

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
"Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева"

Кафедра разработки месторождений полезных ископаемых
подземным способом

ПРОВЕДЕНИЕ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Методические указания по выполнению курсового проекта
по дисциплине "Основы горного дела (подземная геотехнология)"
для студентов специальности 130400.65 "Горное дело" специализации
130401.65 "Подземная разработка пластовых месторождений"
всех форм обучения

Составители К. А. Филимонов
Р. Р. Зайнулин



Утверждены на заседании кафедры
Протокол № 10 от 06.02.2013

Рекомендованы к печати
учебно-методической комиссией
специальности 130400.65
Протокол № 1/13 от 06.02.2013

Электронная копия находится
в библиотеке КузГТУ

Кемерово 2013

Общие положения

Дисциплина "Основы горного дела" является базовой дисциплиной горного профиля для студентов специализации 130401.65 "Подземная разработка пластовых месторождений". Знания, полученные при изучении этой дисциплины, способствуют формированию специализированных компетенций при дальнейшем изучении дисциплины профессионального цикла.

Цель курсового проекта – формирование навыков проектирования проходческих работ. Проведение выработок является элементом технологии добычи полезных ископаемых подземным способом, поэтому выполнение проекта способствует формированию компетенции ПК-9 ФГОС [1]. Данный курсовой проект является основой соответствующего раздела дипломного проекта.

Выполнение всех разделов проекта основано на методиках, изученных на лекциях и лабораторных занятиях. При выполнении проекта приобретаются практические навыки построения чертежей горно-графической документации и выполнения инженерно-технических расчетов на основе требований нормативных документов, регламентирующих вопросы проведения и крепления горных выработок. Это способствует формированию компетенции ОК-7 ФГОС [1].

Курсовой проект состоит из пояснительной записки и графической части. Пояснительная записка выполняется на листах формата А4 шрифтом Times New Roman Cyr 14 пт с полуторным интервалом. Готовая пояснительная записка помещается в папку-скоросшиватель. После титульного листа помещается задание, выданное руководителем (прил. 1), далее текст пояснительной записки. Графическая часть проекта должна быть выполнена в редакторе AutoCAD на листе формата А1 в соответствии с правилами инженерной графики и требованиями, предъявляемыми к горно-графической документации.

Перед началом выполнения проекта следует *внимательно ознакомиться со всеми разделами* данных методических указаний и бланком задания на проект. Все разделы проекта взаимосвязаны. Поэтому для успешного выполнения первых разделов необходимо иметь предварительные решения некоторых вопросов из последующих разделов. Невыполнение этой рекомендации

часто *приводит к переработке* уже выполненных разделов проекта.

Для получения за курсовой проект оценки "*отлично*" студенту необходимо:

- выполнить все разделы данных методических указаний;
- принять наиболее оптимальные в заданных условиях технологические решения в соответствующих разделах проекта;
- произвести математически верные расчеты по рекомендуемым методикам;
- оформить пояснительную записку и начертить соответствующую ей графическую часть согласно предъявляемым требованиям;
- правильно построить доклад и защитить основные положения курсового проекта перед комиссией (руководителем).

1. Содержание пояснительной записки

1.1. Выбор формы поперечного сечения и типа крепи горной выработки

В данном разделе проекта на основе срока службы и назначения (названия) выработки, указанных в задании, принимается решение о типе крепи и форме поперечного сечения проводимой выработки. При их выборе рекомендуется руководствоваться следующими принципами.

Выработки со сроком службы более 8 лет рекомендуется сооружать арочной формы сечения, крепить рамной металлической арочной крепью и железобетонной затяжкой.

Выработки с небольшим сроком службы (до 8 лет) рекомендуется сооружать прямоугольной формы с горизонтальной или наклонной кровлей, крепить анкерной крепью. При этом у штреков на пластах с углами падения до 17° принимается наклонная кровля с углом равным углу падения пород. На пластах с углами падения более 17° принимается горизонтальная кровля. В сложных горно-геологических условиях даже в выработках с небольшим сроком службы применяют рамные крепи.

Следует учесть, что в данном разделе принимается только принципиальное решение о форме сечения и типе крепи. Непо-

средственно расчеты размеров поперечного сечения и параметров крепи выполняются далее.

1.2. Определение площади поперечного сечения выработки

Методика определения площади поперечного сечения основана на требованиях одного из основных нормативных документов угольной промышленности РФ – Правил безопасности в угольных шахтах [2]. Методика также представлена в пособии [3].

Из теоретического курса известно, что различают сечение выработки в свету ($S_{св}$), в черне ($S_{ч}$), в проходке ($S_{пр}$). Наибольшее практическое значение имеет площадь $S_{св}$. Причем для податливых крепей следует производить окончательный выбор площади сечения по значению $S_{св}$ после осадки.

Согласно п. 118 ПБ [2] площадь поперечного сечения выработок в свету определяется расчетом по факторам допустимой скорости воздушной струи (проветривания), габаритных размеров подвижного состава и оборудования с учетом минимально допустимых зазоров, величины усадки крепи после воздействия горного давления и безремонтного их содержания в течение всего периода эксплуатации.

Другими словами, для того чтобы определить площадь поперечного сечения $S_{св}$, необходимо предварительно получить три значения площади (по каждому из факторов):

- 1) $S_{св.в}$ – по воздуху;
- 2) $S_{св.тр}$ – по габаритам транспортных средств;
- 3) $S_{св.мин}$ – минимально допустимое значение.

Кроме этого в п. 118 ПБ [2] говорится, что поперечные сечения горных выработок должны соответствовать типовым сечениям. Поэтому кроме трех указанных выше обозначений введем еще два:

$S_{св.р}$ – расчетное значение, т. е. максимальное из $S_{св.в}$, $S_{св.тр}$ и $S_{св.мин}$;

$S_{св}$ – окончательное значение, т. е. искомая величина, определение которой является целью этого раздела.

Следует отметить, что в некоторых случаях (анкерная крепь) последняя часть алгоритма может отсутствовать.

Несмотря на то, что и для арочной, и для прямоугольной формы $S_{св}$ в целом определяется согласно единым требованиям, существуют некоторые особенности расчетов этих вариантов при определении $S_{св.тр}$. Поэтапно выполнение раздела выглядит следующим образом (табл. 1).

Таблица 1

Этапы выполнения раздела

Название этапа	Примечание
1. Определение $S_{св.в}$	Согласно п. 235 ПБ [2]
2. Построение расчетной схемы для определения минимальной ширины выработки	Согласно п.118 ПБ. Габариты согласно техническим характеристикам
3. Расчет минимальной ширины выработки B_p	
4. Определение $S_{св.тр}$	Исходя из B_p : – для арочной крепи из таблиц типовых сечений [4] и др.; – для анкерной согласно рис. 1
5. Определение $S_{св.мин}$	Согласно п. 118 ПБ
6. Выбор максимального значения $S_{св.р}$ из трех полученных ранее значений и соответственно $S_{св}$	$S_{св.р} = \max(S_{св.в}, S_{св.тр}, S_{св.мин})$ <p>Если для выработки с арочной крепью $S_{св.р} = S_{св.тр}$, то $S_{св} = S_{св.р} = S_{св.тр}$, т. к. $S_{св.тр}$ уже является типовым сечением и уточнение не требуется. Расчет в этом случае завершен. Для выработок с анкерной крепью $S_{св.р} = S_{св}$, т. к. для них не применяются типовые сечения. Расчет в этом случае также завершен, и можно переходить к вычерчиванию горной выработки</p>
7. Выбор типового значения $S_{св}$ (данный этап может отсутствовать)	Выбор типового сечения производится для выработок с арочной крепью, если $S_{св.р}$ было выбрано по фактору проветривания или минимального значения площади ($S_{св.р} = S_{св.в}$ или $S_{св.р} = S_{св.мин}$)
8. Изображение в масштабе 1:50 или 1:25 горной выработки с площадью поперечного сечения $S_{св}$	Согласно требованиям к горно-графической документации

После выполнения расчетов согласно табл. 1 необходимо выполнить проверку ширины выработки по фактору размещения проходческого комбайна (буропогрузочной машины). Ширина выработки должна быть не менее суммы ширины комбайна по

погрузочному питателю и двух проходов для людей по 700 мм каждый. Если ширина меньше, то необходимо откорректировать сечение выработки, увеличив ширину.

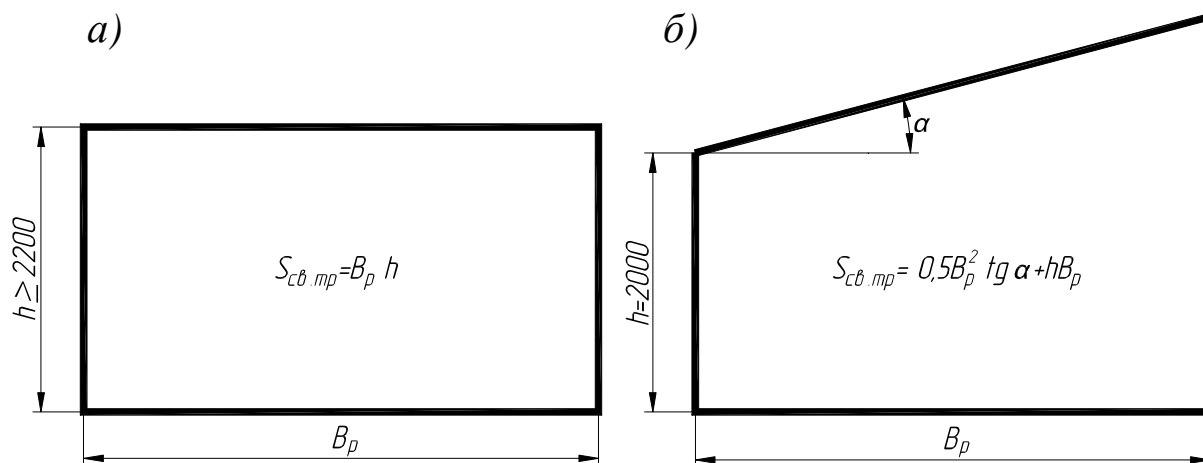


Рис. 1. Расчетные схемы для выработок с анкерной крепью:
а – с горизонтальной кровлей; б – с наклонной кровлей

В конце раздела помещается сечение выработки при эксплуатации (8 этап). Для этого требуется знание параметров анкерной крепи, которые рассчитываются в следующем разделе. При оформлении пояснительной записки эти параметры будут известны и крепь должна быть показана.

1.3. Расчет крепи

1.3.1. Расчет арочной крепи

Основным параметром, определяемым при расчете рамной крепи, является шаг установки, т. е. расстояние между рамами. В данной работе расчет арочного крепления выполняется по методике, основанной на требованиях Инструкции [5].

Поэтапно выполнение раздела выглядит следующим образом:

1. Построение расчетной схемы.
2. Определение средневзвешенного сопротивления сжатию слоев пород.
3. Определение смещений пород на контуре выработки.
4. Определение расчетной нагрузки на крепь.
5. Расчет шага установки крепи.

Построение расчетной схемы

Расчетная схема строится в масштабе 1:50 или 1:25. Схема различается в зависимости от положения выработки в пространстве (рис. 2).

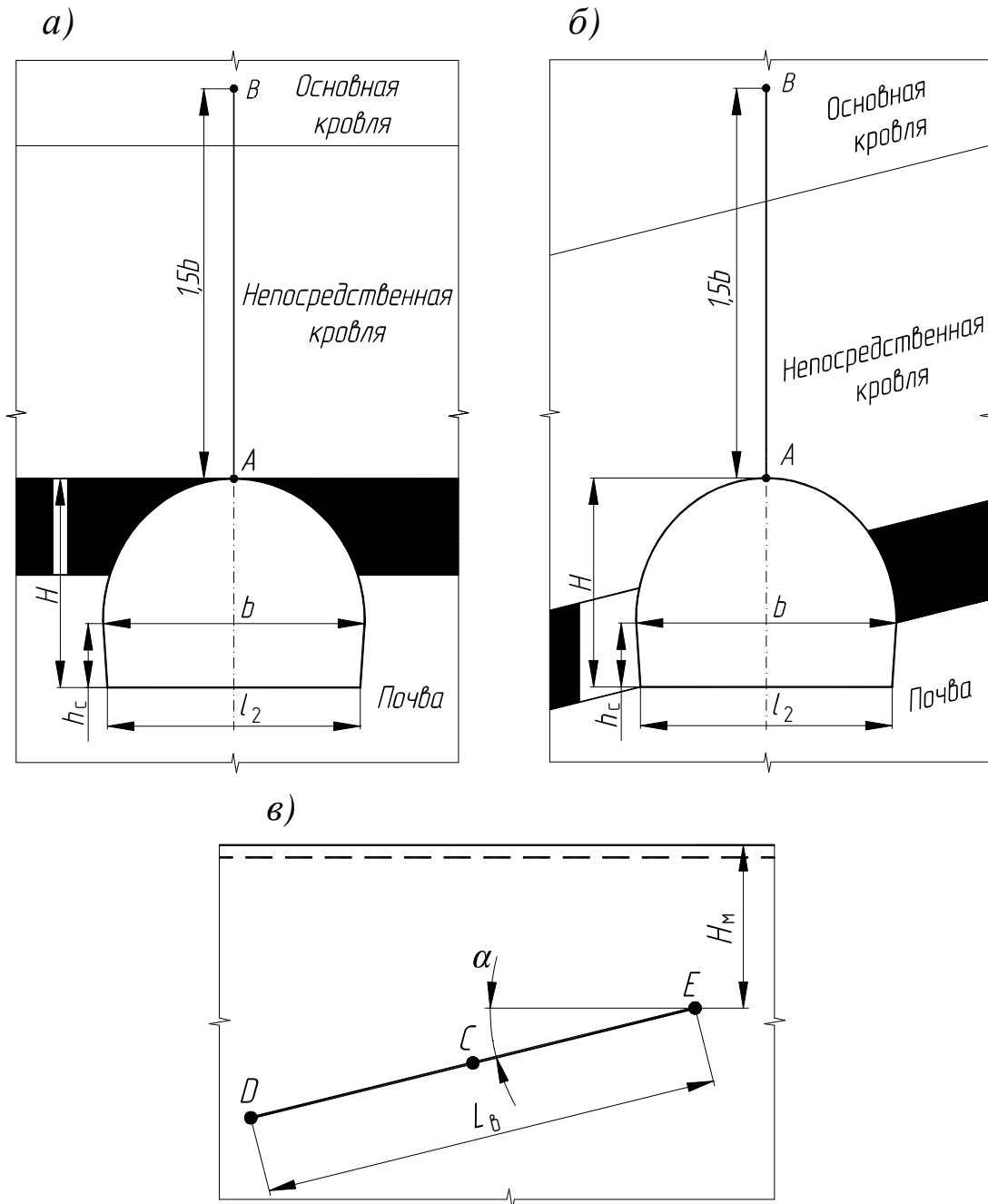


Рис. 2. Расчетная схема:

а, в – для наклонной выработки; *б* – для горизонтальной выработки

Вначале необходимо построить контур выработки в проходке (принимая из предыдущего раздела). Построив сечение в проходке, необходимо определить максимальную ширину выработки в проходке b .

Мощность пласта и непосредственной кровли откладываем согласно масштабу. Все породы выше непосредственной кровли считаем основной кровлей (без указания мощности). Все породы ниже пласта обозначаем как почву без разделения на непосредственную и основную.

Горную выработку относительно пласта рекомендуется располагать так, чтобы присечка породы была по почве (рис. 2, а) или по кровле и почве (рис. 2, б). Важным элементом схемы является отрезок AB , проведенный через вертикальную ось выработки на высоту $1,5b$. Смещения будут определяться с учетом пород, попавших в этот отрезок. Если в кровле выработки залегает слой однородных пород мощностью 2 м и более, то т. B откладывается не на высоту $1,5b$, а только до верхней границы этого слоя.

Расчетная схема для наклонных выработок дополняется схемой для определения глубины выработки (рис. 2, а), выполненной в масштабе 1:5000. В исходных данных указаны параметры, позволяющие построить эту схему: минимальная глубина заложения (т. E), угол падения пласта (он же угол наклона выработки) и длина выработки. Далее расчеты будут производиться со значениями глубины в т. C (середина выработки) и т. D (нижняя точка).

Определение средневзвешенного сопротивления сжатию слоев пород

Средневзвешенное значение сопротивления пород сжатию $R_{\text{скр}}$ определяют с учетом вмещающих выработку слоев, залегающих на расстояниях от контура сечения выработки в кровле $1,5b$, по формуле

$$R_{\text{скр}} = \frac{R_{c1}m_1 + R_{c2}m_2 + \dots + R_{ci}m_i}{m_1 + m_2 + \dots + m_i}, \quad (1)$$

где $R_{\text{скр}}$ – средневзвешенное значение сопротивления пород сжатию, МПа; R_{c1}, \dots, R_{ci} – расчетное сопротивление слоев пород сжатию, МПа; m_1, \dots, m_i – мощность слоев пород, м.

Если в кровле выработки залегает слой однородных пород мощностью 2 м и более, то расчет производят не для всей высоты $1,5b$, а только до этого слоя включительно.

Расчетное сопротивление определяют с учетом нарушенности массива по формуле

$$R_{ci} = Rk_c, \quad (2)$$

где R_{ci} – расчетное сопротивление, МПа; R – значение сопротивления пород одноосному сжатию в образце ($R = 10f$), МПа; k_c – коэффициент, учитывающий нарушенность массива пород.

Значения коэффициентов f и k_c указаны в исходных данных.

Определение смещений пород на контуре выработки

Расчетное смещение пород кровли в горизонтальных и наклонных выработках, поддерживаемых вне зоны влияния очистных работ, рассчитывают по формуле

$$U_{p\text{ кр}} = U_{T\text{ кр}} k_\alpha k_{ш} k_B, \quad (3)$$

где $U_{p\text{ кр}}$ – расчетное смещение пород кровли; $U_{T\text{ кр}}$ – типовое смещение пород, определяемое по графикам (рис. 3) в зависимости от значения $R_{c\text{ кр}}$ пород кровли и глубины расположения выработки H_Γ ; k_α – коэффициент влияния угла залегания пород и направления проходки выработки относительно напластования пород; $k_{ш}$ – коэффициент влияния ширины выработки; k_B – коэффициент воздействия других выработок.

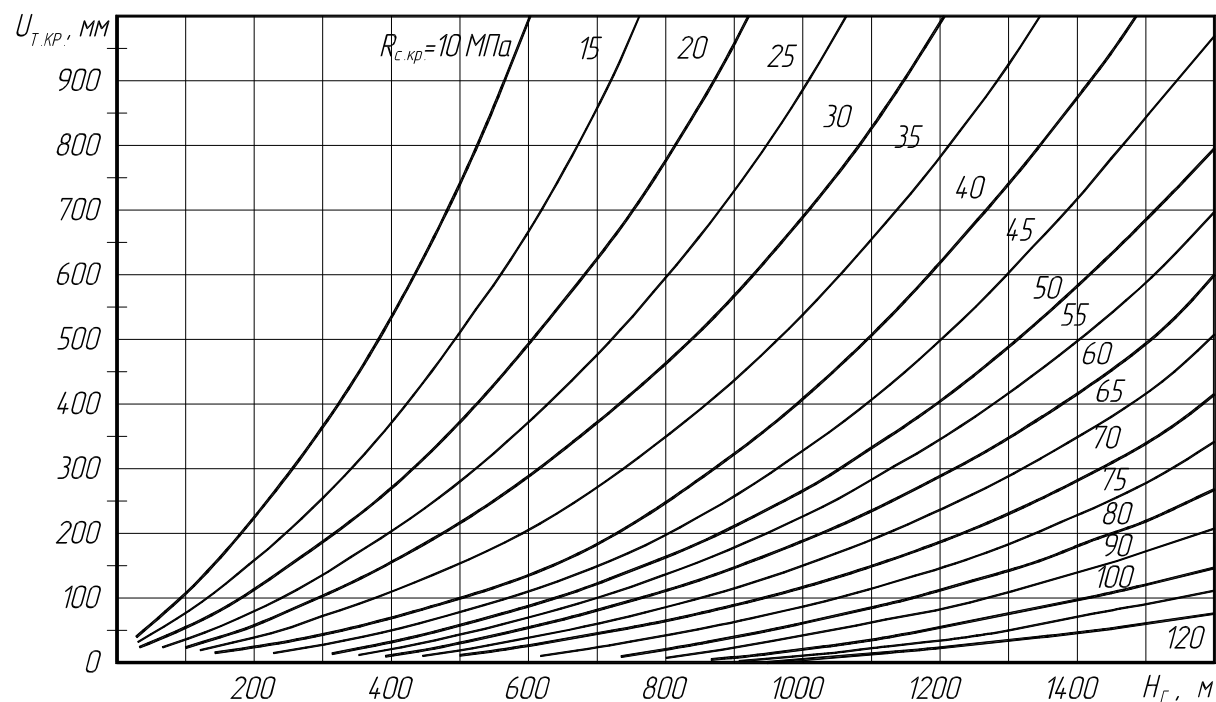


Рис. 3. Графики для определения типового смещения пород

Для наклонных выработок значение $U_{т\text{кр}}$ определяется дважды (т. С и D).

Коэффициент влияния угла залегания k_α определяется по табл. 2.

Таблица 2

Определение коэффициента k_α

Группа	Выработки	$\alpha \leq 20^\circ$	$\alpha = 21 \div 30^\circ$
		k_α	k_α
1	Пластовые горизонтальные и наклонные, полевые горизонтальные, проведенные по простиранию	1,0	0,95
2	Полевые, проведенные под углом $30-70^\circ$ к напластованию (простиранию пород)	0,85	0,8
3	То же, под углом $70-90^\circ$	0,7	0,6

Коэффициент влияния ширины выработки $k_{ш}$ определяется по формуле

$$k_{ш} = 0,2(b - 1), \quad (4)$$

где $k_{ш}$ – коэффициент влияния ширины выработки; b – ширина в проходке, м.

Коэффициент воздействия других выработок k_v для одиночных выработок принимают равным 1. Если в исходных данных указано, что выработка проводится спаренно с другой, то для спаренных выработок

$$k_v = k_l \frac{b + b_{п}}{l}, \quad (5)$$

где k_v – коэффициент воздействия других выработок; k_l – определяется из табл. 3; $b_{п}$ – ширина в проходке параллельной выработки, м (принимается $b_{п} = b$); l – расстояние до параллельно проводимой выработки, м.

Таблица 3

Определение коэффициента k_l

Глубина расположения выработки, м	k_l при расчетном сопротивлении, МПа							
	до 30	60	90	>120	до 30	60	90	> 120
	Группа 1				Группа 3			
До 300	3,5	1,8	1,5	1,2	1,8	1,5	1,2	1
301–600	4	2	1,7	1,4	2,2	1,8	1,5	1,2

Для выработок 2-й группы коэффициент принимают как среднее между значениями 1 и 3-й групп (см. табл. 3). При промежуточных значениях расчетного сопротивления пород сжатию величину получают путем интерполяции.

Определение расчетной нагрузки на крепь

Расчетную нагрузку P на 1 м выработки со стороны кровли определяют по формуле

$$P = P^H k_{пр} b, \quad (6)$$

где P – расчетная нагрузка, кПа; P^H – нормативная удельная нагрузка, кПа; $k_{пр}$ – коэффициент влияния способа проведения выработок; b – ширина выработки в проходке, м.

Нормативная удельная нагрузка определяется по табл. 4 в зависимости от смещения пород $U_{р\ кр}$ и ширины выработки в проходке b . Промежуточные величины в табл. 4 определяют интерполяцией ближайших значений.

Таблица 4

Расчетная нагрузка на крепь

Расчетное смещение $U_{р\ кр}$, мм	P^H , кПа, при ширине выработки b , м										
	3,0	3,2	3,4	3,6	4,0	4,2	4,4	5,0	5,4	5,6	6,0
50 и менее	20	22	24	26	30	32	34	40	44	46	50
75	26	28	30	33	37	39	42	47	52	54	57
100	32	34	37	40	45	47	49	55	59	61	65
150	41	44	53	56	57	60	62	68	72	73	78
200	56	54	58	62	70	72	74	80	84	86	90
250	61	64	68	71	78	81	83	90	94	96	100
300	72	75	78	80	86	88	91	100	104	106	110
400	80	84	88	92	100	102	105	112	118	122	128
500	90	94	98	102	110	113	116	125	132	134	140
600	100	104	108	112	120	123	126	135	142	144	150
700	110	114	117	120	128	131	134	143	149	153	159
800	120	456	127	130	136	139	142	152	158	162	168
900	124	128	132	136	143	146	150	159	165	169	175

Коэффициент влияния способа проведения $k_{пр}$ при комбайновом способе принимается 0,8, а при буровзрывном – равным 1.

Расчет шага установки крепи

Расстояние q между арками металлической податливой крепи находят делением сопротивления одной рамы крепи N (табл. 5) на расчетную нагрузку P :

$$q \leq \frac{N}{P}. \quad (7)$$

Расстояние q между арками принимают по ближайшему меньшему значению q в ряду: 1,25; 1,0; 0,9; 0,8; 0,7; 0,6; 0,5.

В табл. 5 приведены значения сопротивления рамы арочной крепи для конструкции замка с прямыми планками и скобами с резьбой.

Таблица 5

Параметры арочной трехзвенной крепи

Тип спецпрофиля	Сопротивление крепи в податливом режиме N , кН	Конструктивная вертикальная податливость крепи, мм
СВП-22	190	300
СВП-27	210	300

1.3.2. Расчет анкерной крепи

Основные параметры анкерной крепи – количество анкеров в ряду n_a , длина анкера l_a и расстояние между рядами анкеров $a_{ан}$. Определение этих параметров производится по Инструкции [6]. Во всех вариантах принимается анкерная крепь с опорными шайбами.

Поэтапно выполнение раздела выглядит следующим образом:

1. Построение расчетной схемы, определение типа кровли.
2. Определение параметров крепи в кровле выработки.
3. Проверка расстояния между рядами анкеров в кровле и корректировка в случае необходимости.
4. Определение необходимости крепления боков выработки.
5. Определение параметров крепи в боках выработки (может отсутствовать).
6. Проверка расстояния между рядами анкеров в боках и корректировка в случае необходимости (может отсутствовать).
7. Изображение крепи на сечении выработки (2 раздел).

Построение расчетной схемы, определение типа кровли

Расчетная схема строится в масштабе 1:50 или 1:25 (рис. 4) для определения местоположения выработки относительно пласта и вмещающих пород (при построении используются принципы, изложенные в конце раздела 1.3.1). Это необходимо для определения параметров крепи, а также для проверки полученных результатов.

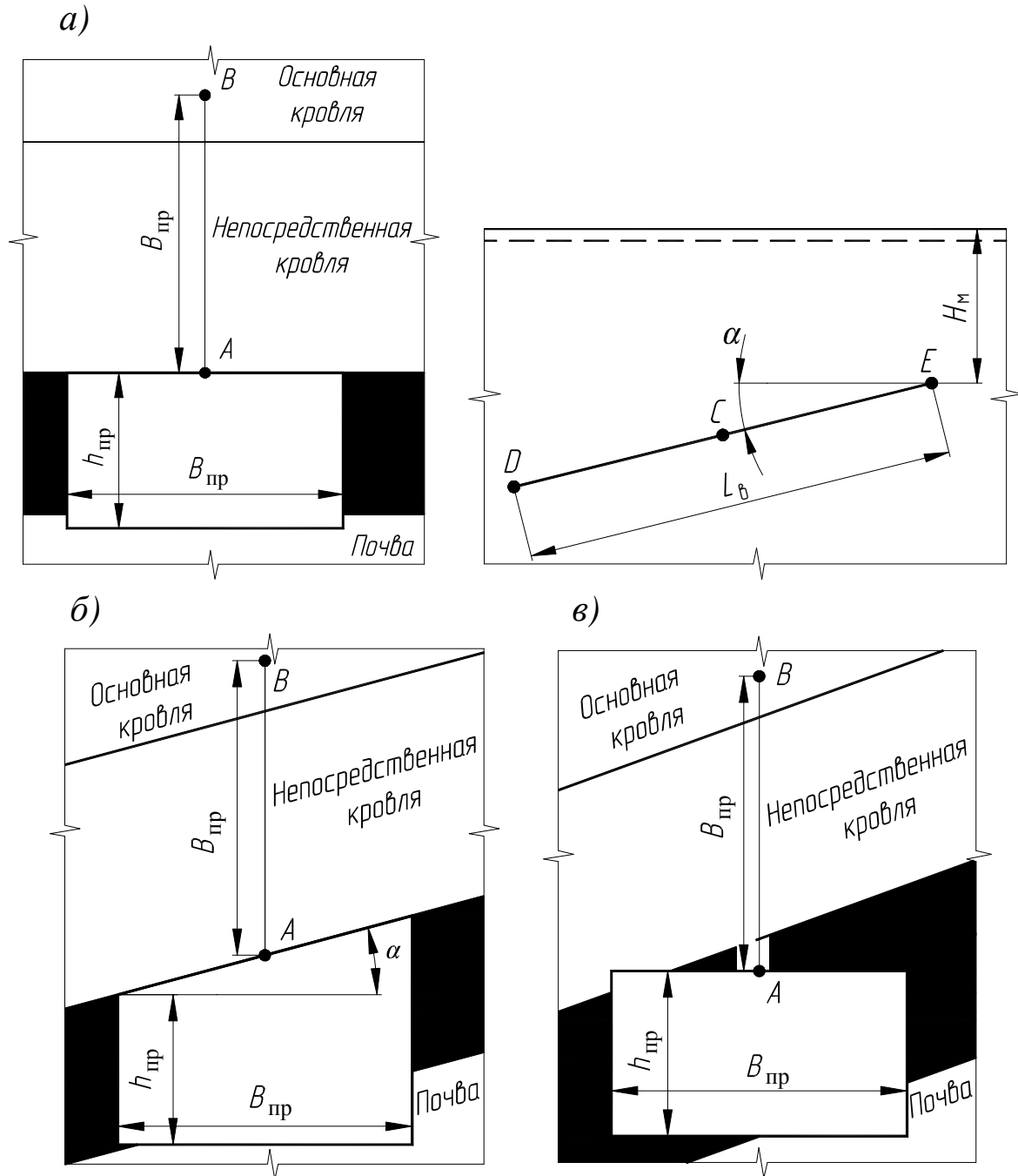


Рис. 4. Расчетная схема для определения параметров анкерной крепи:
а – для наклонной выработки; б – для горизонтальной выработки с $\alpha \leq 17^\circ$; в – для горизонтальной выработки с $\alpha > 17^\circ$

Вначале на основе исходных данных необходимо построить контур выработки. Принцип построения контура в проходке принимаем из предыдущего раздела (см. рис. 1). Мощность пласта и непосредственной кровли откладываем согласно масштабу. Все породы выше непосредственной кровли считаем основной кровлей. Все породы ниже пласта обозначаем как почву без разделения на непосредственную и основную.

Тип кровли определяется ее строением на высоту, равную $V_{\text{пр}}$ (отрезок AB). Характеристика типов кровли представлена в табл. 6.

Таблица 6

Типы кровли выработок

I тип	Наличие слоя непосредственной кровли мощностью $> 0,3V_{\text{пр}}$
II тип	Наличие слоя непосредственной кровли мощностью $\leq 0,3V_{\text{пр}}$
III тип	Наличие в кровле пород с интенсивной косесекущей трещиноватостью

Наличие или отсутствие интенсивной трещиноватости указано в исходных данных.

Для наклонных выработок все параметры крепи в кровле и боках определяются в т. C и D (см. рис. 4, в).

Определение параметров крепи в кровле выработки

На данном этапе определяем следующие параметры:

- количество анкеров в ряду n_a , шт.;
- длину анкера l_a , м;
- расстояние между рядами анкеров $a_{\text{ан}}$, м.

Количество анкеров в ряду n_a принимается из расчета 1 анкер на 1 м ширины выработки в проходке.

Длина анкера l_a принимается по табл. 7 и номограмме на рис. 5 в зависимости от величины ожидаемого смещения пород кровли U_k , типа кровли и ширины выработки в проходке $V_{\text{пр}}$.

При ожидаемом смещении кровли до 50 мм l_a определяется по табл. 7. При смещении более 50 мм в зависимости от типа кровли: I тип – по рис. 5; II тип – по табл. 6; III тип – значения l_a на 10 % больше, чем по рис. 5.

Принятая длина анкера округляется до десятых долей метра в большую сторону (при смещении более 50 мм при I и III типе кровли выработки).

Таблица 7

Параметры анкерной крепи при U_k до 50 мм

Тип кровли	Ширина выработки в проходке $B_{пр}$, м	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
		I	Соппротивление крепи $P_{ак}$, кН/м ²	35	40	45	50	55
Длина анкеров l_a , м	1,6		1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6
II	Соппротивление крепи $P_{ак}$, кН/м ²	35	40	45	50	55	60	65
	Длина анкеров l_a , м	1,5	1,6	1,7	1,8	2,0	2,1	2,2
III	Соппротивление крепи $P_{ак}$, кН/м ²	40	45	50	55	60	65	71
	Длина анкеров l_a , м	1,8	2,0	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8

Расчетное расстояние между рядами анкеров в кровле (шаг установки) определяется по формуле

$$a_{анк}^p = \frac{n_{ак} N_{ак}}{P_{ак} B_{пр}}, \quad (8)$$

где $a_{анк}^p$ – расчетное расстояние между рядами анкеров в кровле, м; $n_{ак}$ – число анкеров в ряду в кровле, шт.; $N_{ак}$ – несущая способность анкера в кровле, кН; $P_{ак}$ – сопротивление крепи в кровле, кН/м²; $B_{пр}$ – ширина выработки в проходке, м.

Несущая способность анкера в кровле зависит от длины его закрепления в скважине полимерным клеем (табл. 8 и 9).

Таблица 8

Характеристика ампул с полимерным клеем (Карбо-ЦАКК)

Показатель	Значение
Диаметр ампулы, мм	23–27
Длина ампулы, мм	300–450
Время схватывания, с	15–30
Время выдержки, с	30–120
Длина закрепления в скважине диаметром 28 мм при диаметре стержня:	
20 мм	570–750
24 мм	800–1800
Удельное сцепление, МПа:	
с углем	3,0–3,5
с влажными породами	3,8
с сухими породами	11,4
Масса, кг	0,3–0,65

В пластовых выработках при U менее 50 мм допускается закрепление одной ампулой при длине закрепления не менее 0,5 м. В условиях высокой обводненности пород или U более 50 мм закрепление производится минимум двумя ампулами при длине закрепления не менее 1 м.

Таблица 9

Несущая способность анкера

Диаметр анкера d_a , мм	Несущая способность анкера $N_{ак}$, кН, при длине закрепления, м		
	< 0,5	от 0,5 до 1,0	по всей длине скважин
20	60	90	100
24	65	120	130

Для выработок со сроком службы более 10 лет или в обводненных породах $N_{ак}$ принимают на 20 % меньше, чем в табл. 9.

При ожидаемом смещении кровли до 50 мм $P_{ак}$ определяются по табл. 7. При смещении более 50 мм в зависимости от типа кровли:

- I и II тип – по рис. 5;
- III тип – значения $P_{ак}$ на 10 % больше, чем по рис. 5.

Проверка расстояния между рядами анкеров в кровле

Расстояние между рядами анкеров в кровле проверяется по условию минимальной плотности установки анкеров Π_k :

$$a_{анк}^{max} = \frac{n_{анк}}{\Pi_k B_{пр}}, \quad (9)$$

где $a_{анк}^{max}$ – максимально допустимое расстояние между рядами анкеров, м; $n_{анк}$ – число анкеров в ряду в кровле, шт.; Π_k – минимальная плотность установки анкеров в кровле, анк/м²; $B_{пр}$ – ширина выработки в проходке, м.

Значение Π_k определяется по табл. 10 исходя из расчетного сопротивления на сжатие R_c , которое дает представление о степени устойчивости кровли:

$$R_c = \frac{(R_{c1}m_1 + R_{c2}m_2 + \dots + R_{ci}m_i)K_c}{B_{пр}}, \quad (10)$$

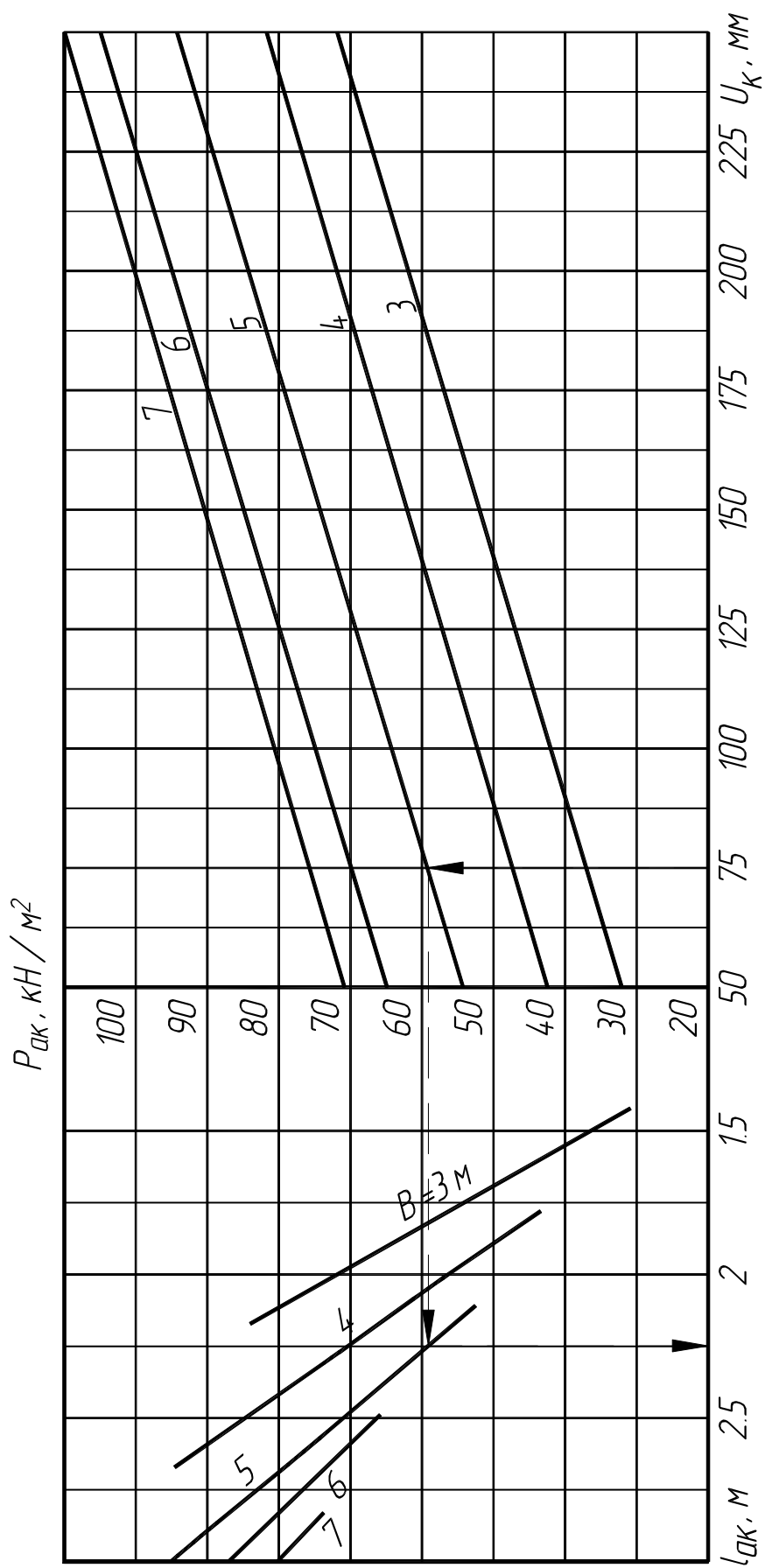


Рис. 5. Номограмма для определения параметров анкеров анкерной крепи в кровле выработки при $U_к > 50$ мм

где R_c – расчетное сопротивление на сжатие, МПа; $R_{c1}, R_{c2}, \dots, R_{ci}$ – сопротивление сжатию слоев пород, МПа ($R_{ci} = 10f_i$); m_1, m_2, \dots, m_i – мощность соответствующих слоев (учитываются породы, попадающие в отрезок AB расчетной схемы); K_c – коэффициент, учитывающий экзогенную трещиноватость; $B_{пр}$ – ширина выработки в проходке, м.

Таблица 10

Классификация кровли выработок по устойчивости

Расчетное сопротивление на сжатие R_c , МПа	Класс кровли	Допустимое обнажение кровли от забоя, м	Минимальная плотность установки анкеров Π_k , анк/м ²
< 30	1. Неустойчивая	1	1,0
> 30	2. Средней устойчивости	1–3	0,7
> 80	3. Устойчивая	> 3	0,5

Коэффициент K_c равен 0,9 для I и II типа кровли, для III типа равен 0,6.

Из двух полученных значений $a_{анк}^p$ и $a_{анк}^{max}$ выбирают меньшее и округляют его в меньшую сторону до десятых долей. Это и будет окончательный шаг установки $a_{анк}$.

Определение необходимости крепления боков выработки

Необходимость крепления боков выработки анкерами и параметры крепления определяются значением критерия:

$$\sigma_{\delta} = \frac{K_b K_{вл} K_o \gamma H}{R_{сб}}, \quad (11)$$

где σ_{δ} – критерий относительной напряженности пород в боках выработки (табл. 11); K_b – коэффициент концентрации напряжений ($K_b = 1,5$); $K_{вл}$ – коэффициент увеличения напряжений в боках выработок; K_o – коэффициент увеличения напряжений в зоне влияния опорного давления от очистных работ; γ – средний объемный вес пород ($\gamma = 0,025 \text{ МН/м}^3$); H – глубина расположения от поверхности, м; $R_{сб}$ – расчетное сопротивление на сжатие пород в боках, МПа.

Варианты крепления боков выработки

Значение критерия σ_b	Место крепления	Параметры крепления
$\sigma_b < 1$ для всех пород в боках, в т. ч. пласта	крепление не производится	–
$\sigma_b > 1$ только для пласта $m < 1,5$ м	крепление только пласта	$P_{аб} = 20 \text{ кН/м}^2$, $l_a = 1,5 \text{ м}$
$\sigma_b > 1$ для пласта $m \geq 1,5$ м или всех пород в боках	крепление пласта и породы на высоту бока	значение $P_{аб}$ и l_a по рис. 6

Коэффициент увеличения напряжений в боках выработок $K_{вл}$ учитывает влияние параллельной выработки. Он зависит от расстояния l до параллельной выработки (указано в исходных данных):

- при $l < 15$ м $K_{вл} = 2 - l/15$;
- при $l \geq 15$ м $K_{вл} = 1$.

Коэффициент увеличения напряжений в зоне влияния опорного давления от очистных работ K_o для наклонных пластовых выработок принимается равным 1. Для выемочных штреков определяется только при ширине целика $l_{ц}$ менее $0,1H$:

$$K_o = 1 + (K_{o \max} - 1) \frac{(0,1H - l_{ц})}{0,1H}, \quad (12)$$

где $K_{o \max}$ принимается равным 2 при породах кровли I и III типа и 3 при породах II типа. Значение $l_{ц}$ равно l .

При определении значения критерия σ_b в качестве $R_{сб}$ вначале подставляется сопротивление на сжатие пласта угля $R_{сy}$. Если $\sigma_{by} < 1$, то расчет останавливают, т. к. породы кровли и почвы прочнее угля, их крепление точно не понадобится.

Если $\sigma_{by} > 1$ при мощности пласта $m < 1,5$ м, то необходимо произвести расчет и для породы, подставив в качестве $R_{сб}$ сопротивление на сжатие пород почвы (кровли) $R_{сп}$.

Если $\sigma_{by} > 1$ при $m \geq 1,5$ м, то расчет останавливают, так как согласно табл. 11 необходимо крепление пласта или породы на высоту борта $h_{пр}$.

Значения $R_{сy}$ и $R_{сп}$ определяются по формуле

$$R_{ci} = RK_c, \quad (13)$$

где R_{ci} – расчетное сопротивление, МПа; R – значение сопротивления пород одноосному сжатию в образце ($R = 10 f$), МПа; K_c – коэффициент, учитывающий экзогенную трещиноватость, см. формулу (10). Значение коэффициента f указано в исходных данных.

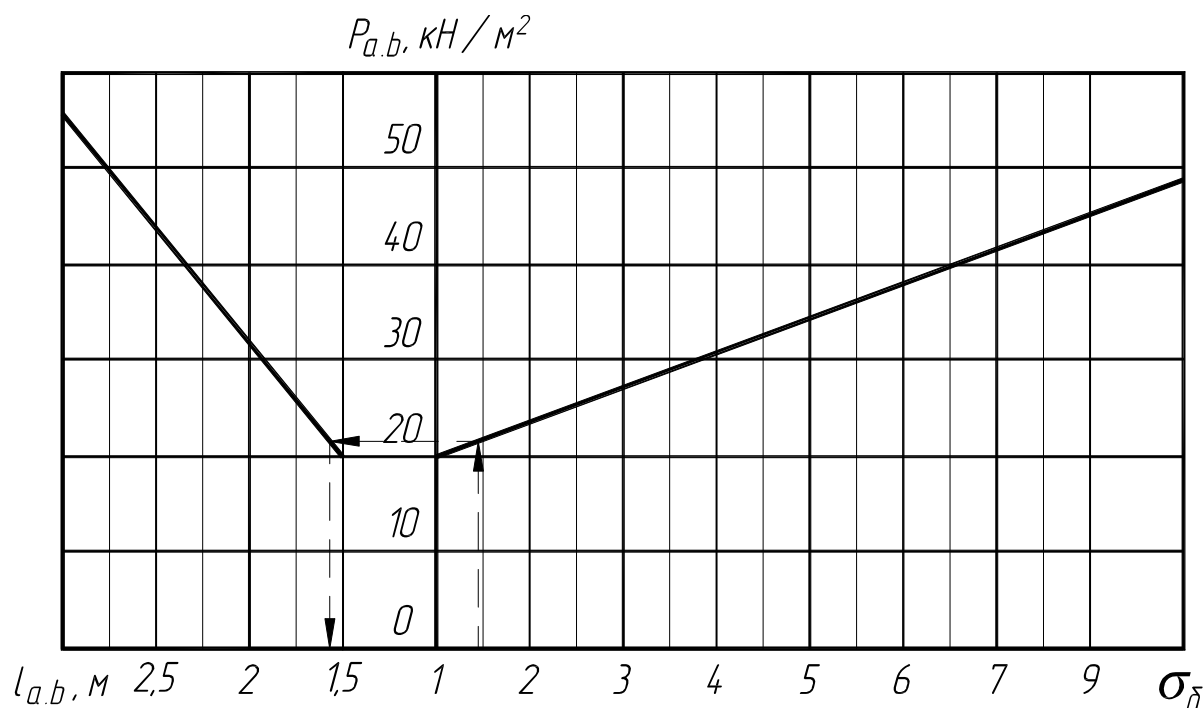


Рис. 6. Номограмма для определения параметров анкерной крепи в боках выработки

Определение параметров крепи в боках выработки

Расчетное расстояние между рядами анкеров в боках определяется по аналогии с кровлей:

$$a_{анб}^p = \frac{n_{аб} N_{аб}}{P_{аб} h_{пр}}, \quad (14)$$

где $a_{анб}^p$ – расчетное расстояние между рядами анкеров в боках, м; $n_{аб}$ – число анкеров в ряду в боках, шт.; $N_{аб}$ – расчетная несущая способность анкера в боках, кН; $P_{аб}$ – сопротивление крепи в боках, кН/м²; $h_{пр} (m_p)$ – высота выработки в проходке у бока (мощность пласта), м.

Для штреков $a_{анб}$ определяется для 2 боков выработки, для наклонных выработок – один раз.

Число анкеров в ряду в боках $n_{аб}$ принимается из расчета 1 анкер на 1 метр высоты выработки в проходке (или мощности пласта).

***Внимание!** Крепление нижнего (по падению пласта) бока вентиляционного штрека и верхнего бока конвейерного штрека производят стеклопластиковыми или деревянными анкерами. Это делается, чтобы не повредить исполнительный орган очистного комбайна при выемке угля. Расчетная несущая способность таких анкеров 20 кН. Расчетная несущая способность в боках, устанавливаемых в породы, определяется по табл. 9.*

Сопротивление крепи и длина анкера в боках $R_{аб}$ принимается согласно рекомендациям табл. 11. Высоту выработки в проходке подставляют в случае критерия σ_6 , соответствующего третьей строчке табл. 11. Если σ_6 соответствует второй строчке, то вместо $h_{пр}$ в формулу (14) подставляют мощность пласта m .

Проверка расстояния между рядами анкеров в боках

Расстояние между рядами анкеров в боках проверяется по условию минимальной плотности установки анкеров Π_6 , м:

$$a_{анб}^{max} = \frac{n_{ак}}{\Pi_6 h_{пр}}, \quad (15)$$

где $a_{анб}^{max}$ – максимально допустимое расстояние между рядами анкеров, м; $n_{ак}$ – число анкеров в ряду в боках, шт.; Π_6 – минимальная плотность установки анкеров боках, анк/м² (принимается 0,4 анк/м²); $h_{пр}$ – высота выработки в проходке (или мощность пласта m), м.

Из двух полученных значений $a_{анб}^p$ и $a_{анб}^{max}$ выбирают меньшее и округляют его в меньшую сторону до десятых долей. Это и будет окончательный шаг установки $a_{анб}$.

Изображение крепи на сечении выработки

На основании определенных выше параметров необходимо изобразить анкерную крепь на сечении выработки (раздел 2). Анкеры в кровле целесообразно располагать с отклонением крайних анкеров от нормали к напластованию на угол 15–20° и на рас-

стоянии их от боков не более 0,3 м. Анкеры в боках следует располагать с отклонением от напластования на угол 15–30° и на расстоянии от кровли не более 0,5 м.

Длина анкеров учитывает весь анкер, в т. ч. и выступающую в выработку часть.

1.4. Технология проведения горной выработки

В разделе принимается решение об использовании той или иной технологии проведения горной выработки и производится ее описание. Поэтапно выполнение раздела выглядит следующим образом:

1. Принципиальный выбор технологии проведения.
2. Определение основных и вспомогательных производственных процессов, входящих в состав проходческого цикла.
3. Определение величины подвигания за цикл.
4. Выбор проходческого оборудования.
5. Конструирование технологической схемы проведения.

Принципиальный выбор технологии проведения

Проведение пластовых выработок, в т. ч. с присечкой вмещающих пород, рекомендуется осуществлять комбайновым способом. Для проведения полевых выработок предусматривается буровзрывной способ.

Определение основных и вспомогательных производственных процессов, входящих в состав проходческого цикла

На данном этапе необходимо определить и перечислить в пояснительной записке, какие процессы должны выполняться при проведении выработки. При этом четко указать, какие процессы основные, а какие вспомогательные.

Определение величины подвигания забоя за цикл

Одним из главных технологических параметров проведения выработки является величина подвигания забоя за цикл $l_{ц}$. При проведении буровзрывным способом эта величина определяется из паспорта буровзрывных работ (БВР), который приводится в

данной части раздела. При комбайновом способе эта величина зависит от свойств вмещающих пород и составляет не более 2 м.

Для более простой организации работ величину подвигания за цикл следует принимать *равной* или *кратной шагу установки крепи*.

Выбор проходческого оборудования

Производится выбор проходческого оборудования для механизации процессов, установленных в начале раздела, и доставки материалов в забой. Приводится техническая характеристика выбранного оборудования [7, 8].

При наличии присечки проходческий комбайн следует выбирать исходя из крепости присекаемой породы. При выборе оборудования для транспортирования отбитой горной массы и вспомогательных грузов целесообразно применять такой вид транспорта, который будет использоваться при эксплуатации выработки. Если он не предусматривается при эксплуатации, необходимо принять его при проведении с последующим демонтажом.

Конструирование технологической схемы проведения

Представленные выше процессы и средства их механизации komponуются в единую технологическую схему [9, 10]. Указывается, какие операции не могут быть совмещены и выполняются последовательно, а какие возможно совместить (полностью или частично) для уменьшения продолжительности проходческого цикла. Эта информация является основой для выполнения раздела б.

Технологическая схема в целом должна обеспечивать минимальную продолжительность проходческого цикла. Это достигается максимально возможным вынесением вспомогательных процессов в ремонтно-подготовительную смену и допустимыми совмещениями проходческих процессов.

При проектировании технологической схемы следует применять спаренное проведение пластовых выработок (через целик или выемочный столб), соединяя проводимые выработки соответственно сбояками или диагональными печами. Длина тупика при этом не должна превышать 500 м.

При буровзрывном способе скорость проведения низкая, а продолжительность цикла большая. Поэтому планирование ремонтной смены и вынесение вспомогательных процессов, как правило, не целесообразно. Их выполнение лучше по мере возможности совместить с выполнением основных процессов.

В заключительной части раздела приводится описание выполнения процессов проходчиками [7, 11, 12].

1.5. Расчет проветривания выработки

Раздел выполняется на основе требований п. 5.3.10, 7.2 и 7.8 руководства [13]. Согласно п. 5.3.10 в проекте необходимо принять проветривание тупиковой части проводимой выработки с помощью вентилятора местного проветривания (ВМП) и нагнетательный способ. Для сооружения трубопровода рекомендуется применять гибкие трубы диаметром 800 или 1000 мм. Расчет проветривания тупиковой выработки включает в себя следующие этапы:

1. Определение расхода воздуха по выделению метана или по газам, образующимся при взрывных работах.
2. Определение расхода воздуха по числу людей.
3. Определение расхода воздуха по минимальной скорости воздуха в выработке.
4. Определение требуемой производительности и давления ВМП, выбор ВМП.
5. Определение расхода воздуха в месте установки ВМП.

Определение расхода воздуха по выделению метана

При проведении пластовых выработок проходческим комбайном расход воздуха по метановыделению определится по формуле

$$Q_{зп} = \frac{100I_{п}}{C - C_0}, \quad (16)$$

где $Q_{зп}$ – расход воздуха по метановыделению, м³/мин; $I_{п}$ – метанообильность подготовительной выработки, м³/мин; C – допустимая концентрация CH₄ в исходящей вентиляционной струе, %;

C_0 – допустимая концентрация CH_4 в поступающей в забой струе, %.

Определение расхода воздуха по газам, образующимся при взрывных работах

$$Q_{зпг} = \frac{2,25}{T} \sqrt[3]{\frac{V_{в.в} S_{св}^2 l_{п}^2 k_{обв}}{k_{ут.тр}^2}}, \quad (17)$$

где $Q_{зпг}$ – расход воздуха по газам, образующимся при взрывных работах, $м^3/мин$; T – время проветривания забоя после взрыва по ПБ [2], мин; $S_{св}$ – площадь сечения выработки в свету, $м^2$; $l_{п}$ – проектная длина выработки, м; $k_{обв}$ – коэффициент, учитывающий обводненность выработки (0,6–0,8); $k_{ут.тр}$ – коэффициент утечек воздуха в вентиляционном трубопроводе (согласно табл. 7.19 [13]); $V_{в.в}$ – объем вредных газов, образующихся после взрыва, л.

$$V_{в.в} = Q I_{в.в}, \quad (18)$$

где Q – масса взрывчатого вещества на одну заходку, кг; $I_{в.в}$ – газовость взрывчатого вещества, л/кг (при взрывании по породе принимается 40 л, а по углю 100 л на 1 кг взрывчатого вещества).

Определение расхода воздуха по числу людей

$$Q_{зпл} = 6n, \quad (19)$$

где $Q_{зпл}$ – расход воздуха по числу людей, $м^3/мин$; n – число людей, одновременно работающих в выработке (см. п. 1.6).

Определение расхода воздуха по минимальной скорости воздуха в выработке

$$Q_{зпс} = 60V_{мин} S_{св}, \quad (20)$$

где $Q_{зпс}$ – расход воздуха по минимальной скорости воздуха в выработке, $м^3/мин$; $V_{мин}$ – минимально допустимая по ПБ [2] скорость воздуха в выработке согласно п. 235 ПБ [2], м/мин; $S_{св}$ – площадь сечения выработки в свету, $м^2$.

Определение требуемой производительности и давления ВМП, выбор ВМП

Из полученных расчетных значений $Q_{зп г}$, $Q_{зп л}$ и $Q_{зп с}$ выбирают большее значение $Q_{зп}$, на основе которого определяют требуемую производительность ВМП:

$$Q_{в} = k_{ут.тр} Q_{зп}, \quad (21)$$

где $Q_{в}$ – производительность ВМП, м³/мин; $k_{ут.тр}$ – коэффициент утечек воздуха в вентиляционном трубопроводе; $Q_{зп}$ – максимальное значение расхода воздуха для проветривания выработки, м³/мин.

Давление вентилятора, работающего на гибкий вентиляционный трубопровод (депрессия трубопровода), определяется по формуле

$$h_{в} = Q_{в}^2 R_{тр.г} \left(\frac{0,59}{k_{ут.тр}} + 0,41 \right), \quad (22)$$

где $h_{в}$ – давление вентилятора, даПа; $Q_{в}$ – производительность ВМП, м³/с; $R_{тр.г}$ – аэродинамическое сопротивление гибкого вентиляционного трубопровода без утечек воздуха, кц (ц – Мюрк); $k_{ут.тр}$ – коэффициент утечек воздуха в вентиляционном трубопроводе (согласно табл. 7.19 [13]).

Аэродинамическое сопротивление гибкого вентиляционного трубопровода без утечек воздуха определяется по формуле

$$R_{тр.г} = r_{тр} (l_{тр} + 20d_{тр}n_1 + 10d_{тр}n_2), \quad (23)$$

где $R_{тр.г}$ – аэродинамическое сопротивление гибкого вентиляционного трубопровода без утечек воздуха, кц/м; $r_{тр}$ – удельное аэродинамическое сопротивление гибкого вентиляционного трубопровода без утечек воздуха, кц/м (принимается для диаметров 0,8 и 1,0 м соответственно равным 0,0161 и 0,0051); n_1 , n_2 – число поворотов трубопроводов на 90 и 45–60° соответственно; $l_{тр}$ – длина трубопровода, м; $d_{тр}$ – диаметр трубопровода, м.

Коэффициент $k_{ут.тр}$ для пластовых выработок выбирается исходя из следующих длин трубопровода:

- для наклонных выработок 200–300 м;
- для штреков до 500 м.

Для определения числа поворотов для пластовых выработок необходимо предварительно выбрать схему проветривания (рис. 7), для полевых можно принять n_1 и n_2 равными нулю.

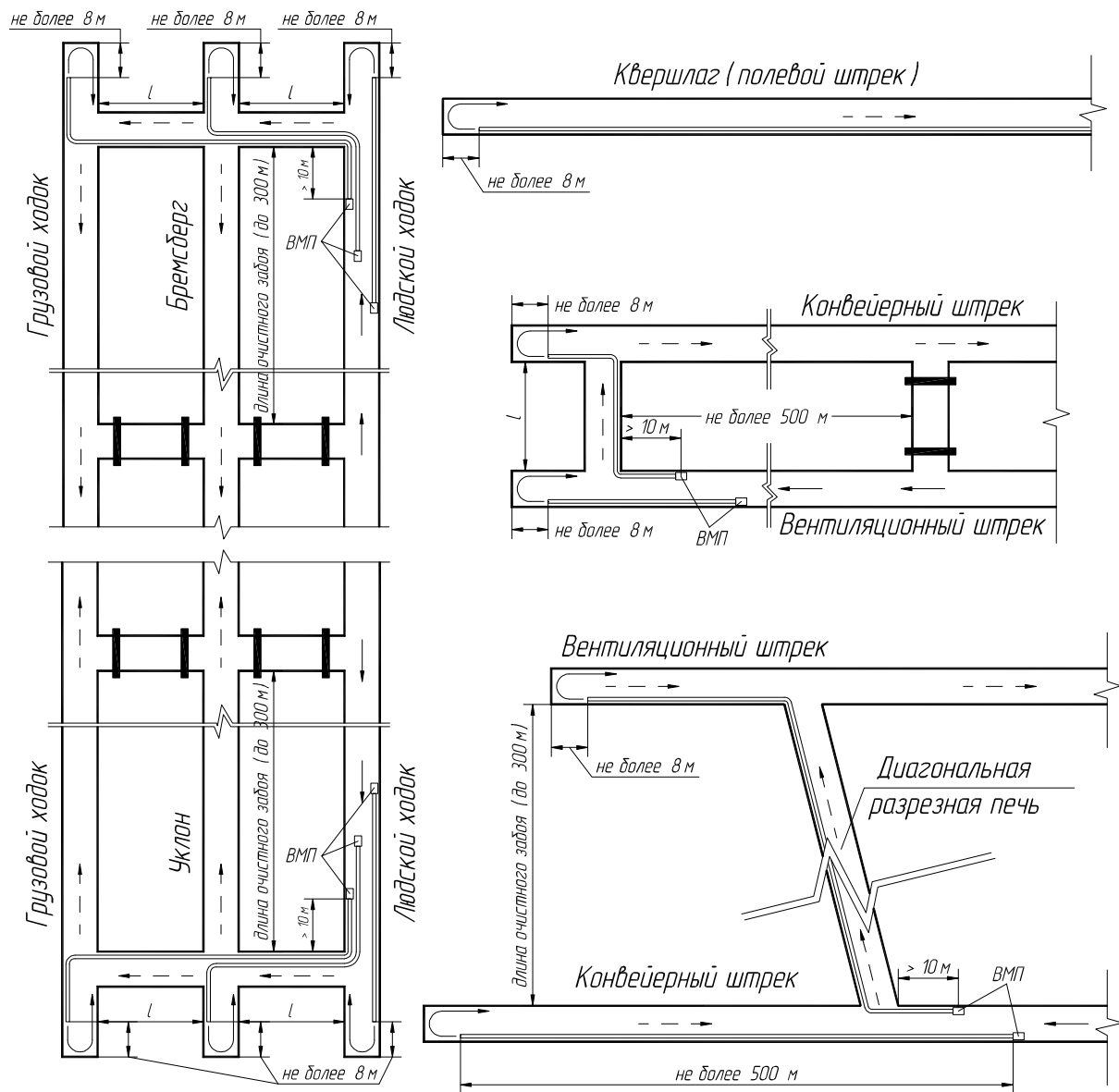


Рис. 7. Схемы проветривания выработок

Используя полученные значения Q_B и h_B , производят выбор марки ВМП. Характеристики вентиляторов представлены в [13], а также в каталогах заводов-изготовителей, журналах и т. д. Следует принимать такой вентилятор, аэродинамическая характеристика которого проходит через точку с координатами расчетного режима Q_B и h_B или выше нее (попадает в рабочую область). Если условие не выполняется для промышленно выпускаемых вентиляторов, то необходимо повторить расчет h_B , уменьшив длину трубопровода. Следует отметить, что полный расчет проветрива-

ния включает в себя также определение уточненной "рабочей" точки Q_B и h_B . В проекте допускается этого не делать.

Определение расхода воздуха в месте установки ВМП

Расход воздуха в месте установки ВМП должен удовлетворять следующим условиям [2, 13]:

$$Q_{вс} \geq 1,43Q_{1,1}, \quad (24)$$

где Q_B – производительность ВМП, м³/мин.

В конце раздела приводится краткая техническая характеристика выбранного ВМП и немасштабная схема (выбранная по рис. 7) с указанием основных параметров проветривания.

1.6. Разработка графика организации работ

Цель этого раздела – представить технологическую схему в виде планограммы и определить скорость проведения выработки. Для этого необходимо выполнить несколько предварительных этапов, содержание которых рассмотрено далее. Раздел выполняется на основании спроектированной ранее технологической схемы проведения. График организации работ при проведении горной выработки составляется, как правило, на сутки и содержит:

- график выходов рабочих;
- планограмму организации работ;
- таблицу технико-экономических показателей (ТЭП).

График выходов рабочих

Состав проходческого звена можно определить расчетным путем на основе трудоемкости проходческого цикла. Опыт работы подготовительных участков на шахтах Кузбасса показывает, что наиболее оптимальное число проходчиков составляет:

- при проведении выработки комбайном и креплении анкерной крепью 3 человека;
- при проведении выработки комбайном и креплении арочной крепью 4 человека;
- при буровзрывном способе проведения и креплении арочной крепью 4–6 человек.

Такую численность рекомендуется принимать в проекте. Форма графика выходов приведена в табл. 12.

Таблица 12

График выходов рабочих

Профессия	Разряд	Число рабочих				На сутки	Смены			
		1	2	3	4		I	II	III	IV
МГВМ										
Проходчик										
Электрослесарь										
Горнорабочий										
Всего										

В число проходчиков в звене n_3 входят машинист проходческого комбайна или буровой установки (МГВМ VI разряда) и непосредственно проходчики V или IV разряда. В каждую смену по проведению выработки выходят также электрослесарь V разряда и горнорабочий II (III) разряда. В ремонтно-подготовительную смену выходит несколько электрослесарей для ремонта оборудования и горнорабочих для доставки материалов и других работ.

Построение планограммы организации работ

Данная часть проекта выполняется на основе норм [12] на выполнение процессов, входящих в состав проходческого цикла, которые были установлены в разделе 4. Для составления графика организации работ необходимо определить продолжительность каждого рабочего процесса проходческого цикла (табл. 13). На основе этих расчетов затем определяют продолжительность проходческого цикла и скорость проведения выработки.

При определении продолжительности процессов следует учитывать, что нормы [12] приведены на смену и рассчитаны на одного человека. Поэтому вначале необходимо установить объем работ на цикл по каждому процессу. Затем продолжительность процесса можно определить по формуле

$$t_i = t_{cm} V_i / N_{пр} H_{yi}, \quad (25)$$

где t_i – продолжительность процесса, мин; t_{cm} – продолжительность смены, мин; V_i – объем на цикл; $N_{пр}$ – число проходчиков, выполняющих отдельный процесс; H_{yi} – установленная норма выработки.

Таблица 13

Определение продолжительности проходческого цикла

Наименование процесса	Ед. изм.	Объем на цикл	Норма выработки			Продолжительность, мин
			по сборнику	поправочный коэффициент	установленная	
1	2	3	4	5	6	7
		V_i	H_i	$K = K_1 \times K_2$	$H_{yi} = 4$	t_i

Объем на цикл V_i определяется исходя из величины подвигания забоя за цикл $l_{ц}$, установленной в разделе 4. Количество проходчиков $N_{пр}$ для выполнения процессов, нормы для которых составлены на одного человека, принимается по ПБ, нормам [2, 12]. При определении продолжительности выемки горной массы проходческим комбайном и бурения шпуров $N_{пр}$ следует принимать равным 1, т. к. норма на эти процессы составлена уже на звено. В справочнике [12] представлена таблица норм для комбайна ГПКС. Если в проекте предполагается использование более производительного комбайна (табл. 15), то рекомендуется к данным этой таблицы применить поправочный повышающий коэффициент, равный отношению производительности применяемого комбайна к производительности комбайна ГПКС ($1,4 \text{ м}^3/\text{мин}$). В установке арочной крепи, как правило, участвуют 4 проходчика. Крепление анкерной крепью могут выполнять 2-3 человека.

На основе расчетных значений t_i строят планограмму организации работ (табл. 14) и определяют продолжительность цикла, которая равна сумме продолжительностей несовмещенных процессов $\sum t_{iн}$.

Таблица 14

Планограмма организации работ*

Рабочие процессы	Продолжительность, мин	I смена						II смена						
		9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	$\sum t_{iн}$													

*Примечание. Планограмма строится на сутки, т. е. на все 4 смены.

Таблица 15

Технические данные проходческих комбайнов*

Наименование характеристики		СМ-30М2	КП21	П110	П220	КСП32	КСП35	КСП42	КП200	КП200-01
Производительность, не менее, м ³ /мин	по углю	до 41	1,8	1,7	3,0	3,0	1,8			
	по породе	–	0,32	0,3		0,3	0,3	0,2	0,32	
Угол наклона горных выработок, град		0	±18	±12						
Предел прочности разрушаемых пород, МПа		уголь	100	100	120	100	100	120		
Форма сечений выработок		прямоугольная	любая, кроме круглой							
Сечение проводимых выработок, м ²		–	10-28	7-25	9-30	10-33	10,5-35	12,5-38	14-39	
Размеры в транспортном положении, мм	длина	10972	10500	12700	13000	10500	13000	11400	14000	
	ширина	3375	2000	2300	2550	2000	2730	2200	2940	
	высота	1220	2100	1800	1850	1900	1800	2200	2420	
Масса комбайна, т		65	45	41	53	45	50	75	75	80
Погрузочный орган		питатель со звездами (парно-нагребающими лапами)								
Ширина стола питателя, мм		3581	2200 3200	2100 3800	2400 3300 4000	3670	3530	4160	4200	
Ходовая часть		75 кВт	гидропривод хода							
Скорость передвижения, м/мин		0–26	1,2; 4,8	1,6; 6,0	1,3; 5,0	1,0; 5,0	1,5; 6,0	1,1; 4,6	3,8; 4,4	
Напряжение питания, В		995	1140	660; 1140		660	660; 1140		1140	
Суммарная мощность электродвигателей, кВт		585	186,5	190	305	200	250	350; 390	344	359

*Примечание. Технические данные могут отличаться в зависимости от исполнения и года выпуска.

Определение скорости проведения выработки

Месячная скорость проведения выработки может составить

$$V_M = n_D l_{\text{ц}} n_{\text{ц}} n_c, \quad (26)$$

где V_M – месячная скорость подвигания забоя, м/мес.; n_D – число рабочих дней в месяце (25 или 30); $l_{\text{ц}}$ – подвигание забоя за цикл, м; $n_{\text{ц}}$ – число циклов в смену, шт.; n_c – число смен по проведению выработки в сутки.

Число циклов в смену определяют исходя из продолжительности одного цикла $t_{\text{ц}}$:

$$n_{\text{ц}} = t_{\text{см}}/t_{\text{ц}} = t_{\text{см}}/\sum t_{iH}, \quad (27)$$

где $n_{\text{ц}}$ – число циклов в смену, шт.; $t_{\text{см}}$ – продолжительность смены, мин; $t_{\text{ц}}$ – продолжительность цикла, мин; t_{iH} – продолжительность отдельного несовмещенного рабочего процесса, мин.

Таблица ТЭП содержит основные показатели проведения выработки (табл. 16).

Таблица 16

Технико-экономические показатели

Показатель	Ед. измерения	Значение
1. Площадь сечения выработки в свету	м ²	
2. Площадь сечения выработки в проходке	м ²	
3. Тип крепи		
4. Марка проходческого комбайна (буровой установки)		
5. Вид транспорта в выработке при проведении: основного вспомогательного		
6. Продолжительность проходческого цикла	мин	
7. Подвигание забоя за цикл	м	
8. Число циклов в сутки	шт.	
9. Скорость проведения выработки	м/мес.	
10. Число проходчиков в звене	чел.	
11. Производительность труда проходчика	м/вых.	
12. Стоимость проведения 1 м выработки*	р.	

* *Примечание. Определяется в разделе 1.7.*

1.7. Определение себестоимости проведения 1 м выработки

Расчет себестоимости проведения горной выработки, как и других сложных технологических процессов на современном горном предприятии, является довольно трудоемким и выполняется специалистами с соответствующей подготовкой. Поэтому в рамках данного проекта достаточно выполнить упрощенный расчет участковой себестоимости, учитывающий "классические" затраты: материалы, заработная плата, электроэнергия и амортизация основного оборудования.

Суточные затраты по каждой позиции приблизительно можно определить из табл. 17–20. Стоимость горно-шахтного оборудования, материалов, тарифные ставки, нормы амортизации принимаются по учебным пособиям [14, 15] или другим, более современным источникам.

При расчете фонда заработной платы также учитываются надбавки за ночные и вечерние смены, за руководство звеном или бригадой, за выполнение плана и др. Необходимость их использования в проекте определяется руководителем. В последнее время руководство РФ предписывает увеличивать именно тарифную (окладную), т. е. гарантированную составляющую в заработной плате, уменьшая тем самым долю различных коэффициентов и надбавок.

Для расчета затрат на электроэнергию необходимо установить все оборудование (потребители) подготовительного забоя, работающее на электроэнергии. Затем определяется продолжительность работы каждого потребителя электроэнергии за сутки. При этом продолжительность работы в ремонтно-подготовительную смену можно принять как 20 % от продолжительности работы в смену по проведению выработки. Мощность электродвигателей принимается согласно технической характеристике.

После определения всех видов затрат себестоимости проведения 1 м выработки можно определить по формуле

$$C = (C_M + C_3 + C_a + C_э)l_{\text{сут}}, \quad (28)$$

где C – себестоимость проведения 1 м выработки, р.; C_M – затраты на материалы, р.; C_3 – затраты на заработную плату, р.; C_a – суточные амортизационные отчисления, р.; $C_э$ – затраты на электроэнергию, р.; $l_{\text{сут}}$ – подвигание забоя за сутки, м ($l_{\text{сут}} = V_M / n_d$).

Таблица 17

Затраты на материалы C_M

Наименование материалов	Единица измерения	Расход на сутки	Цена единицы, р.	Стоимость материалов, р.
1	2	3	4	5
				$C_{Mi} = 3 \times 4$
Итого				C_M

Таблица 18

Расчет суточного фонда заработной платы C_3

Профессии	Разряд	Количество выходов в сутки	Тарифная ставка, р.	Районный коэффициент	Заработная плата C_3 , р.
1	2	3	4	5	6
					$C_{3i} = 3 \times 4 \times 5$
Итого					C_3

Таблица 19

Затраты по амортизации C_a

Наименование оборудования	Количество	Стоимость единицы, р.	Общая стоимость, р.	Норма амортизации, %	Амортизационные отчисления, р.	
					за год	за сутки
1	2	3	4	5	6	7
			2×3		$C_{agi} = 4 \times 5 \times 0,01$	$C_{ai} = 6/N^*$
Итого						C_a

* Примечание. N – число рабочих дней за год.

Таблица 20

Затраты на электроэнергию C_9

Наименование потребителей	Количество	Общая мощность, кВт	Продолжительность работы, ч	Расход, кВт·ч	Стоимость 1 кВт·ч, р.	Сумма затрат, р.
1	2	3	4	5	6	7
				$2 \times 3 \times 4$		$C_{9i} = 5 \times 6$
Итого						C_9

2. Содержание графической части

Графическая часть проекта (прил. 2) выполняется на листе формата А1 и представляет собой технологическую схему проведения выработки, на которой должны быть представлены:

- схема проводимой выработки в трех проекциях (М 1:50);
- сечение выработки при ее эксплуатации (М 1:50);
- планограмма организации работ;
- график выходов рабочих;
- таблица ТЭП;
- схема проветривания выработки;
- схема расположения шпуров или схема обработки забоя исполнительным органом комбайна (М 1:50);
- дополнительная графическая информация.

Схема проводимой выработки должна быть выполнена строго в соответствии с расчетными данными и технологическими решениями, принятыми в проекте. Изображается вертикальный, горизонтальный вид и поперечное сечение выработки в проходке, на которых должны быть показаны крепь, проходческое оборудование, трубопроводы, а также все необходимые согласно ПБ [2] размеры выработки, зазоры и проходы. На сечении выработки в эксплуатации должно быть показано оборудование, которое будет установлено при эксплуатации выработки с соответствующими зазорами и проходами.

Планограмма организации работ, график выходов рабочих, таблица ТЭП и схема проветривания выработки выносятся на лист из соответствующих разделов пояснительной записки.

Если проектом принят буровзрывной способ проведения выработки, то на листе приводится схема расположения шпуров (паспорт БВР) в трех проекциях. При комбайновом способе проведения изображают схему движения исполнительного органа комбайна по забою (схема обработки забоя).

Дополнительная графическая информация содержит, как правило, детальное изображение в соответствующем масштабе элементов крепи, водоотливной канавки, узлов подвески трубопроводов, сланцевых завес, рабочих полков и т. д. Также по согласованию с руководителем проекта можно привести список проходческого оборудования, таблицу расхода материалов и т. д.

Приложение 1

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
"Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева"
Кафедра РМПИ ПС

ЗАДАНИЕ

для курсового проекта по дисциплине
"Основы горного дела (подземная геотехнология)"

Студенту _____ группы _____
Ф.И.О.

Дата выдачи задания _____ 201__ г.

Дата представления проекта к защите _____ 201__ г.

Тема: Составить проект проведения _____
_____ длиной _____ м.

Исходные данные:

1. Срок службы выработки $T =$ _____.
2. Минимальная глубина заложения выработки H_m _____ м.
3. Коэффициент крепости и мощность¹⁾:
пласта угля $f_y =$ _____; $m_y =$ _____ м;
непосредственной кровли $f_{нк} =$ _____; $m_{нк} =$ _____ м;
основной кровли $f_{ок} =$ _____; $m_{ок} =$ _____ м;
почвы $f_{п} =$ _____; $m_{п} =$ _____ м.
4. Угол падения пласта $\alpha =$ _____ град.
5. Метанообильность выработки¹⁾ $I =$ _____ м³/мин.
6. Коэффициент крепости породы²⁾ $f =$ _____.
7. Ожидаемое смещение пород кровли⁴⁾ $U =$ _____ мм.
8. Количество воздуха, проходящего при эксплуатации выработки, $Q =$ _____ м³/мин.
9. Вид транспорта в выработке при эксплуатации: _____
10. Расстояние до параллельно проводимой (через целик) выработки¹⁾ $l =$ _____ м.
11. Коэффициент нарушенности массива³⁾ $k_c =$ _____.
12. Интенсивная трещиноватость⁴⁾ да / нет.

Спец. часть _____

Графическая часть проекта должна быть выполнена на листе формата А 1. Расчетно-пояснительная записка должна быть составлена в соответствии с методическими указаниями по выполнению курсового проекта. Рекомендуемая литература: согласно списку литературы методических указаний по выполнению курсового проекта.

¹⁾ для выработок, проводимых по пласту угля

²⁾ для полевых выработок

³⁾ для выработок с арочной крепью

⁴⁾ для выработок с анкерной крепью

Руководитель проекта _____

Пример графической части при комбайновом способе проведения

Схема конвейерного шпруса
М 150
А - А

Планграмма организации работ

Рабочие процессы	1 стена				2 стена				3 стена				4 стена												
	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	
Производство выработки *	38																								
Бурение шпуров	30																								
Извлечение	75																								
Наращивание бита стабы	17																								
Наращивание конвейера	15																								
Наращивание манерельса	54																								
Ремонтные работы	160																								

Технико-экономические показатели

№	Показатель	ЕД. изм.	Значение
1	Площадь сечения выработки в плане	м ²	9,61
2	Площадь сечения выработки в продольнике	м ²	10,1
3	Тип крепи		анкерная
4	Марка породящего комбайна		ПКС
5	Вид транспорта в выработке		зубчатый
6	Продолжительность проходческого цикла	мин	14,3
7	Продвижение забоя за шифт	м	1,1
8	Число шифтов	шт	8
9	Число проходчиков в звене	чел	4
10	Продвижительность труда проходчика	м/вык	0,55
11	Скорость проходения выработки	м/мес	200
12	Стоимость проходения 1м выработки	руб.	10887,6

График выходов рабочих

Профессия	Число рабочих				Смены			
	1	2	3	4	1	2	3	4
КВР	1	1	1	1	1	1	1	1
Продвиж	1	1	1	1	1	1	1	1
Эксплуататор	1	1	1	1	1	1	1	1
Продвижной	1	1	1	1	1	1	1	1
Взросл	1	1	1	1	1	1	1	1

Сечение выработки при эксплуатации
М 150

Схема отработки забоя истопленным артезианским кабелем

Схема проходления выработки

Схема проходления выработки

Примечание:

- продолжительность процессов указана на шифт;
- при работе комбайна 1 проходчик производит элементы крепления для установки;
- во время установки крепи МВН и 1 проходчик устанавливает и обслуживает комбайн;
- * - в расчет продолжительности подводится 1 чел.

Курсовой проект

Производство конвейерной шпруса

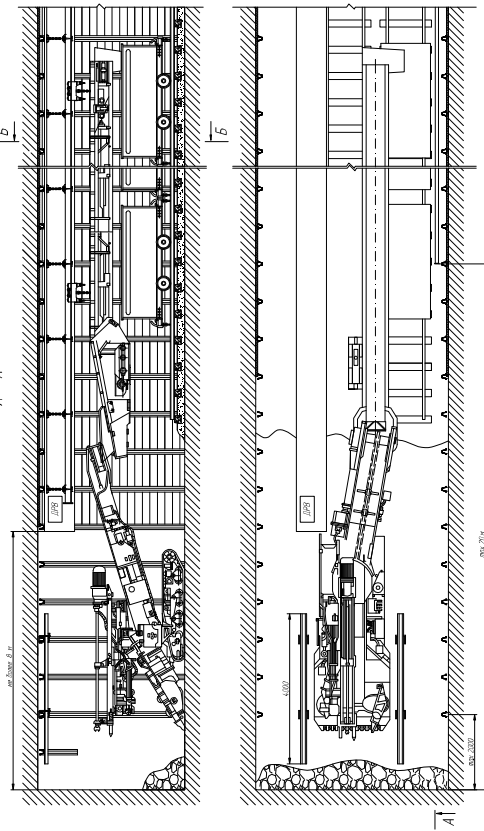
Исполнитель: [Имя]

Проверил: [Имя]

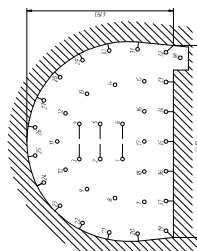
Дата: [Дата]

Пример графической части при буровзрывном способе проведения

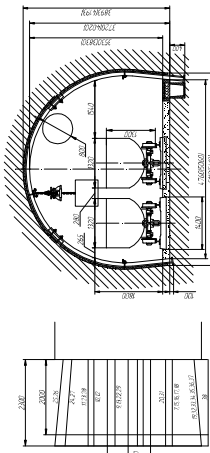
Схема главного квершлага
М 1:50
А - А



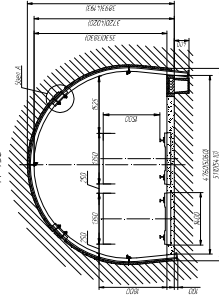
Расположение штуров в забое



6 - 5
М 1:50



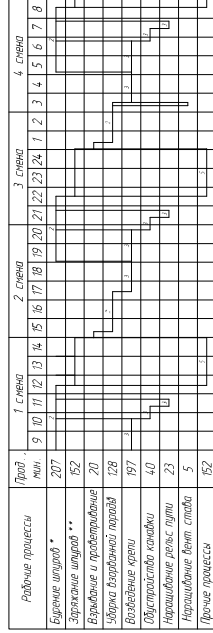
Сечение выработки при эксплуатации
М 1:50



Технико-экономические показатели

№	Показатель	ЕД изм.	Значение
1	Площадь сечения выработки в стволу	м ²	16,2
2	Площадь сечения выработки в проходке	м ²	19,1
3	Тол. крепи	мм (мм/шт)	771
4	Марка породящегося орудобуды		2796-2,6
5	Вид транспорта в выработке	осадочный	Возвешенка ЧФГ 3,3
6	Продолжительность проходческого цикла	мин.	704
7	Продвижение забоя за цикл	м	2
8	Число шакалов в сутки	шт.	2,28
9	Число проходчиков в забое	чел.	5
10	Продвижимость труда проходчика	м/чел.	0,24
11	Скорость проходной выработки	м/мес.	119
12	Стоимость выработки 1 м выработки	руб.	16548,3

Планграмма организации работ



Примечание:
- продолжительность процессов указана на шк.;
- в расчёт продолжительности подставляются 1 чел.;
• - производят выстрелы.

График выходов рабочих

Профессия	Место работы				Смена				
	Рабочий	№	2	3	4	1	2	3	4
МВТ	М	1	1	1	4				
Лодовик	Л	4	4	4	16				
Эксплуататор	Э	2	1	1	5				
Помощник	П	3	1	1	6				
Всего	10	7	7	7	31				

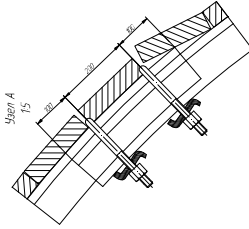


Схема подразделения выработки



Курсовой проект	
Исполнитель	РММ
Проверенный	С
Дата	2022.1
Лист	20/22.1
Экспертное заключение	
Итого: 11-091	

Список рекомендуемой литературы

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки (специальности) 130400 Горное дело (квалификация (степень) "специалист") (утв. приказом Министерства образования и науки РФ от 24 января 2011 г. № 89).

2. Правила безопасности в угольных шахтах (ПБ 05-618-03). Сер. 05. Вып. 11 / колл. авт. – М. : Гос. унитар. предприятие "Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России", 2003. – 296 с.

3. Основы горного дела. Подземная геотехнология : Практикум / К. А. Филимонов, Ю. А. Рыжков, Д. В. Зорков, Р. Р. Зайнулин ; ФГБОУ ВПО "Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева". – Кемерово, 2012. – 144 с.

4. Гелескул, М. Н. Справочник по креплению капитальных и подготовительных горных выработок / М. Н. Гелескул, В. Н. Каретников. – М. : Недра, 1982. – 479 с.

5. Инструкция по выбору рамных податливых крепей горных выработок / ВНИМИ. – СПб., 1991. – 125 с.

6. Инструкция по расчету и применению анкерной крепи на угольных шахтах России / М-во топлива и энергетики РФ ; Гос. науч.-исслед. ин-т гор. геомеханики и маркшейд. дела ; Межотраслевой науч. центр ВНИМИ. – СПб., 2000. – 83 с.

7. Проходчик горных выработок : справ. изд. / под ред. А. И. Петрова. – М. : Недра, 1991. – 646 с.

8. Оборудование для проведения наклонных и горизонтальных выработок угольных шахт : каталог-справочник / сост. А. В. Дуб, В. А. Чернов ; под общей ред. В. М. Щадова. – М. : Федеральное агентство по энергетике, 2007. – 124 с.

9. Технологические схемы проведения подготовительных выработок проходческими комбайнами на угольных шахтах Кузбасса / М-во угольной пром-сти СССР ; Всесоюз. науч.-исслед. и проект.-конструкт. угольный ин-т ; КузНИУИ / сост. Н. Я. Макаров [и др.]. – Прокопьевск, 1990. – 125 с.

10. Паспорта подготовительных и очистных работ для шахт производственного объединения "Беловоуголь". – Кемерово, 1992. – 102 с.
11. Основы горного дела / П. В. Егоров [и др.]. – М. : МГГИ, 2002. – 405 с.
12. Единые нормы выработки (времени) для шахт Кузнецкого бассейна / Минуглепром СССР. – М., 1981. – 556 с.
13. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт / колл. авт. – Макеевка-Донбасс, 1989. – 319 с.
14. Скукин, В. А. Экономика горного производства и менеджмент : учеб. пособие / В. А. Скукин, А. Н. Супруненко, Л. С. Скрынник. – Кемерово : Кузбассвуиздат, 2007. – 478 с.
15. Скукин, В. А. Экономика при проектировании шахт и рудников. Справочные данные по Кузнецкому бассейну : учеб. пособие / В. А. Скукин, А. Н. Супруненко ; ГУ КузГТУ. – Кемерово, 2008. – 54 с.

Составители
Константин Александрович Филимонов
Ринат Равильевич Зайнулин

ПРОВЕДЕНИЕ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Методические указания по выполнению курсового проекта по дисциплине "Основы горного дела (подземная геотехнология)" для студентов специальности 130400.65 "Горное дело" специализации 130401.65 "Подземная разработка пластовых месторождений" всех форм обучения

Редактор О. А. Вейс

Подписано в печать 13.03.2013. Формат 60×84/16
Бумага офсетная. Отпечатано на ризографе. Уч.-изд. л. 2,2
Тираж 170 экз. Заказ
КузГТУ. 650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28
Типография КузГТУ. 650000, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4А