательность расчета транспортирования горной массы для двухконцевого подъема.

5. Назовите особенности оборудования прохода для людей в наклонных выработках.

6. Опишите технологию строительства уклонов и бремсбергов по буровзрывной технологии, требования [3].

7. Опишите технологию строительства уклонов и бремсбергов по комбайновой технологии, требования [3].

8. Дайте характеристику водоотлива при строительстве уклона.

9. Приведите формулы для расчета водоотлива.

10. Опишите особенности технологии строительства наклонных стволов

и штолен, требования [3].

11. Опишите особенности проветривания при строительстве наклонных стволов и штолен, требования [3].

12. Опишите буровзрывную технологию строительства печей и скатов, требования [3].

13. Опишите механическую технологию строительства печей и скатов.

14. Опишите особенности технологии строительства восстающих, требования [3].

15. Опишите особенности технологии строительства восстающих комплексами отечественного и зарубежного производства, требования [3].

#### *Тема 9. Строительство выработок больших поперечных сечений*

1. Приведите примеры выработок большого поперечного сечения.

2. Опишите технологию строительства выработок большого поперечного сечения слоями сверху вниз.

3. Опишите технологию строительства выработок большого поперечного сечения слоями снизу вверх.

4. Опишите технологию строительства выработок большого поперечного сечения независимыми забоями с оставлением опорного ядра.

5. Назовите особенности технологии проходки камер.

#### *Тема 10. Ремонт и реконструкция горизонтальных и наклонных выработок*

1. Назовите причины деформации крепи и контроль за их состоянием.

2. Опишите виды и технологии ремонта горизонтальных выработок.

3. Опишите виды и технологии ремонта наклонных выработок.

4. Опишите технологию восстановления горизонтальных выработок с выпуском породы.

5. Опишите технологию восстановления горизонтальных выработок без выпуска породы.

6. Опишите технологию восстановления наклонных выработок.

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Ткачев, В. А.** Шахтное и подземное строительство. Технология строительства горных выработок [Электронный ресурс] : учеб. пособие для вузов / В. А. Ткачев, А. Ю. Прокопов, Е. В. Кочетов ; Южно-Рос гос. техн. ун-т (НПИ). - 6 Мб. - Новочеркасск : ЮРГТУ, 2008. - 1 файл. - Систем. требования : Acrobat Reader.
2. **Пилипец, В. И.** Разрушение горных пород взрывом [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. И Пилипец. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - 186 Мб. - Донецк : Новый мир, 2014. - 1 файл. - Систем. требования : ZIP-архиватор.
3. Правила безопасности в угольных шахтах : утв. совместным приказом Гос. ком. горн. техн. надзора ДНР и М-ва угля и энергетики ДНР от 18 апр. 2016 г., № 36/208. – Донецк, 2016. – 164 с.
4. **Шкуматов, А. Н.** Альбом оборудования для строительства горизонтальных и наклонных выработок : учеб. пособие / А. Н. Шкуматов. – Донецк : ДонНТУ, 2012. – Ч. 1 : Технические средства для буровзрывных работ. - 86 с.
5. Методические указания к практическим занятиям по дисциплинам «Сооружение горизонтальных и наклонных выработок», «Технология сооружения горных выработок», «Основы горного дела. Строительная геотехнология», «Геотехнология. Строительная» / сост.: А.Н. Шкуматов, В.Ф. Формос. – Донецк: ДОННТУ, 2017. – 60 с.
6. Методические указания к выполнению курсового проекта по курсу «Технология строительства горных выработок» / сост.: С.В. Борщевский, В.Ф. Формос. – Донецк: ДОННТУ, 2013. – 54 с.
7. УТП 101.00.174131.002-2004. Уніфіковані типові перетини гірничих виробок, закріплених комбінованим арочним кріпленням із взаємозамінного шахтного профілю : альбом. – Київ, 2004. – 169 с.
8. Единые нормы и расценки. Горнопроходческие работы : сб. Е 36. – Москва : Стройиздат, 1988. - Вып. 1. - 206 с.
9. **Мельник, В.В.** Основы горного дела. Подземная геотехнология [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / В.В. Мельник, С.С. Гребенкин, В.Н. Павлыш. - Донецк, М.: ВИК, 2015. - 1 файл. - Систем. требования : Acrobat Reader.

## ПРИМЕРЫ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ БИЛЕТОВ

## ГОУ ВПО "Донецкий национальный технический университет"

Уровень высшего профессионального образования Специалитет  
Специальность 21.05.04 «Горное дело» Семестр 7, 5  
Специализация Шахтное и подземное строительство  
Учебная дисциплина: Сооружение горизонтальных и наклонных выработок

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № \_\_\_

- 1. Области использования обычных и специальных способов строительства горных выработок. Формы поперечных сечений горизонтальных выработок. Минимальные зазоры в соответствии с ПБ.*
- 2. Особенности БВР при строительстве полевых выработок. Расчет паспорта БВР для полевой выработки.*
- 3. Комбайновая технология строительства штреков узким забоем. Влияние социальных факторов на производительность труда проходчиков.*

Утверждено на заседании кафедры Строительство зданий, подземных сооружений и геомеханика  
Протокол №\_\_ от „\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Борщевский С.В.

Экзаменатор \_\_\_\_\_ Шкуматов А.Н.

## ГОУ ВПО "Донецкий национальный технический университет"

Уровень высшего профессионального образования Специалитет  
Специальность 21.05.04 «Горное дело» Семестр 7, 5  
Специализация Шахтное и подземное строительство  
Учебная дисциплина: Сооружение горизонтальных и наклонных выработок

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № \_\_\_

- 1. Этапы строительства горной выработки. Фазы строительства технологической части горной выработки.*
- 2. Схемы проветривания тупикового забоя. Расчет проветривания. Допустимые в соответствии с ПБ скорости движения воздушной струи.*
- 3. Типы проходческих комбайнов. Области их применения.*

Утверждено на заседании кафедры Строительство зданий, подземных сооружений и геомеханика  
Протокол №\_\_ от „\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Борщевский С.В.

Экзаменатор \_\_\_\_\_ Шкуматов А.Н.

### Учебное издание

Методические указания к организации самостоятельной работы студентов и выполнению контрольной работы по дисциплинам «Сооружение горизонтальных и наклонных выработок», «Основы горного дела. Строительная геотехнология», «Геотехнология. Строительная» (для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело» специализаций «Шахтное и подземное строительство», «Обогащение полезных ископаемых», «Горные машины и оборудование» всех форм обучения)

*Составитель: Шкуматов Александр Николаевич*