

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

Кафедра разработки месторождений полезных ископаемых
подземным способом

ОСНОВЫ ГОРНОГО ДЕЛА (подземная геотехнология)

Методические указания к контрольной работе
для студентов специальности 130400 "Горное дело" специализа-
ций 130404 "Маркшейдерское дело" и 130412 "Технологическая
безопасность и горноспасательное дело", специальности 280102
"Безопасность технологических процессов и производств"
заочной формы обучения

Составители К. А. Филимонов
 Е. В. Дмитриева



Утверждены на заседании кафедры
Протокол № 13 от 03.04.2012

Рекомендованы к печати
учебно-методической комиссией
специальности 130400
Протокол № 3/12 от 19.04.2012

Электронная копия находится
в библиотеке КузГТУ

Кемерово 2012

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Дисциплина «Основы горного дела» (подземная геотехнология) является одной из базовых дисциплин в учебном плане. Она является дисциплиной, формирующей у студентов представление о различных аспектах подземной добычи. При ее изучении студент знакомится со всем спектром технологических задач подземной добычи, с трудностями ее осложняющими. Это позволяет в дальнейшем более полно освоить компетенции при изучении других дисциплин профессионального цикла и дисциплин специализации. Кроме того, знания, полученные при изучении данной дисциплины, помогают понять значимость своей будущей специализации в технологии подземной добычи полезных ископаемых.

Целью данной контрольной работы является систематизация и контроль теоретических знаний и практических навыков, формируемых у студентов при самостоятельном изучении дисциплины.

Работа включает в себя вопросы, предполагаемые к изучению согласно рабочей программе дисциплины в этом семестре. Структура контрольной также регламентируется рабочей программой. Она включает в себя один теоретический и два практических (расчетных) вопроса. Следует учесть, что для освоения дисциплины в полном объеме, необходимо изучить все вопросы, представленные в рабочей программе. Выполнение этого требования контролируется при промежуточной аттестации. В рамках данной работы студенты должны продемонстрировать навыки освоения конкретных разделов дисциплины согласно варианту.

Вариант контрольной работы (теоретической и практической части) выбирается по последней цифре номера зачетной книжки и первой букве фамилии студента (табл. 1).

Задание к контрольной работе выдается на установочной лекции. На этом занятии преподаватель знакомит студентов с перечнем вопросов, которые требуется изучить по данной дисциплине, в соответствии с рабочей программой. Выполненную работу необходимо зарегистрировать и сдать преподавателю до начала семестра.

Защита контрольной работы является важным этапом при оценке знаний студента. Она производится во время сессии или

на консультациях до сессии. Без зачетной контрольной работы студент не допускается к сдаче экзамена.

Таблица 1

Определение варианта контрольной работы

Последняя цифра номера зачетной книжки	Первая буква фамилии студента	№ варианта
0	А-О	7
	П-Я	14
1	А-О	18
	П-Я	1
2	А-О	17
	П-Я	11
3	А-О	8
	П-Я	12
4	А-О	2
	П-Я	20
5	А-О	4
	П-Я	16
6	А-О	5
	П-Я	13
7	А-О	3
	П-Я	9
8	А-О	19
	П-Я	15
9	А-О	6
	П-Я	10

Контрольная работа выполняется на стандартных пронумерованных листах бумаги формата А4 (Times New Roman, размер шрифта – 14 пт; интервал – полуторный, все поля по 20 мм). Листы скрепляются в папке-скоросшивателе. В начале контрольной работы помещают титульный лист, содержание работы, а далее сам текст. В целом контрольная работа должна быть оформлена согласно принятым требованиям для технического текста (все рисунки, таблицы, формулы пронумерованы, присутствуют ссылки на литературные источники и т. д.).

2. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Темы теоретических вопросов отражают содержание тем, которые не рассматриваются на аудиторных занятиях, а предусмотрены для самостоятельного изучения. Ответ на теоретические вопросы должен представлять собой конспект рекомендованных ис-

точников литературы [1, 2, 3, 4], содержащий относительно краткий, но в тоже время достаточно полный материал по заданной теме. При необходимости в ответ включают чертежи и схемы. Темы теоретических вопросов представлены в табл. 2.

Таблица 2

Темы теоретических вопросов

№ варианта	Вопросы
1	Гидравлическое разрушение горных пород.
2	Понятие о горных выработках. Формы и размеры поперечного сечения горных выработок.
3	Бетонные и железобетонные крепи.
4	Основные свойства и характеристики крепей.
5	Разрушение горных пород взрывом. Шпуровой метод ведения взрывных работ.
6	Проветривание выработок при их проведении.
7	Рамные крепи.
8	Анкерные крепи.
9	Гидравлическое разрушение горных пород. Экспериментальные способы разрушения.
10	Разрушение горных пород взрывом. Шпуровой метод ведения взрывных работ.
11	Основы механики горных пород. Напряженное состояние вокруг горных выработок.
12	Понятие о крепях горных выработок. Классификация крепей.
13	Основные свойства и характеристики крепей.
14	Понятие о крепях горных выработок. Крепежные материалы.
15	Рамные крепи.
16	Анкерные крепи.
17	Бетонные и железобетонные крепи.
18	Понятие о горных выработках. Наклонные горные выработки.
19	Понятие о горных выработках. Горизонтальные горные выработки.
20	Понятие о крепях горных выработок. Крепежные материалы.

3. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Практическая часть предполагает выполнение двух расчетно-графических работ: "Определение площади поперечного сечения горной выработки" и "Определение параметров анкерной крепи".

Горные выработки являются элементами, из которых состоит технологическая схема, т. е. непосредственно шахта. Умение

правильно определить главный параметр горной выработки – площадь поперечного сечения в свету является важнейшим навыком для горного инженера. Проведение выработки производится при постоянном сопровождении и контроле со стороны маркшейдерской службы шахты. Правильно рассчитанное сечение является основой безопасной эксплуатации выработки.

Вторая работа логически взаимосвязана с первой. Она формирует у студентов навыки определения параметров анкерной крепи горных выработок. Выполнение этих расчетно-графических работ позволяет приобрести актуальные навыки для студентов обеих специализаций. Совокупность горных выработок формирует более крупные элементы технологической схемы шахты – схемы вскрытия и подготовки, систему разработки. Их изучение предполагается в следующем семестре.

3.1. Определение площади поперечного сечения горной выработки

Методика определения площади поперечного сечения основана на требованиях одного из основных нормативных документов угольной промышленности РФ – Правил безопасности в угольных шахтах ПБ 05-618-03 (ПБ).

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 $S_{св}$, так как именно эта площадь остается свободной для перемещения людей, транспортных средств, прохода воздуха при эксплуатации горных выработок. Причем для податливых крепей следует производить окончательный выбор площади сечения по значению $S_{св}$ после осадки.

Согласно п. 118 ПБ [4] 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). Сокращенно назовем эти площади следующим образом:

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

Из вышесказанного следует, что исходные данные для расчета площади поперечного сечения горной выработки должны содержать информацию:

- о количестве воздуха, которое будет проходить при ее эксплуатации (для определения $S_{\text{св в}}$);
- о предполагаемых к использованию при эксплуатации выработки транспортных средств (для определения $S_{\text{св тр}}$);
- собственно название горной выработки, площадь поперечного сечения которой необходимо определить (для определения $S_{\text{св мин}}$).

Все эти данные представлены в индивидуальных заданиях.

Кроме этого в п. 118 ПБ говорится, что поперечные сечения горных выработок должны соответствовать типовым сечениям. Тогда определение $S_{\text{св}}$ горизонтальной и наклонной выработки можно представить в виде алгоритма (рис. 1).

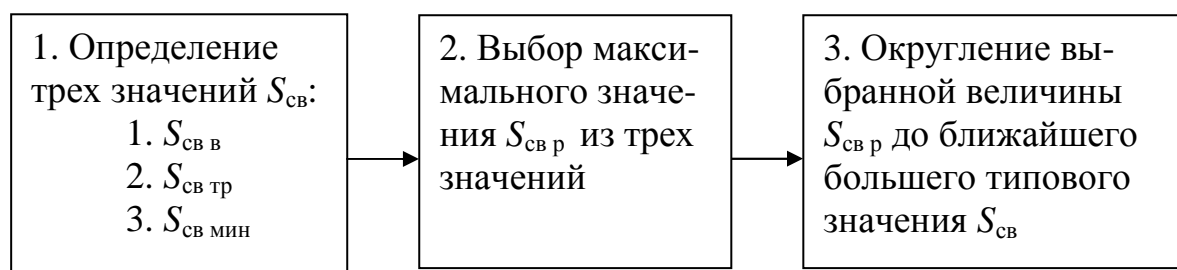


Рис. 1. Алгоритм определения площади поперечного сечения в свету

Поэтому кроме трех указанных выше обозначений введем еще два:

$S_{\text{св р}}$ – расчетное значение, т. е. максимальное из $S_{\text{св в}}$, $S_{\text{св тр}}$ и $S_{\text{св мин}}$; $S_{\text{св}}$ – окончательное значение, т. е. искомая величина, определение которой является целью этой работы.

Следует отметить, что в некоторых случаях последний этап может отсутствовать. Эти случаи будут рассмотрены далее, при изложении непосредственно методики расчета.

Особо следует отметить, что табл. 3 и 6 содержат важнейшие фундаментальные требования, которые уже много лет оста-

ются неизменными и являются азами в горной инженерной деятельности и, естественно, в процессе обучения. Поэтому изучению этих требований надо уделить повышенное внимание.

Ход работы

В работе рассматривается методика определения площади поперечного сечения горных выработок двух наиболее распространенных форм и соответствующих видов крепи:

- арочной формы и арочной трехзвенной крепи с железобетонной затяжкой;
- прямоугольной формы с прямой или наклонной кровлей и анкерной крепью.

Несмотря на то, что в обоих этих вариантах $S_{св}$ в целом определяется согласно требованиям, изложенным в теоретических положениях, существуют некоторые особенности расчетов этих вариантов при определении $S_{св тр}$.

Ход выполнения работы поэтапно выглядит следующим образом:

1. Определение $S_{св в}$.
2. Построение расчетной схемы для определения минимальной ширины выработки.
3. Расчет минимальной ширины выработки B_p .
4. Определение $S_{св тр}$.
5. Определение $S_{св мин}$.
6. Выбор максимального значения $S_{св р}$ из трех полученных ранее значений и соответственно $S_{св}$.
7. Выбор типового значения $S_{св}$ (данный этап может отсутствовать).
8. Изображение в масштабе 1:50 или 1:25 горной выработки с площадью поперечного сечения $S_{св}$.

1. Определение $S_{св в}$

Площадь сечения по воздуху определяется по формуле

$$S_{св в} = \frac{Q}{60V}, \quad (1)$$

где Q – количество воздуха, которое будет проходить в выработке при ее эксплуатации, м³/мин; V – максимально допустимая

скорость движения воздуха в выработке, м/с; 60 – переводной коэффициент из секунд в минуты.

Значение Q задано в исходных данных. Максимально допустимая скорость движения воздуха V регламентируется п. 235 ПБ. Требования этого пункта представлены в табл. 3.

Таблица 3

Максимальная скорость воздуха

Горные выработки, призабойные пространства, вентиляционные устройства	Максимальная скорость воздуха V , м/с
Вентиляционные скважины	Не ограничена
Стволы и вентиляционные скважины с подъемными установками, предназначенными только для подъема людей в аварийных случаях, вентиляционные каналы	15
Стволы, предназначенные только для спуска и подъема грузов	12
Кроссинги трубчатые и типа перекидных мостов	10
Стволы для спуска и подъема людей и грузов, квершлагги, главные откаточные и вентиляционные штреки, капитальные и панельные бремсберги и уклоны	8
Все прочие горные выработки, проведенные по углю и породе	6
Призабойные пространства очистных и тупиковых выработок	4

Не все горные выработки, изученные на предыдущих занятиях и указанные в задании, присутствуют в таблице. Поэтому если студент не смог самостоятельно определить значение V , то следует обратиться к преподавателю за разъяснениями.

2. Построение расчетной схемы для определения минимальной ширины выработки

Расчетная схема для определения минимальной ширины выработки может состоять из трех или пяти элементов (рис. 2). Если согласно заданию при эксплуатации выработки предполагается два транспортных средства (например, конвейер и монорельсовая дорога), то на схеме будет пять элементов. Если транспортное средство одно (например, рельсовый путь), то три элемента.

Минимальные значения величин t , p , n согласно п. 118 ПБ представлены в табл. 6. Габариты подвижного состава напочвенного рельсового транспорта и конвейеров представлены в табл. 4 и 5. Ширина подвешенного состава монорельсовой дороги указана в задании.

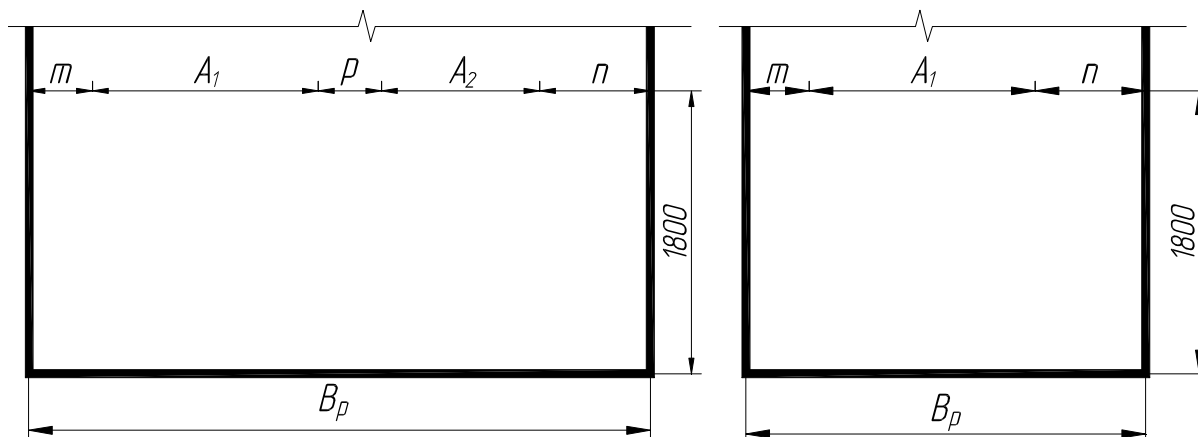


Рис. 2. Расчетные схемы для определения минимальной ширины выработки:

t – зазор между крепью (бортом) и транспортным средством, мм;
 A_1 и A_2 – ширина транспортных средств, мм; p – зазор между транспортными средствами, мм; n – ширина прохода для людей, мм

Таблица 4

Габариты подвижного состава

Наименование	Высота, мм	Ширина, мм	Длина, мм	Колея, мм
Аккумуляторные электровозы				
АМ8Д	1415	1350	4500	900
АРП14	1415	1350	5865	
Шахтные вагонетки				
ВГ2,5	1300	1240	3150	900
ВГ3,5	1300	1320	3850	
ВД5,6	1550	1350	3900	
ВПГ-18	1530	1530	4550	
ВЛН1-15Г	1500	1400	5000	

Таблица 5

Габариты конвейеров

Марка конвейера	Ширина ленты, мм	Габариты, мм	
		ширина	высота
КЛКТ-800	800	1230	1025
КЛК-1000	1000	1430	1025
КЛК-1200	1200	1630	1210
КЛК-1400	1400	1930	1210

Таблица 6

Минимальные величины проходов и зазоров

Выработки	Вид транспорта	Расположение	Минимальная величина, м	
			прохода	зазора
1. Горизонтальные, наклонные	Рельсовый	Между крепью и подвижным составом: – при деревянной, металлической и рамных конструкциях железобетонной и бетонной крепи	0,7	0,25
		– при сплошной бетонной, каменной и железобетонной крепи	0,7	0,2
		– в местах посадки людей в пассажирские вагоны	1,0	–
		Между подвижными составами на параллельных путях	–	0,2
2. Горизонтальные, наклонные	Конвейерный	Между крепью и конвейером	0,7	0,4
		От верхней выступающей части конвейера до верхняка	–	0,5
		От натяжных и приводных головок до верхняка		0,6
3. Горизонтальные, наклонные	Монорельсовый	Между крепью и подвижным составом при скорости движения: – до 1 м/с	0,7	0,2
		– более 1 м/с	0,85	0,3
		Между днищем сосуда или нижней кромкой перевозимого груза и почвой выработки		0,4
4. Наклонные	Канатно-кресельные дороги	Между крепью и осью каната (на высоте зажима подвески)	0,7	0,6
5. Горизонтальные	Конвейерный с рельсовым	Между крепью и подвижным составом	0,7	–
		Между крепью и конвейером	–	0,4
		Между подвижным составом и конвейером	–	0,4

Продолжение табл. 6

Выработки	Вид транспорта	Расположение	Минимальная величина, м	
			прохода	зазора
6. Наклонные	Конвейерный с рельсовым	Между крепью и конвейером	0,7	–
		Между крепью и подвижным составом	–	0,25
		Между подвижным составом и конвейером	–	0,4
7. Горизонтальные, наклонные	Конвейеры с моно-рельсовым или надпочвенными дорогами	Между крепью и подвижным составом	0,7	0,4
		Между крепью и конвейером	–	0,4
		Между подвижным составом и конвейером	–	0,4
8. Горизонтальные, наклонные	Монорельсовая дорога, расположенная над конвейером	Между подвижным составом и конвейером	–	0,5
9. Наклонные	Канатно-рельсовые дороги	Между канатом и конвейером	–	1,0

Примечание: Ширина проходов для людей и зазоры должны быть выдержаны по высоте выработки не менее 1,8 м от почвы (тротуара). Проходы на всем протяжении выработки должны устраиваться, как правило, с одной стороны. В двухпутевых выработках запрещается устройство проходов между путями.

При построении схемы студент вместо буквенного обозначения записывает численные значения согласно своему варианту. Если в задании указан электровоз и вагонетка, в схему подставляют транспортное средство с большей шириной.

3. Расчет минимальной ширины выработки

Минимальная ширина выработки определяется как сумма всех элементов расчетной схемы:

$$B_p = m + A_1 + p + A_2 + n \quad (2)$$

или $B_p = m + A_1 + n,$

где B_p – минимальная ширина выработки в свету, мм.

4. Определение $S_{\text{св тр}}$

В общем случае, в соответствии с требованиями п. 118 ПБ, процедура непосредственного определения $S_{\text{св тр}}$ сводится к поиску в таблицах типовых сечений горных выработок с той или иной крепью ближайшего большего значения B от определенной ранее минимальной ширины B_p . Затем принимают соответствующую этой ширине B площадь в свету.

Однако фактически понятие "типовое сечение" в настоящее время применимо к рамным крепям с элементами различного типоразмера, изготавливаемыми на заводе. В нашем случае это арочная крепь. Каждая рама (арка) имеет кинематическую связь между своими элементами, т. е. представляет собой единую конструкцию определенной ширины в зависимости от типоразмера. К выработкам с анкерной крепью это замечание не относится, так как эта крепь не подразумевает единой конструкции определенного типоразмера с фиксированной шириной. Поэтому несмотря на то, что существуют различные альбомы и книги с типовыми сечениями выработок с анкерной крепью, на практике возможно провести такую выработку с любой площадью и шириной вплоть до максимального допустимого значения.

Для выработки с арочной крепью необходимо воспользоваться таблицей типовых сечений (табл. 7). Следует выбрать из нее по ширине B_p ближайшее большее значение B после осадки и соответствующее значение площади в свету после осадки. Это и будет $S_{\text{св тр}}$.

Для выработки с анкерной крепью воспользуемся другой методикой (рис. 3).

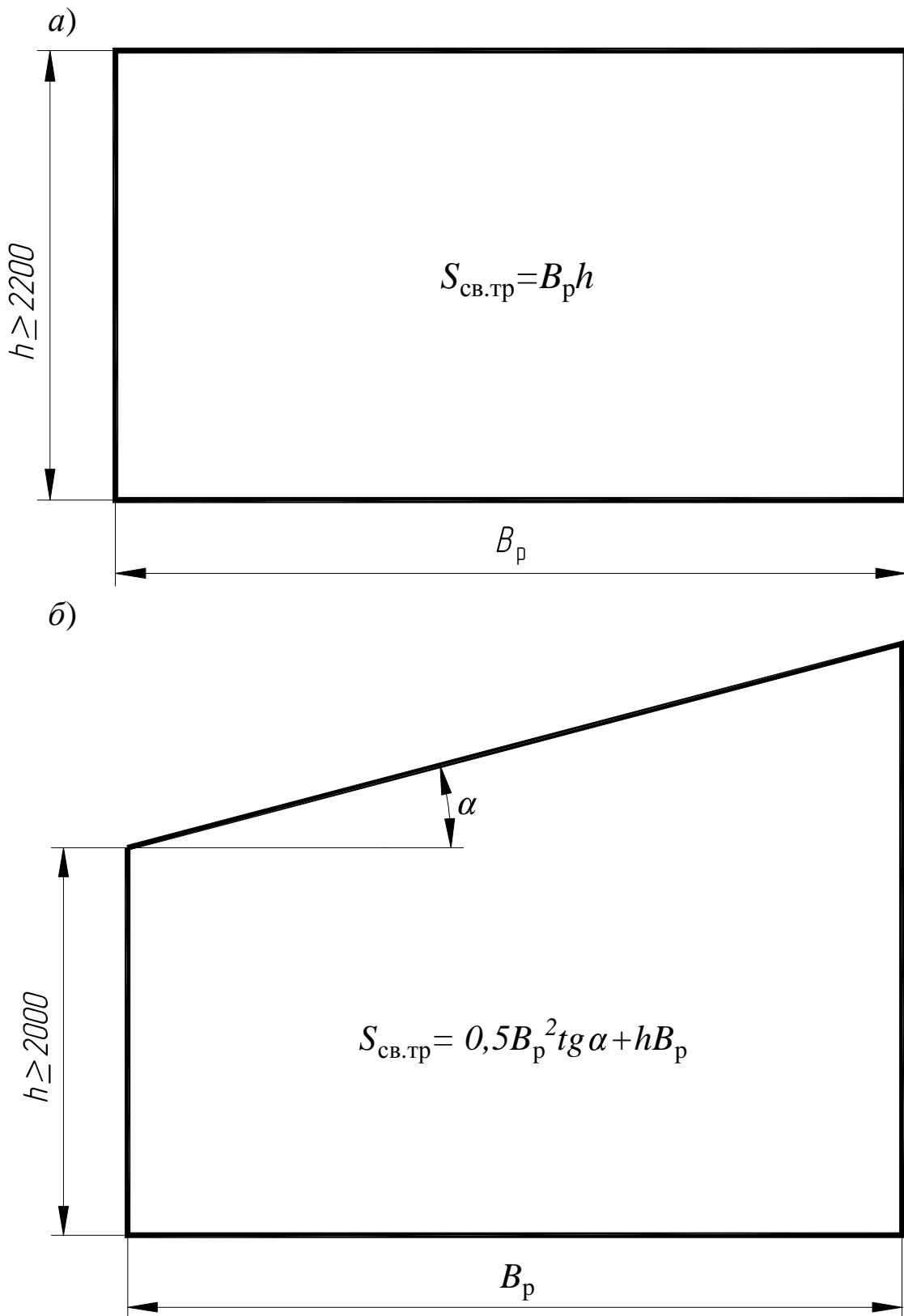
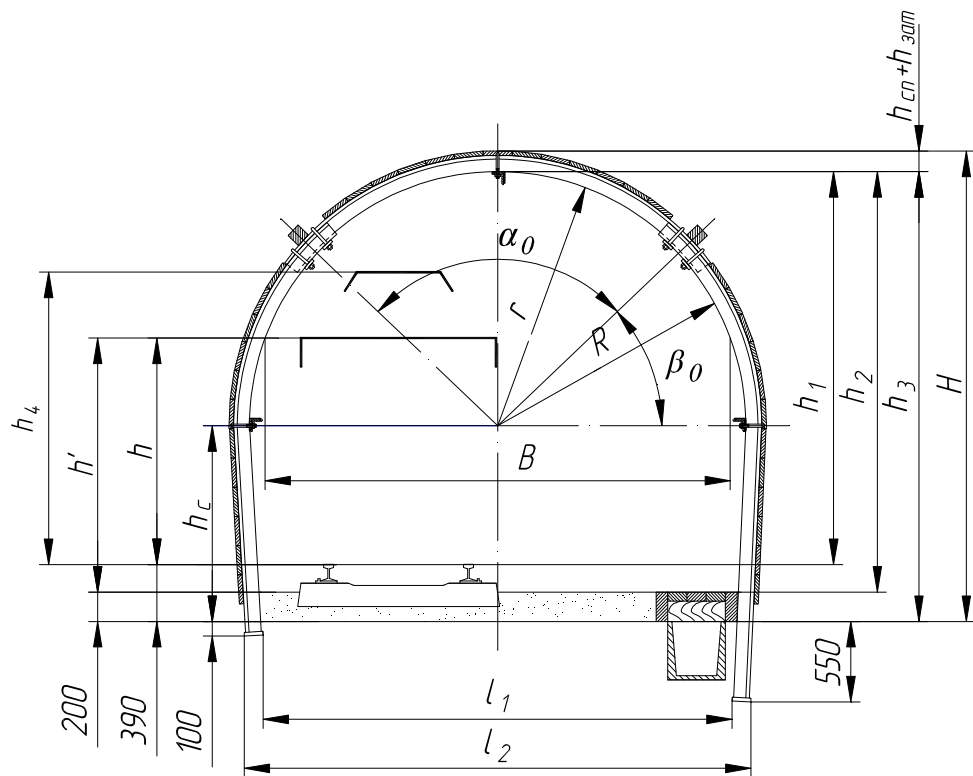


Рис. 3. Расчетные схемы для выработок с анкерной крепью:
а – с горизонтальной кровлей; б – с наклонной кровлей

a)



b)

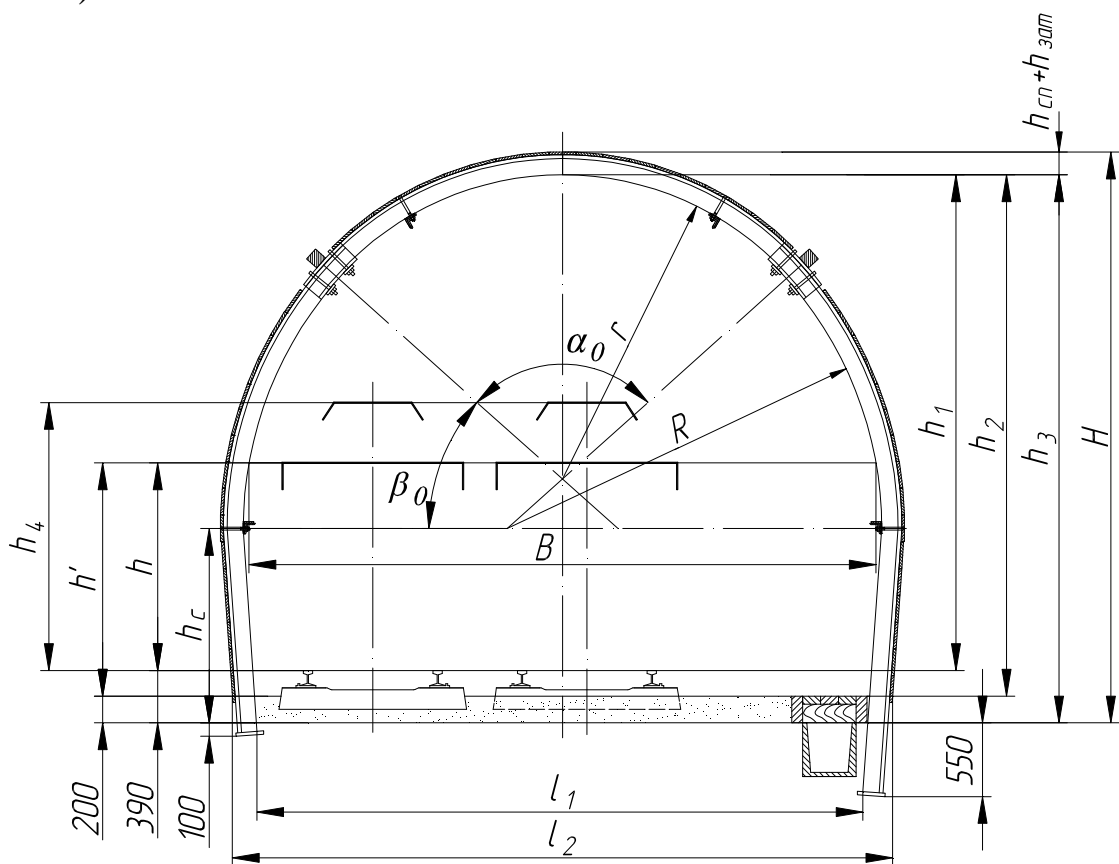


Рис. 4. Подковообразная арочная крепь

Таблица 7

Типовые сечения выработок с подковообразной арочной крепью

Площадь сечения выработки, м ²		Размеры, мм														α_0	β_0
в проходке	в свету	r	R	H	h_3	h_2	h_1	h_c	h	h'	h_4	B	l_1	l_2	$h_{сп} + h_{зат}$		
10,4*	$\frac{8,5}{8,0}$	1740	1720	$\frac{3220}{3090}$	$\frac{3080}{2950}$	$\frac{2880}{2750}$	$\frac{2690}{2560}$	1340	1550	1740	2000	$\frac{3220}{3030}$	3250	3510	140	93°23'	43°16'
11,4**	$\frac{9,3}{8,8}$	1740	1980	$\frac{3410}{3270}$	$\frac{3240}{3100}$	$\frac{3040}{2900}$	$\frac{2850}{2710}$	1320	1550	1740	2000	$\frac{3380}{3190}$	3370	3690	170	93°28'	43°16'
12,8*	$\frac{10,6}{10,0}$	2000	1980	$\frac{3490}{3350}$	$\frac{3320}{3180}$	$\frac{3120}{2980}$	$\frac{2930}{2790}$	1320	1550	1740	2000	$\frac{3760}{3560}$	3740	4060	170	93°28'	43°16'
14,7*	$\frac{12,2}{11,6}$	2270	2250	$\frac{3590}{3440}$	$\frac{3420}{3270}$	$\frac{3220}{3070}$	$\frac{3030}{2880}$	1150	1550	1740	2000	$\frac{4210}{4010}$	4350	4670	170	96°26'	41°47'
18,5**	$\frac{15,8}{14,9}$	2270	2800	$\frac{4260}{4080}$	$\frac{4090}{3910}$	$\frac{3820}{3710}$	$\frac{3700}{3520}$	1450	1550	1740	2000	$\frac{4690}{4500}$	4550	4870	170	96°26'	41°47'
20,2**	$\frac{17,3}{16,4}$	2520	2800	$\frac{4340}{4160}$	$\frac{4170}{3990}$	$\frac{3970}{3790}$	$\frac{3780}{3600}$	1450	1550	1740	2000	$\frac{5070}{4870}$	4920	5240	170	96°26'	41°47'
21,3**	$\frac{18,3}{17,3}$	2670	2800	$\frac{4390}{4210}$	$\frac{4220}{4040}$	$\frac{4020}{3840}$	$\frac{3830}{3650}$	1450	1550	1740	2000	$\frac{5250}{5040}$	5140	5560	170	96°26'	41°47'

Примечание: 1) В числителе дроби приведены значения до осадки, в знаменателе – после осадки.

2) * – типовое сечение выработки изображается по рис. 4, а;

** – типовое сечение выработки изображается по рис. 4, б.

Таблица 8

Основные размеры и характеристики элементов конструкции крепи

Площадь сечения выработки, м ²			№ профиля	Верхняк			Стойка			Стойка			Вес арки со стяжками и соединительными скобами <i>m</i>	Железобетонные затяжки	
в проходке	в свету			радиус кривизны <i>r</i> , м	длина, м	вес, кг	радиус кривизны <i>R</i> , м	длина, м	вес, кг	радиус кривизны <i>R</i> , м	длина, м	вес, кг		количество, шт.	объем, м ³
	до осадки	после осадки													
10,4	8,5	8,0	22	1,74	3,2	70,5	1,72	2,95	65,0	1,72	3,40	75,0	0,255	37	0,370
11,4	9,3	8,8	22	1,74	3,2	70,5	1,98	3,10	68,2	1,98	3,55	78,0	0,261	39	0,390
12,8	10,6	10,0	22	2,00	3,65	80,5	1,98	3,10	68,2	1,98	3,55	78,0	0,272	41	0,410
14,7	12,2	11,6	27	2,27	4,20	113,0	2,25	3,10	83,6	2,25	3,55	96,0	0,348	44	0,440
18,5	15,8	14,9	27	2,27	4,20	113,0	2,80	3,80	105,0	2,80	4,25	115,0	0,389	52	0,520
20,2	17,3	16,4	27	2,52	4,65	125,6	2,80	3,80	105,0	2,80	4,25	115,0	0,402	54	0,540
21,3	18,3	17,3	27	2,67	4,90	132,0	2,80	3,80	105,0	2,80	4,25	115,0	0,408	55	0,550

Характеристика профиля СВП

Номер профиля	Масса, кг/м	Размеры, мм							Площадь сечения, см ²
		<i>B</i>	<i>b</i>	<i>M</i>	<i>m</i>	<i>H</i>	<i>x</i>	<i>h</i>	
СВП22	21,9	145,5	99,5	60,0	51,0	110,0	11,0	25,5	27,91
СВП27	26,9	149,5	99,5	59,5	50,6	123,0	13,0	29,0	34,37

Таблица 9

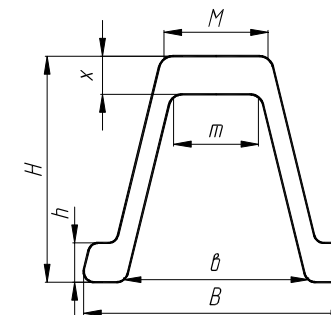


Рис. 5. Сечение профиля СВП

5. Определение $S_{св\ мин}$

Значения $S_{св\ мин}$ для горных выработок согласно п. 118 ПБ представлены в табл. 10.

Таблица 10

Минимальные площади поперечных сечений

Выработки	Минимальные значения	
	площади поперечных сечений, м ²	высоты от почвы (головки рельсов) до крепи или оборудования, м
1. Главные откаточные и вентиляционные выработки, людские ходки для механизированной перевозки	9,0	1,9
2. Участковые вентиляционные, промежуточные, конвейерные и аккумулирующие штреки, участковые бремсберги и уклоны	6,0	1,8
3. Вентиляционные просеки, печи, косовичники и другие выработки	1,5	–
4. Участковые выработки, находящиеся в зоне влияния очистных работ, людские ходки, не предназначенные для механизированной перевозки людей	4,5	1,8

6. Выбор максимального значения $S_{св\ р}$

Выбирается максимальное значение из $S_{св\ в}$, $S_{св\ тр}$, $S_{св\ мин}$ и четко указывается, по какому фактору выбрали $S_{св\ р}$:

$$S_{св\ р} = \max(S_{св\ в}, S_{св\ тр}, S_{св\ мин}). \quad (3)$$

Если для выработки с арочной крепью $S_{св\ р} = S_{св\ тр}$, то $S_{св} = S_{св\ р} = S_{св\ тр}$, так как $S_{св\ тр}$ уже является типовым сечением и уточнения не требуется. Расчет в этом случае завершен.

Для выработок с анкерной крепью $S_{св\ р} = S_{св}$, так как для них, как указано ранее, не применяются типовые сечения. Расчет в этом случае также завершен, и можно переходить к вычерчиванию горной выработки.

7. Выбор типового значения $S_{св}$

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

$S_{\text{св } p} = S_{\text{св } \text{мин}}$). В этом случае по табл. 7 принимаем ближайшее большее от $S_{\text{св } p}$ значение площади в свету после осадки. Это и есть искомое значение $S_{\text{св}}$.

8. Изображение горной выработки

Поперечное сечение горной выработки изображается в масштабе 1:50 или 1:25 согласно требованиям к горно-графической документации.

Во всех вариантах, где определяется площадь пластовых выработок, необходимо изобразить пласт. В исходных данных характеристика пласта не указана. Рекомендуется его мощность принять в пределах 2–2,5 м. В выработках с наклонной кровлей (рис. 3, б) угол наклона кровли соответствует углу падения пласта. В вариантах, где рассматривается штрек с горизонтальной кровлей (рис. 3, а), угол падения пласта можно принять 14° .

Все необходимые для построения размеры типового сечения выработок с арочной крепью указаны в табл. 7, 8 и на рис. 4. Характеристика профиля СВП представлена на рис. 5 и в табл. 9. Поскольку в любом случае ширина выработки B будет больше B_p , рекомендуется увеличить проход для людей (он будет более 700 мм).

Если для выработки с анкерным креплением $S_{\text{св}}$ выбрано по габаритам транспортных средств, то размер выработки принимается согласно рис. 3. Если по воздуху или по минимально допустимому значению, то сечение нужно сконструировать таким образом (подобрать B и h), чтобы получилась необходимая площадь $S_{\text{св}}$ и в то же время ширина была не менее B_p , но не более 6 м. Высоту h при этом рекомендуется принимать не менее 2 м.

Во всех вариантах принимаются анкера длиной 1,8 м. Количество анкеров в ряду (по ширине выработки) принимается из расчета 1 анкер на 1 м ширины выработки.

Во всех выработках предусматривается наличие водоотливных канавок в обязательном порядке.

Основные элементы, необходимые для правильного изображения сечения горной выработки, приведены далее на рис. 6–11.

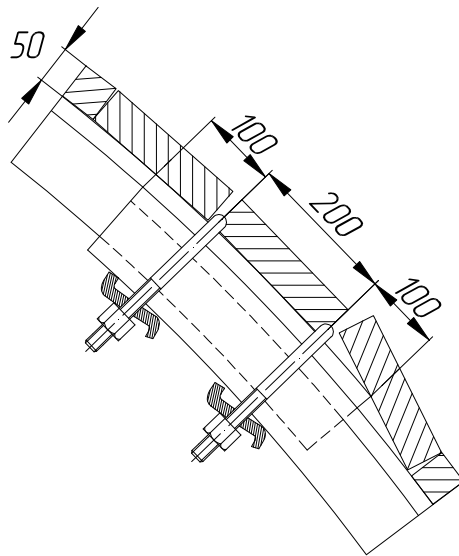


Рис. 6. Затяжка, узел податливости

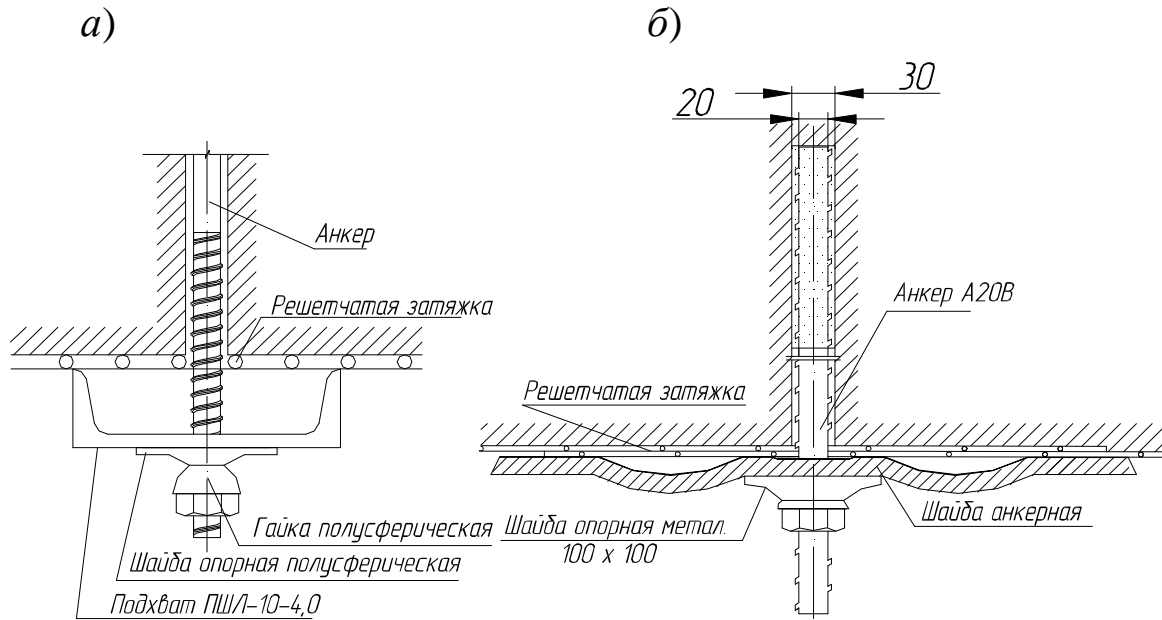


Рис. 7. Элементы конструкции анкерной крепи:

а – вариант анкерного крепления с верхняком из швеллера;
 б – вариант анкерного крепления с анкерной шайбой

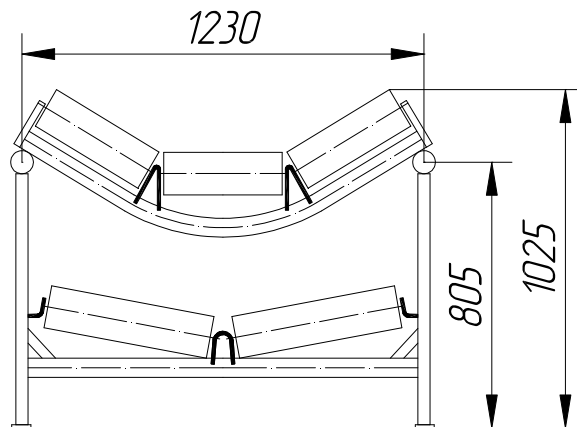


Рис. 8. Конвейеры

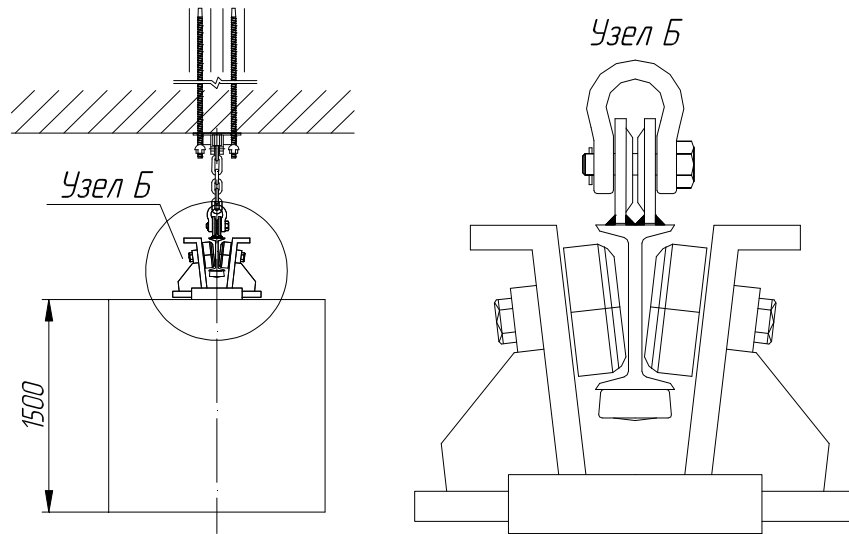


Рис. 9. Монорельсовая дорога

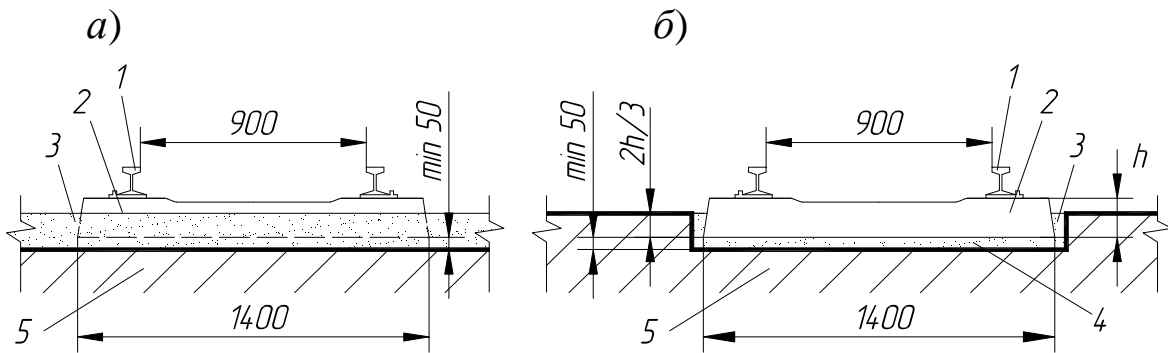


Рис. 10. Напochвенный рельсовый путь:

а – в горизонтальной выработке; б – в наклонной выработке;
 1 – рельс; 2 – шпала; 3 – балласт; 4 – шпальный ящик; 5 – почва выработки;
 h – высота шпалы

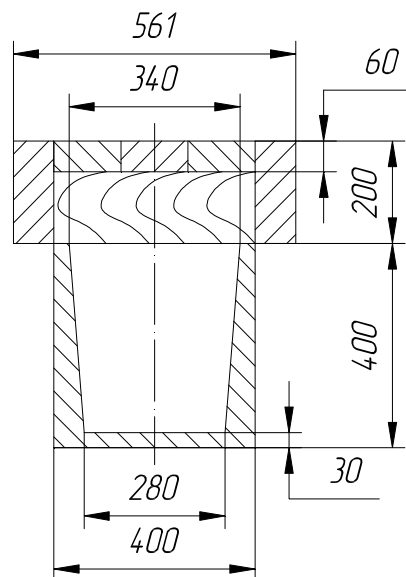


Рис. 11. Водоотливная канавка

Примеры выполнения п 3.1 методических указаний

Выработка с арочной крепью

Необходимо определить площадь поперечного сечения в свету $S_{св}$ двухпутевого квершлага, закрепленного арочной крепью. В выработке будет производиться откатка в вагонетках ВГЗ,5 при помощи электровоза АРП14. Количество воздуха, проходящего по квершлагу при эксплуатации, 5856 м³/мин.

1. Определение $S_{св в}$

По табл. 3 определяем, что максимально допустимая скорость движения воздуха в квершлагге $V = 8$ м/с, тогда

$$S_{св в} = \frac{5856}{60 \cdot 8} = 12,2 \text{ м}^2.$$

2. Построение расчетной схемы

Минимальная ширина выработки складывается в нашем случае из пяти элементов:

– $m = 250$ мм – величина зазора между крепью и подвижным составом (табл. 6);

– $A_1 = A_2 = 1350$ мм – ширина подвижного состава определяется по ширине электровоза АРП14, так как он шире вагонетки ВГЗ,5 (табл. 4);

– $p = 200$ мм – величина зазора между подвижными составами (табл. 6);

– $n = 700$ мм – ширина прохода для передвижения людей (табл. 6).

Расчетная схема представлена после п. 7.

3. Расчет минимальной ширины выработки

Подставляем значения из расчетной схемы:

$$B_p = 250 + 1350 + 200 + 1350 + 700 = 3850 \text{ мм.}$$

4. Определение $S_{св тр}$

В табл. 7 находим ближайшее большее B от 3850 мм (после осадки). Это $B = 4010$ мм, что соответствует площади 11,6 м². Это и будет $S_{св тр}$.

5. Определение $S_{\text{св мин}}$

Согласно табл. 10 квершлаг относится к группе выработок в первой строчке, тогда $S_{\text{св мин}} = 9 \text{ м}^2$.

6. Выбор максимального значения $S_{\text{св.р}}$

Получены следующие значения по трем факторам:

$$S_{\text{св в}} = 12,2 \text{ м}^2,$$

$$S_{\text{св тр}} = 11,6 \text{ м}^2,$$

$$S_{\text{св мин}} = 9 \text{ м}^2.$$

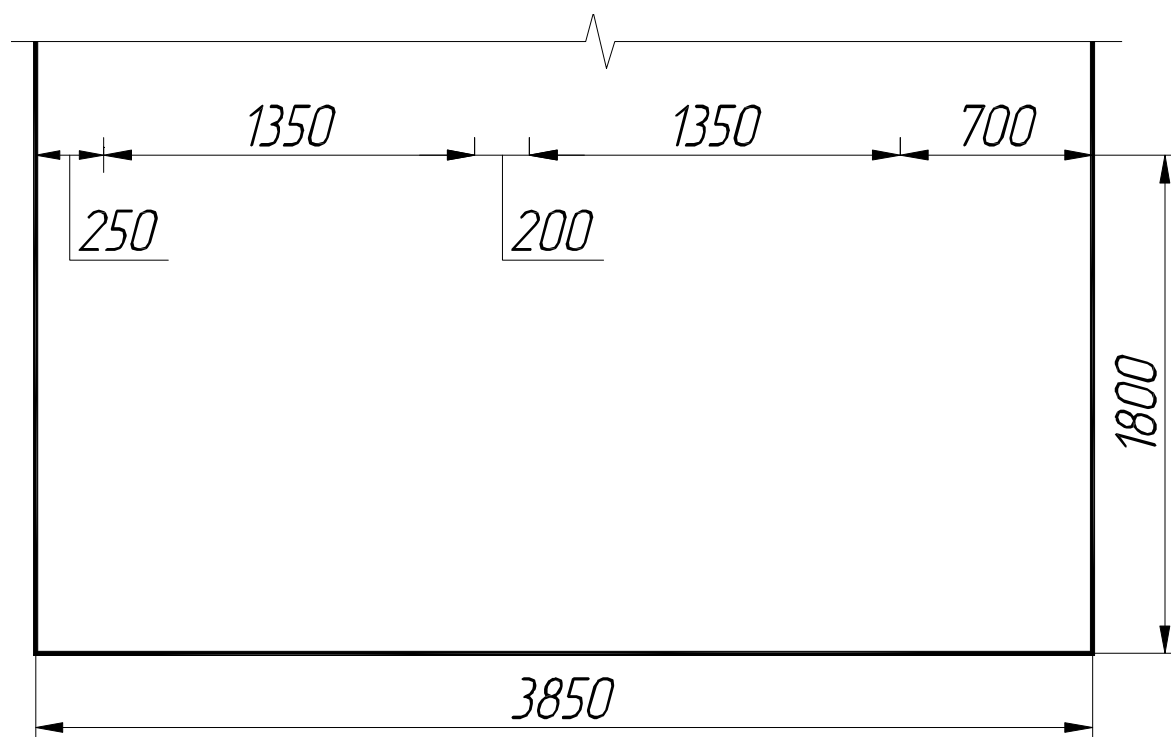
Максимальное из них $S_{\text{св в}} = 12,2 \text{ м}^2$. Это и будет $S_{\text{св р}}$. Расчетная площадь выбрана по воздуху.

7. Выбор типового значения $S_{\text{св}}$

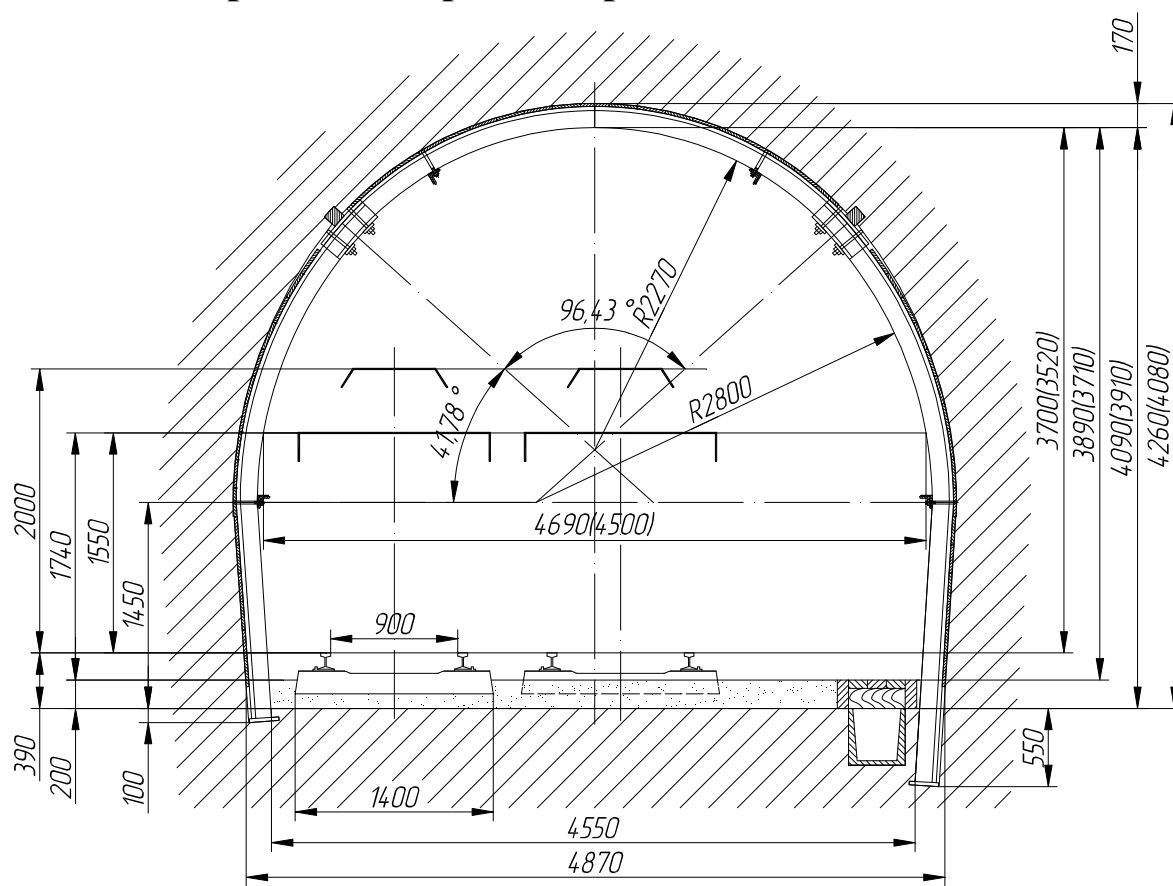
По табл. 7 определяем ближайшее большее от $S_{\text{св р}}$, т. е. искомое значение площади поперечного сечения выработки в свету:

$$S_{\text{св}} = 14,9 \text{ м}^2.$$

Изображение расчетной схемы (п. 2)



8. Изображение горной выработки



Выработка с анкерной крепью

Необходимо определить площадь поперечного сечения в свету $S_{св}$ конвейерного штрека прямоугольной формы с наклонной кровлей. Угол наклона кровли 15° . Штрек будет закреплен анкерной крепью. В выработке будет установлен ленточный конвейер КЛК-1000 и монорельсовая подвесная дорога с шириной подвижного состава 1000 мм. Количество воздуха, проходящего по штреку при эксплуатации, $3780 \text{ м}^3/\text{мин}$.

1. Определение $S_{св}$

По табл. 3 определяем, что максимально допустимая скорость движения воздуха в конвейерном штреке $V = 6 \text{ м/с}$, тогда

$$S_{св} = \frac{3780}{60 \cdot 6} = 10,5 \text{ м}^2.$$

2. Построение расчетной схемы

Минимальная ширина выработки состоит из пяти элементов:

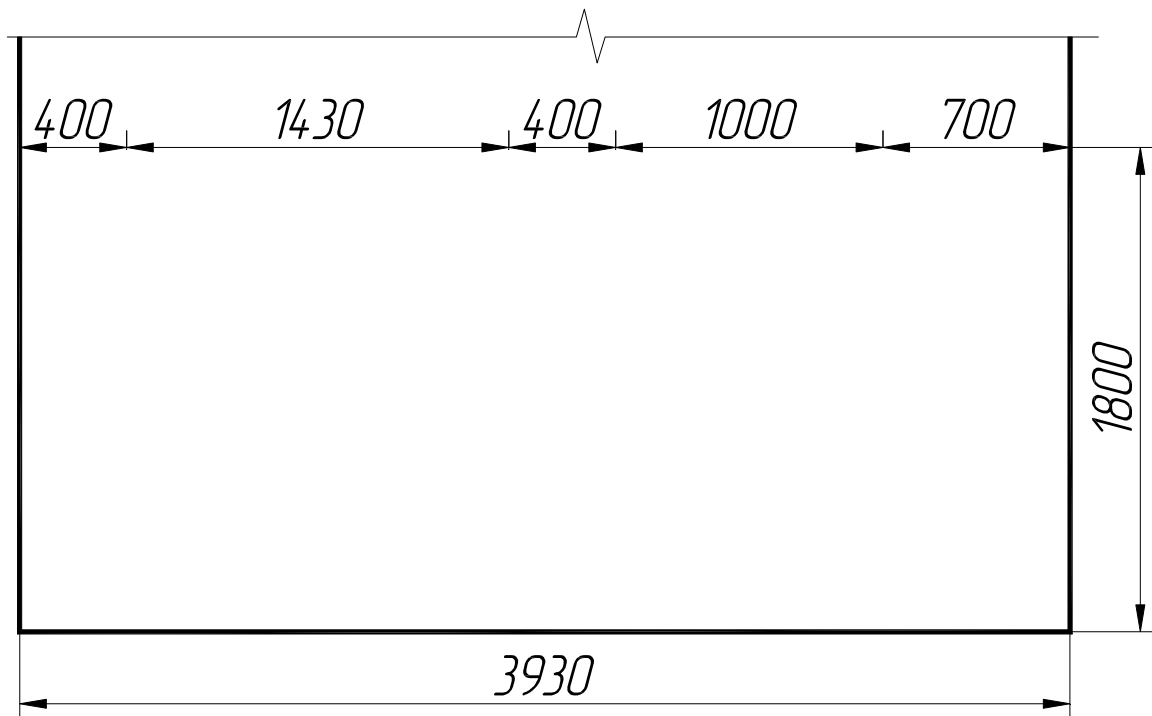
$m = 400$ мм – величина зазора между крепью и конвейером (табл. 6);

$A_1 = 1430$ мм – ширина ленточного конвейера КЛК-1000 (табл. 5);

$p = 400$ мм – величина зазора между конвейером и моно-рельсовой дорогой (табл. 6);

$A_2 = 1000$ мм – ширина монорельсовой надпочвенной дороги (указано в задании);

$n = 700$ мм – ширина прохода для передвижения людей (табл. 6).



3. Расчет минимальной ширины выработки

Подставляем значения из расчетной схемы:

$$B_p = 400 + 1430 + 400 + 1000 + 700 = 3930 \text{ мм.}$$

4. Определение $S_{\text{св тр}}$

Определим площадь по формуле, указанной на рис. 3, б (значения B_p и h подставляем в метрах):

$$S_{\text{св тр}} = 0,5 B_p^2 \cdot \text{tg} \alpha + h \cdot B_p$$
$$S_{\text{св тр}} = 0,5 \cdot 3,93^2 \cdot \text{tg} 15^\circ + 2 \cdot 3,93 = 9,9 \text{ м}^2.$$

5. Определение $S_{\text{св мин}}$

Согласно табл. 10 конвейерный штрек относится к группе выработок во второй строчке, тогда $S_{\text{св мин}} = 6 \text{ м}^2$.

6. Выбор максимального значения $S_{\text{св р}}$

Получены следующие значения по трем факторам:

$$S_{\text{св в}} = 10,5 \text{ м}^2; S_{\text{св тр}} = 9,9 \text{ м}^2; S_{\text{св мин}} = 6 \text{ м}^2.$$

Максимальное из них $S_{\text{св в}} = 10,5 \text{ м}^2$. Это и будет $S_{\text{св р}} = S_{\text{св в}}$, так как для выработок с анкерной крепью не применяем типовое сечение. Расчет окончен. Площадь выбрана по воздуху.

7. Выбор типового значения $S_{\text{св}}$

Выбор типового значения не производим.

8. Изображение горной выработки

Поскольку сечение было выбрано по воздуху, подбираем значения B и h . Принимаем высоту по низкому борту 2 м, тогда $B = 4120 \text{ мм}$. Зазоры с двух сторон конвейера оставляем по 400 мм, увеличиваем проход для людей до 890 мм.

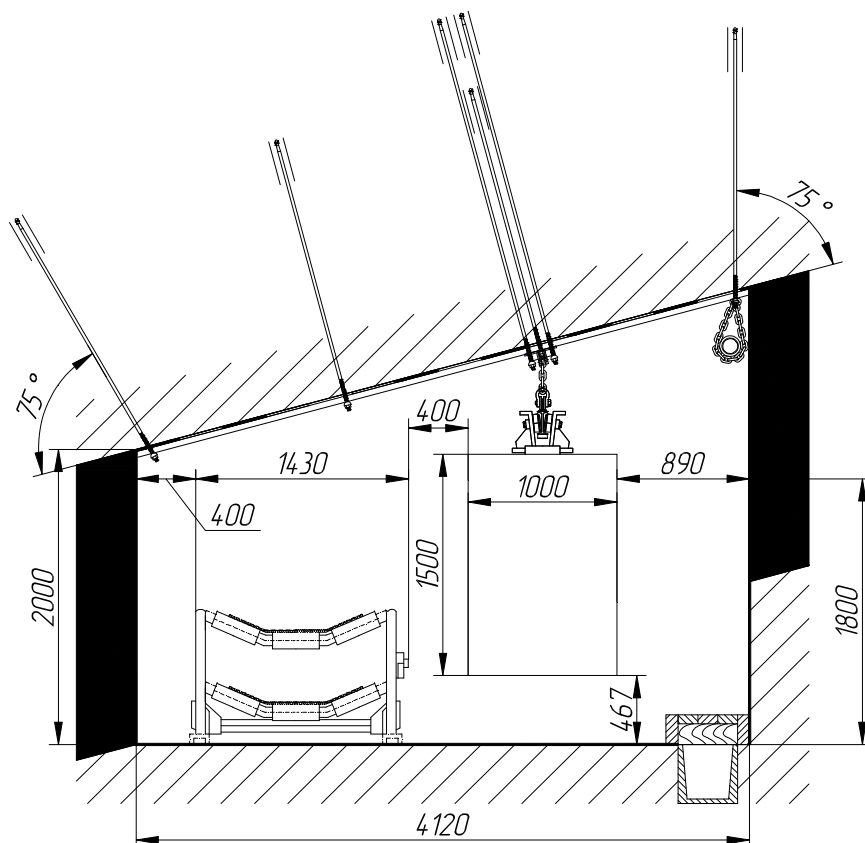


Таблица 11

Исходные данные для выполнения п. 3.1 методических указаний

№ варианта	Название выработки	Форма поперечного сечения	Крепь	Напochвенный рельсовый путь			Тип конвейера	Ширина монорельсовой дороги, мм	Количество воздуха Q , м ³ /мин
				Число путей	Электровоз	Вагонетка			
1	квершлаг	арочная		2	АМ8Д	ВГ2,5	–	–	5900
2	конвейерный штрек	прямоугольная	анкерная	–	–	–	КЛК-1000	1100	3900
3	конвейерный штрек	прямоугольная НК 12°	анкерная	1	–	ВПГ-18	КЛК-1200	–	2900
4	людской ствол	арочная		2	–	ВЛН1-15Г	–	–	7400
5	квершлаг	арочная		1	АРП14	ВГ3,5	КЛК-1200	–	1360
6	конвейерный штрек	прямоугольная	анкерная	1	–	ВГ3,5	КЛК-1000	–	3540
7	конвейерный штрек	прямоугольная НК 16°	анкерная	–	–	–	КЛКТ-800	1300	3200
8	грузовой ствол	арочная		1	–	ВГ3,5	–	–	2500
9	бремсберг	арочная		–	–	–	КЛК-1000	1000	1450
10	ходок уклона	арочная		1	–	ВГ2,5	–	–	4050
11	квершлаг	арочная		1	–	ВЛН1-15Г	–	–	8060
12	вентиляционный штрек	прямоугольная	анкерная	–	–	–	–	1300	3150
13	вентиляционный штрек	прямоугольная НК 10°	анкерная	1	–	ВПГ-18	–	–	3070
14	уклон	арочная		1	–	ВГ3,5	КЛК-1400	–	1570
15	бремсберг	прямоугольная	анкерная	–	–	–	КЛК-1200	1200	1320
16	вентиляционный штрек	прямоугольная	анкерная	1	–	ВГ3,5	–	–	3420

Продолжение табл. 11

№ варианта	Название выработки	Форма поперечного сечения	Крепь	Напочвенный рельсовый путь			Тип конвейера	Ширина монорельсовой дороги, мм	Количество воздуха Q , м ³ /мин
				2	АМ8Д	ВГ3,5			
17	квершлаг	арочная		2	АМ8Д	ВГ3,5	–	–	4900
18	уклон	прямоугольная	анкерная	–	–	–	КЛК-1400	1100	1120
19	ходок бремсберга	арочная		–	–	–	–	1300	2750
20	бремсберг	прямоугольная	анкерная	–	–	–	КЛК-1000	1000	1270

Условные обозначения: НК – наклонная кровля (рис. 3, б).

Примеры контрольных вопросов по п. 3.1

1. По каким факторам определяется $S_{св}$?
2. Какое значение $S_{св}$ выбирается из $S_{св в}$, $S_{св тр}$, $S_{св мин}$?
3. Какое значение минимально допустимого прохода для людей?
4. Что означают понятия площадь поперечного сечения "до осадки" и "после осадки"?
5. Какая максимально допустимая скорость воздуха в бремсбергах?

3.2. Определение параметров анкерной крепи

В настоящее время наиболее широкое применение для крепления подготовительных (пластовых) выработок получила анкерная сталеполимерная крепь. Она состоит из анкера, закрепляемого в скважине быстротвердеющими смолами, и поддерживающих элементов (опорные шайбы, подхваты). В качестве затяжки широкое распространение получила металлическая сетка.

Основными параметрами анкерной крепи являются количество анкеров в ряду n_a , длина анкера l_a и расстояние между рядами анкеров $a_{ан}$. Определение этих параметров в данной работе основано на требованиях нормативного документа [5]. Определение параметров анкерной крепи (так же, как и рамных крепей) производится исходя из расчетной нагрузки на крепь и несущей способности крепи. Методика расчета нагрузки на анкерную крепь основана на определении ожидаемых смещений горных пород в контур выработки. Несущая способность анкерной сталеполимерной крепи зависит в основном от прочности закрепления (длины закрепления).

Главной областью применения анкерной крепи в настоящее время являются выработки, подверженные влиянию очистных работ. Поэтому, при определении ожидаемого смещения, кроме свойств пород и глубины заложения выработки необходимо учитывать перераспределение горного давления в массиве под влиянием очистных работ. Это в свою очередь зависит от применяемой системы разработки (способ охраны подготовительных выработок, ширина целиков и т. д.). Поскольку на данном этапе обучения студенты еще не знакомы с технологией ведения очистных работ, ожидаемое смещение задается в исходных данных.

Ход работы

Методика расчета анкерной крепи в работе рассматривается на примере крепи, устанавливаемой в горизонтальной и наклонной выработке прямоугольной формы с прямой и наклонной кровлей. Во всех вариантах принимается анкерная крепь с опорными шайбами.

Ход выполнения работы поэтапно выглядит следующим образом.

1. Построение расчетной схемы и определение типа кровли.
2. Определение параметров крепи в кровле выработки.
3. Проверка расстояния между рядами анкеров в кровле.
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 расчетной схеме и построение плана выработки.

1. Построение расчетной схемы и определение типа кровли

Расчетная схема строится для определения местоположения выработки относительно пласта и вмещающих пород. Это необходимо для определения параметров крепи, а также для проверки полученных результатов. Схема строится в масштабе 1:50 или 1:25 (рис. 12). Для наклонных выработок расчетная схема дополняется схемой для определения глубины выработки (рис. 12, *а*), выполняемой в масштабе 1:5000. В данной работе для штреков, проводимых по пласту с углом падения более 17° , принимается горизонтальная кровля (рис. 12, *в*), до 17° – наклонная с углом, равным углу падения пород (рис. 12, *б*).

Вначале на основе исходных данных необходимо построить контур выработки. Принцип построения контура в проходке принимаем из предыдущей работы по определению площади поперечного сечения (см. рис. 3).

Мощность пласта 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.

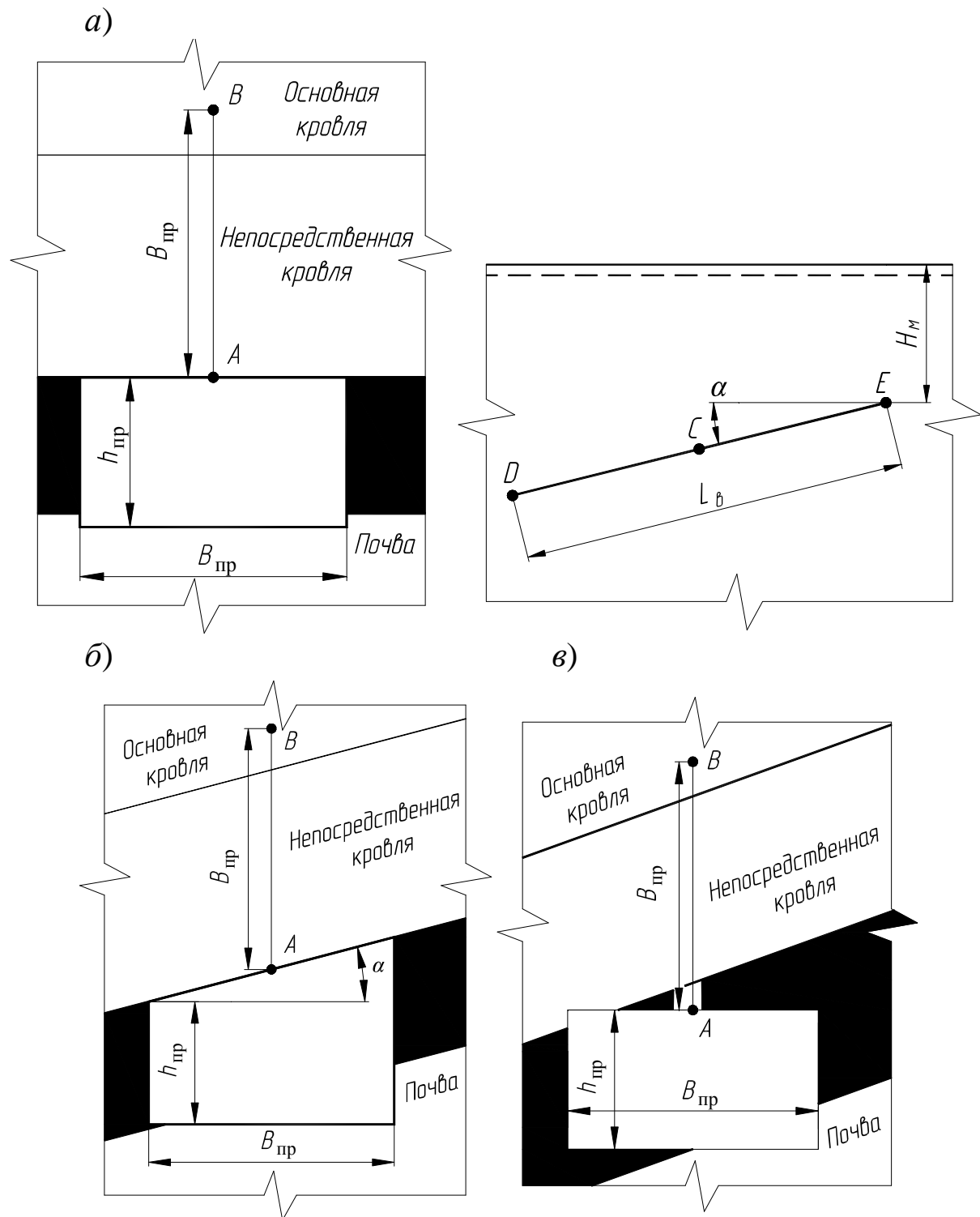


Рис. 12. Расчетная схема для определения параметров анкерной крепи:
 а – для наклонной выработки; б – для горизонтальной выработки с $\alpha \leq 17^\circ$; в – для горизонтальной выработки с $\alpha > 17^\circ$

Тип кровли определяется ее строением на высоту, равную $B_{пр}$ (отрезок AB). Характеристика типов кровли представлена в табл. 12.

Таблица 12

Типы кровли выработок

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

Наличие или отсутствие интенсивной трещиноватости указано в исходных данных.

Для наклонных выработок все параметры крепи в кровле и боках определяются в точках C и D (рис. 12, a).

2. Определение параметров крепи в кровле выработки

На данном этапе определяем следующие параметры:

- количество анкеров в ряду $n_{ак}$, шт.;
- длину анкера $l_{ак}$, м;
- расстояние между рядами анкеров $a_{анк}$, м.

Количество анкеров в ряду $n_{ак}$ принимается из расчета один анкер на 1 м ширины выработки в проходке.

Длина анкера $l_{ак}$ принимается по табл. 13 и номограмме на рис. 13 в зависимости от величины ожидаемого смещения пород кровли U_k , типа кровли и ширины выработки в проходке $B_{пр}$.

При ожидаемом смещении кровли до 50 мм $l_{ак}$ определяется по табл. 13. При смещении более 50 мм в зависимости от типа кровли: I тип – по рис. 13; II тип – по табл. 13; III тип – значения $l_{ак}$ на 10 % больше, чем по рис. 13.

Таблица 13

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 $l_{ак}$, 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 $l_{ак}$, 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 $l_{ак}$, м	1,8	2,0	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8

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

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

$$a_{\text{анк}}^p = \frac{n_{\text{ак}} \cdot N_{\text{ак}}}{P_{\text{ак}} \cdot B_{\text{пр}}}, \quad (4)$$

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

Несущая способность анкера в кровле зависит от длины его закрепления в скважине полимерным клеем (табл. 14 и 15).

Таблица 14

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

Таблица 15

Несущая способность анкера

Диаметр анкера d_a , мм	Несущая способность анкера $N_{\text{ак}}$, 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

В пластовых выработках при U_k менее 50 мм допускается закрепление одной ампулой при длине закрепления не менее 0,5 м. В условиях высокой обводненности пород или U_k более 50 мм закрепление производится минимум двумя ампулами при длине закрепления не менее 1 м. В выработках со сроком службы свыше 10 лет закрепление производят по всей длине скважин.

Для выработок со сроком службы более 10 лет или в обводненных породах $N_{ак}$ принимают на 20 % меньше, чем в табл. 15.

При ожидаемом смещении кровли до 50 мм $P_{ак}$ определяется по табл. 13. При смещении более 50 мм в зависимости от типа кровли: I и II тип – по рис. 13; III тип – значения $P_{ак}$ 10 % больше, чем по рис. 13.

3. Проверка расстояния между рядами анкеров в кровле

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

$$a_{анк}^{max} = \frac{n_{анк}}{\Pi_k \cdot B_{пр}}, \quad (5)$$

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. 16 исходя из расчетного сопротивления на сжатие R_c , которое дает представление о степени устойчивости кровли.

$$R_c = \frac{(R_{c1} \cdot m_1 + R_{c2} \cdot m_2 + \dots + R_{ci} \cdot m_i) K_c}{B_{пр}}, \quad (6)$$

где $R_{c1}, R_{c2}, \dots, R_{ci}$ – сопротивление сжатию слоев пород, МПа ($R_{ci} = 10 \cdot f_i$); 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.

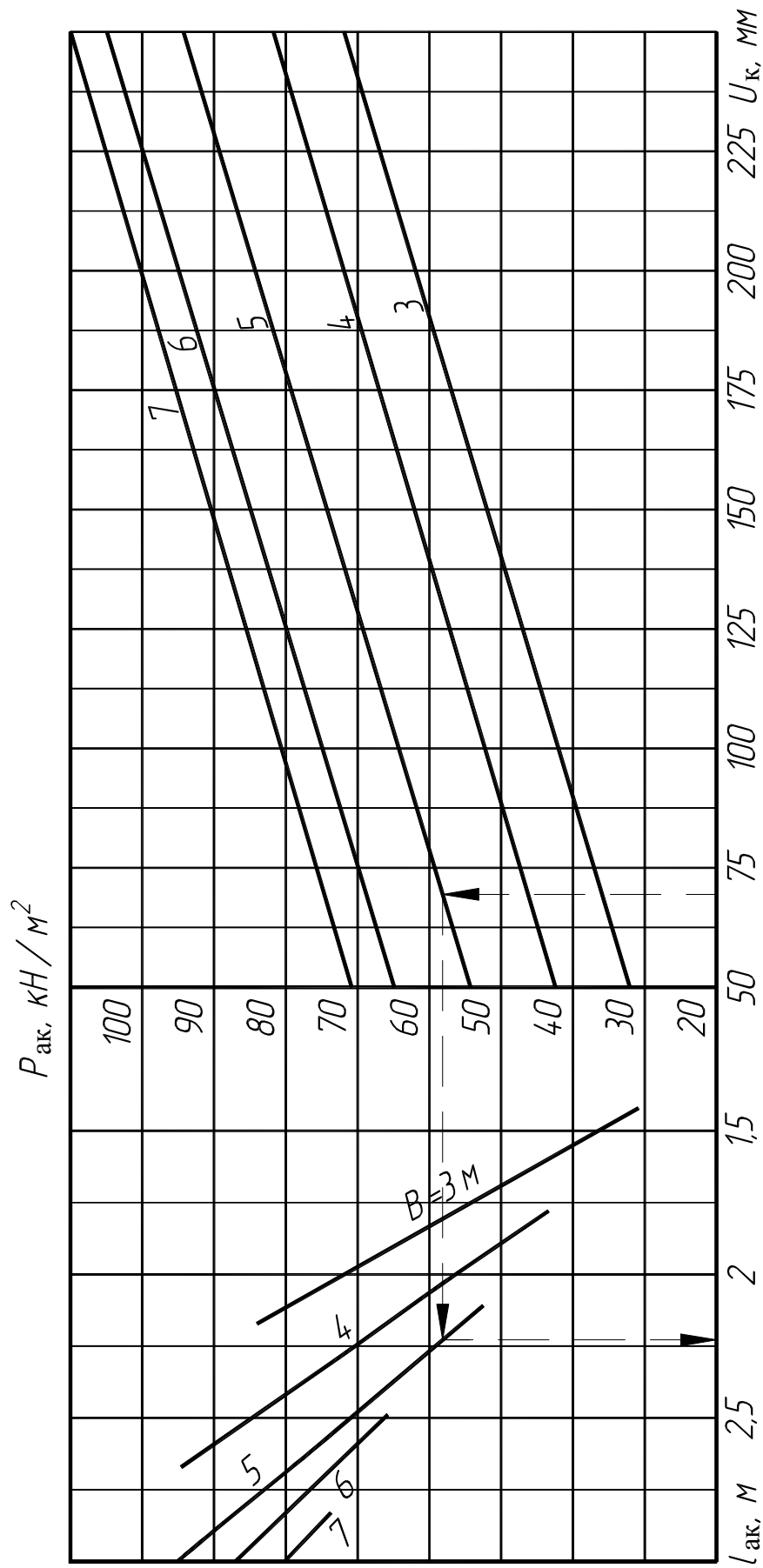


Рис. 13. Номограмма для определения параметров анкерной крепи в кровле выработки при $U_к > 50\text{ мм}$

Таблица 16

Классификация кровли выработок по устойчивости

Расчетное сопротивление на сжатие R_c , МПа	Класс кровли	Допустимое обнажение кровли от забоя, м	Минимальная плотность установки анкеров P_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 $a_{\text{анк}}^p$ и $a_{\text{анк}}^{\text{max}}$ выбирают меньшее и округляют его в меньшую сторону до десятых долей. Это и будет окончательный шаг установки $a_{\text{анк}}$.

4. Определение необходимости крепления боков выработки

Необходимость крепления боков выработки анкерами и параметры крепления определяются значением критерия σ_b (табл. 17):

$$\sigma_b = \frac{K_b \cdot K_{\text{вл}} \cdot K_o \cdot \gamma \cdot H}{R_{cб}}, \quad (7)$$

где σ_b – критерий относительной напряженности пород в боках выработки; K_b – коэффициент концентрации напряжений ($K_b = 1,5$); $K_{\text{вл}}$ – 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; $R_{cб}$ – расчетное сопротивление на сжатие пород в боках, МПа.

Коэффициент увеличения напряжений в боках выработок $K_{\text{вл}}$ 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 $l \geq 15$ $K_{вл} = 1$.

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 $0,1H$:

$$K_o = 1 + (K_{o\max} - 1) \cdot \frac{(0,1H - l_{ц})}{0,1H}, \quad (8)$$

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_6 в качестве $R_{сб}$ вначале подставляется сопротивление на сжатие пласта угля $R_{сy}$. Если $\sigma_{6y} < 1$, то расчет критерия останавливают, т. к. породы кровли и почвы прочнее угля, их крепление точно не понадобится.

Если $\sigma_{6y} > 1$ 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 $\sigma_{6y} > 1$ при $m \geq 1,5$ м, то расчет критерия останавливают, так как согласно табл. 17 необходимо крепление пласта или породы на высоту борта $h_{пр}$.

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

$$R_{ci} = R \cdot K_c, \quad (9)$$

где R – значение сопротивления пород одноосному сжатию в образце ($R = 10 \cdot f$), МПа; K_c – коэффициент, учитывающий экзогенную трещиноватость. Значение коэффициента f указано в исходных данных.

Таблица 17

Варианты крепления боков выработки

Значение критерия σ_6	Место крепления	Параметры крепления
$\sigma_6 < 1$ для всех пород в боках, в т.ч. пласта	крепление не производится	
$\sigma_6 > 1$ только для пласта $m < 1,5$ м	крепление только пласта	$P_{аб} = 20$ кН/м ² , $l_{аб} = 1,5$ м
$\sigma_6 > 1$ для пласта $m \geq 1,5$ м или всех пород в боках	крепление пласта и породы на высоту бока	значение $P_{аб}$ и $l_{аб}$ по рис. 14

5. Определение параметров крепи в боках выработки

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

$$a_{\text{анб}}^p = \frac{n_{\text{аб}} \cdot N_{\text{аб}}}{P_{\text{аб}} \cdot h_{\text{пр}}}, \quad (10)$$

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

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

Число анкеров в ряду в боках $n_{\text{аб}}$ 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 для повышения безопасности при выемке угля, так как эти типы анкеров легко разрушаются исполнительными органами очистного комбайна. Расчетная несущая способность таких анкеров 20 кН. Расчетная несущая способность в боках, устанавливаемых в породы, определяется по табл. 15.

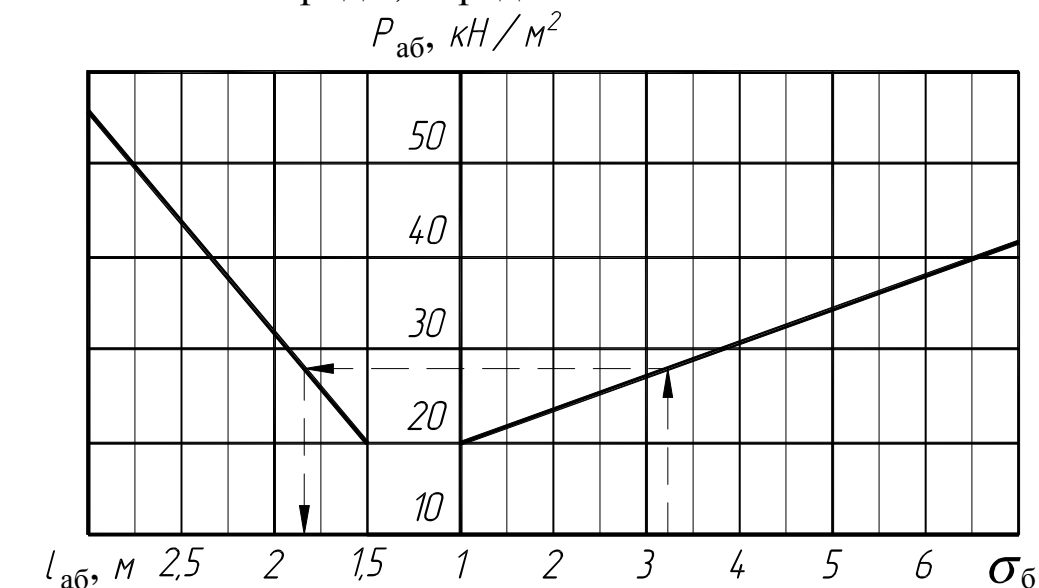


Рис. 14. Номограмма для определения параметров анкерной крепи в боках выработки

Сопротивление крепи и длина анкера в боках $P_{аб}$ принимается согласно рекомендациям табл. 17. Высоту выработки в проходке подставляют в случае критерия σ_6 , соответствующего третьей строчке табл. 17. Если σ_6 соответствует второй строчке, то вместо $h_{пр}$ в формулу (10) подставляют мощность пласта m .

6. Проверка расстояния между рядами анкеров в боках

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

$$a_{анб}^{\max} = \frac{n_{аб}}{\Pi_6 \cdot h_{пр}}, \quad (11)$$

где $a_{анб}^{\max}$ – максимально допустимое расстояние между рядами анкеров, м; $n_{аб}$ – число анкеров в ряду в боках, шт.; Π_6 – минимальная плотность установки анкеров в 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 $a_{анб}$.

7. Изображение крепи на расчетной схеме и построение плана выработки

На основании определенных выше параметров, необходимо изобразить анкерную крепь на расчетной схеме, а также построить план выработки (для нанесения расстояния между рядами). План строят в таком же масштабе, как и расчетную схему.

Анкеры в кровле целесообразно располагать с отклонением крайних анкеров от нормали к напластованию на угол 15–20° и на расстоянии 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.

Общий принцип изображения анкерной крепи с учетом установленных параметров показан на рис. 15.

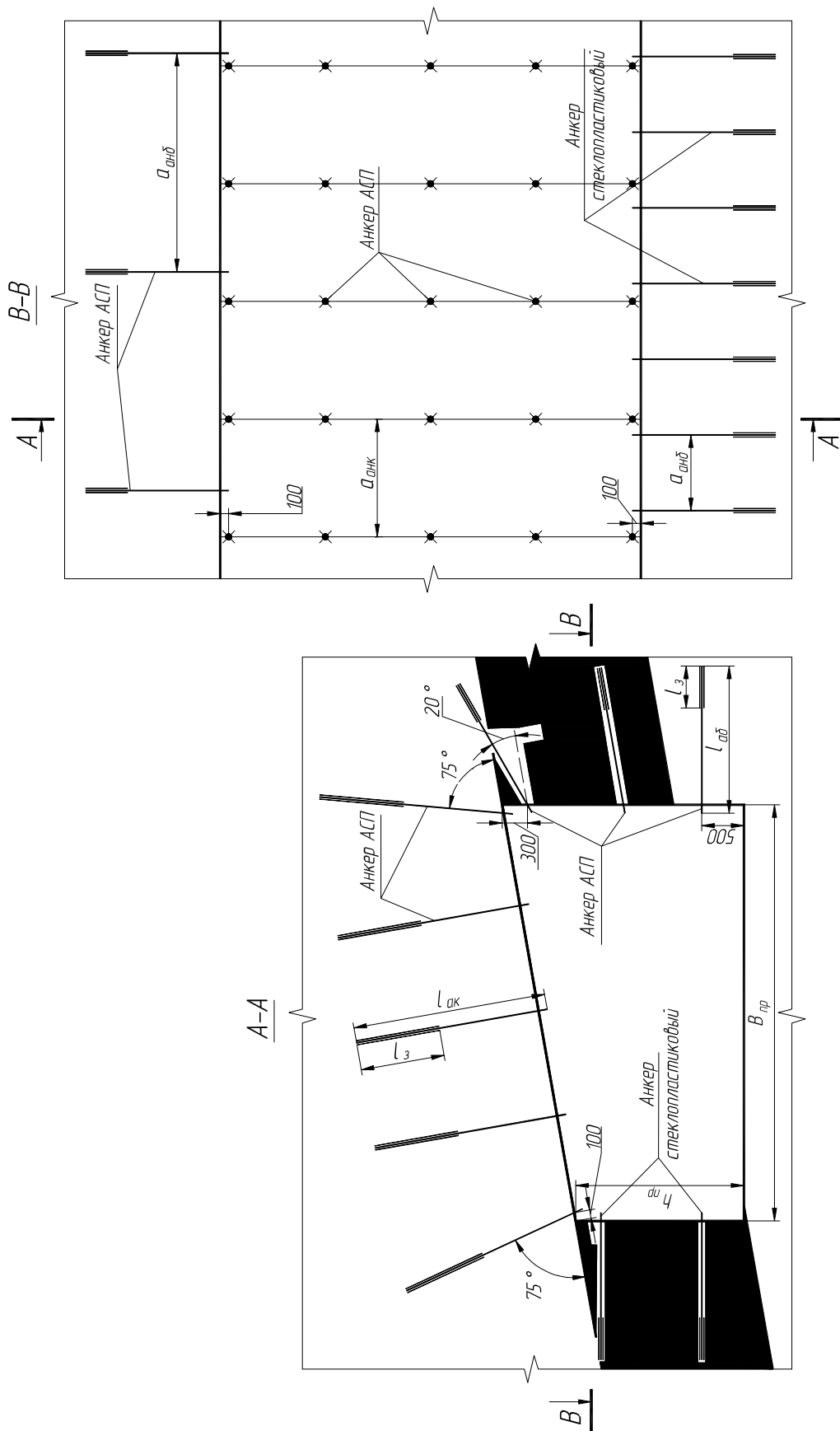


Рис. 15. Изображение анкерной крепи:

$l_{ак}$ – длина анкера в кровле; $l_{аб}$ – длина анкера в боках; $h_{пр}$ – высота выработки в проходке; $V_{пр}$ – ширина выработки в проходке; $l_{з}$ – длина закрепления анкера; $a_{анк}$ – расстояние между рядами анкеров в кровле; $a_{анб}$ – расстояние между рядами анкеров в боках

В конце работы приводится сводная таблица параметров анкерной крепи (табл. 18). Для наклонных выработок параметры приводятся для участков *ЕС* и *CD*.

Таблица 18

Сводная таблица параметров крепления

Параметр	Значение		
	Кровля	Левый бок	Правый бок
Тип анкеров			
Длина анкера l_a , м			
Количество ампул в шпуре, шт.			
Несущая способность анкера N_a , кН			
Количество анкеров в ряду n_a , шт.			
Расстояние между рядами анкеров $a_{ан}$, м			

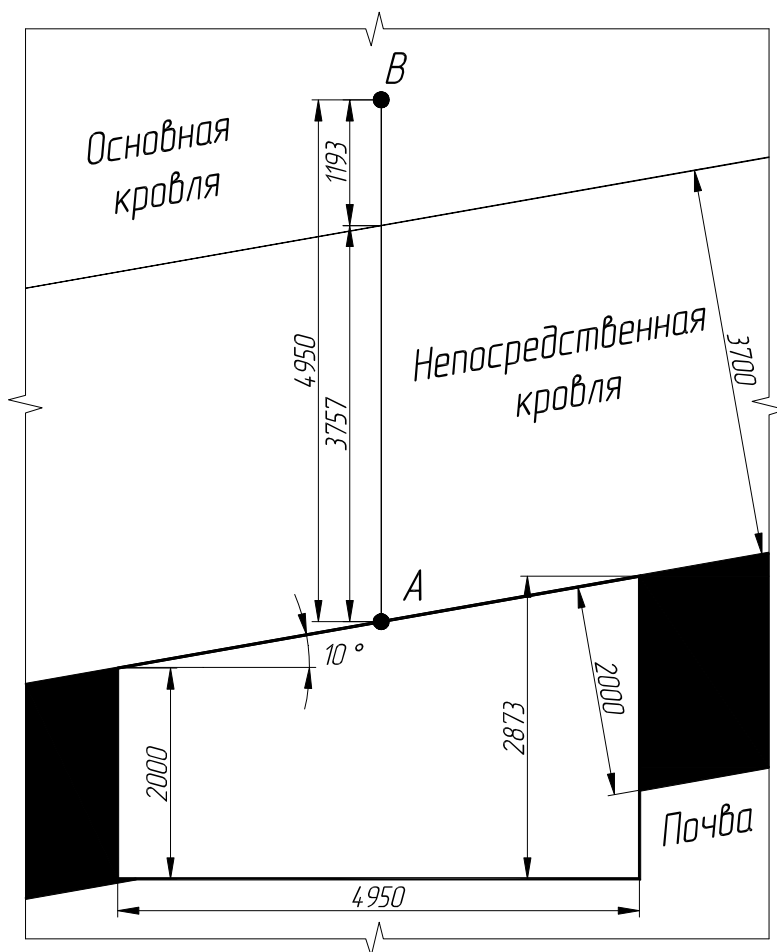
Примеры выполнения п. 3.2 методических указаний Горизонтальная выработка

Необходимо определить параметры анкерной крепи для вентиляционного штрека ($B_{пр} = 4950$ м, $h_{пр} = 2000$). Ожидаемое смещение 75 мм. Интенсивная трещиноватость отсутствует. Параллельно проводится выработка, расположенная на расстоянии $l = 12$ м. Штрек проводится по пласту на глубине 220 м при следующих характеристиках угля и пород:

- мощность непосредственной кровли $m_{нк} - 3,7$ м;
- коэффициент крепости непосредственной кровли $f_{нк} - 3,1$;
- мощность угля $m_y - 2,0$ м;
- коэффициент крепости угля $f_y - 1,1$;
- коэффициент крепости основной кровли $f_{ок} - 6,1$;
- угол падения пласта $\alpha - 10$ град.

1. Построение расчетной схемы и определение типа кровли

Производим построение контура выработки и откладываем мощности угля и непосредственной кровли. Проводим отрезок *AB* на высоту 4950 мм. Из расчетной схемы видно, что мощность непосредственной кровли, спроецированной на отрезок, составляет 3757 мм. Значение $0,3B_{пр}$ составляет 1485 мм. Следовательно, по табл. 12, кровля выработки относится к I типу.



2. Определение параметров крепи в кровле выработки

Так как ожидаемые величины смещения кровли превышают 50 мм, для крепления выработки будут применяться анкеры диаметром 20 мм, закрепленные двумя ампулами.

Ширина вентиляционного штрека составляет 4950 мм, следовательно, принимаем количество анкеров в ряду $n_{\text{ак}} = 5$ шт.

По табл. 15 принимаем несущую способность $N_{\text{ак}} = 90$ кН при длине закрепления 1 м.

Согласно номограмме на рис. 13 при ожидаемом смещении $U_{\text{к}} = 75$ мм сопротивление крепи в кровле $P_{\text{ак}}$ составит $59,4$ кН/м². Расчетная длина анкера $l_{\text{ак}}$ составит 2,23 м. Округляем до десятых долей в большую сторону $l_{\text{ак}} = 2,3$ м.

Теперь определяем расчетное расстояние между рядами анкеров в кровле:

$$a_{\text{анк}}^{\text{р}} = \frac{5 \cdot 90}{59,4 \cdot 4,95} = 1,53 \text{ м.}$$

3. Проверка расстояния между рядами анкеров в кровле и корректировка в случае необходимости

Необходимо определить минимальную плотность установки крепи в кровле Π_k . Для этого вначале определяем расчетное сопротивление на сжатие R_c :

- непосредственная кровля $R_{c1} = 10 \cdot 3,1 = 31$ МПа;
- основная кровля $R_{c2} = 10 \cdot 6,1 = 61$ МПа;
- K_c для I типа кровли равен 0,9;

$$R_c = \frac{(31 \cdot 3,757 + 61 \cdot 1,193) \cdot 0,9}{4,95} = 34,4 \text{ МПа.}$$

Согласно табл. 16 такая кровля относится ко второму классу (средней устойчивости), соответственно $\Pi_k = 0,7$ анк/м². Тогда максимально допустимое расстояние между рядами анкеров:

$$a_{\text{анк}}^{\text{max}} = \frac{5}{0,7 \cdot 4,95} = 1,44 \text{ м.}$$

Окончательно принимаем расстояние между рядами анкеров в кровле $a_{\text{анк}} = 1,4$ м.

4. Определение необходимости крепления боков выработки

Согласно расчетной схеме в левом боку выработки присутствует только пласт угля, а в правом пласт угля и почва. Поскольку мощность пласта более 1,5 м, то если получится, что значение $\sigma_b > 1$, необходимо крепить весь бок, а расчеты для почвы (правый бок) производить не требуется.

Определяем все составляющие формулы (8). Согласно исходным данным на расстоянии $l = 12$ м (через целик) будет проводиться конвейерный штрек. Коэффициент увеличения напряжений в боках выработок $K_{\text{вл}}$ учитывает влияние параллельной выработки и составит:

$$K_{\text{вл}} = 2 - \frac{12}{15} = 1,2.$$

Коэффициент увеличения напряжений в зоне влияния опорного давления от очистных работ K_o для вентиляционного штрека при $l_{\text{ц}} = l = 12$ м ($l_{\text{ц}}$ менее 0,1H) составит:

$$K_o = 1 + (2 - 1) \cdot \frac{(0,1 \cdot 220 - 12)}{0,1 \cdot 220} = 1,45.$$

В качестве значения $R_{сб}$ подставляем сопротивление на сжатие угля $R_{сy}$, равное

$$R = 10 \cdot 1,1 = 11 \text{ МПа};$$

$$R_{сy} = 11 \cdot 0,9 = 9,9 \text{ МПа}.$$

Теперь определяем критерий σ_6 для угля:

$$\sigma_{6y} = \frac{1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,45 \cdot 0,025 \cdot 220}{9,9} = 1,45.$$

Так как $\sigma_{6y} > 1$ при $m > 1,5$ м, как и предполагалось, необходимо крепить оба бока на полную высоту. Согласно требованиям табл. 16 далее принимаем параметры крепления боков (см. рис. 14).

5. Определение параметров крепи в боках выработки

Поскольку рассматриваемая выработка – штрек с наклонной кровлей, расчет параметров крепления боков выполняем для двух боков. При этом, согласно рекомендациям, принимаем по левому боку сталеполимерные анкера, а по правому (со стороны очистного забоя) – стеклопластиковые. В обоих случаях, для крепления боков используем одну ампулу закрепления анкеров.

Правый бок.

Крепление верхнего бока вентиляционного штрека осуществляется тремя сталеполимерными анкерами $n_{аб} = 3$ шт.

По рис. 14 получаем $l_{аб} = 1,61$ м, выбираем ближайшее большее значение с точностью до десятых долей $l_{аб} = 1,7$ м с $P_{аб} = 21,36$ кН.

Тогда расчетное расстояние между рядами анкеров в правом боку составит:

$$a_{анб}^p = \frac{3 \cdot 60}{21,36 \cdot 2,873} = 2,93 \text{ м}.$$

Левый бок.

Крепление нижнего бока вентиляционного штрека осуществляется двумя стеклопластиковыми анкерами с шагом установки:

$$a_{\text{анб}}^p = \frac{2 \cdot 20}{21,36 \cdot 2,0} = 0,94 \text{ м.}$$

6. Проверка расстояния между рядами анкеров в боках

Расстояние между рядами анкеров в боках проверяется по условию минимальной плотности установки анкеров Π_6 . Максимально допустимое расстояние между рядами анкеров:

– для правого бока

$$a_{\text{анк}}^{\text{max}} = \frac{3}{0,4 \cdot 2,83} = 2,65 \text{ м;}$$

– для левого бока

$$a_{\text{анк}}^{\text{max}} = \frac{2}{0,4 \cdot 2,0} = 2,5 \text{ м.}$$

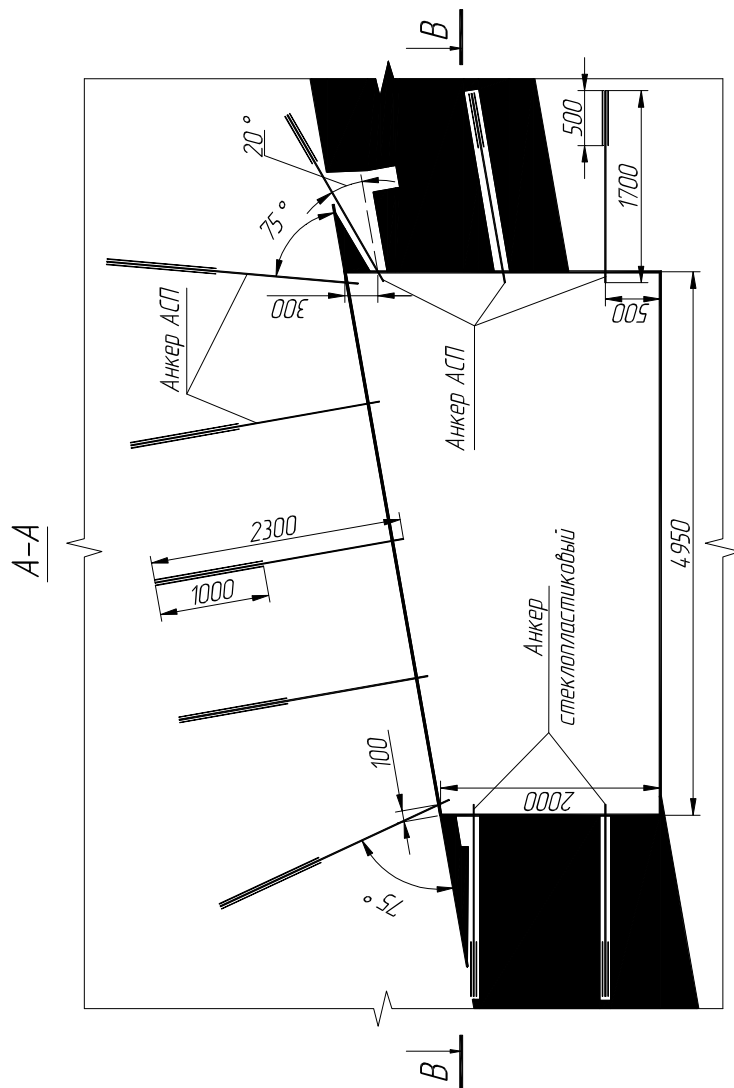
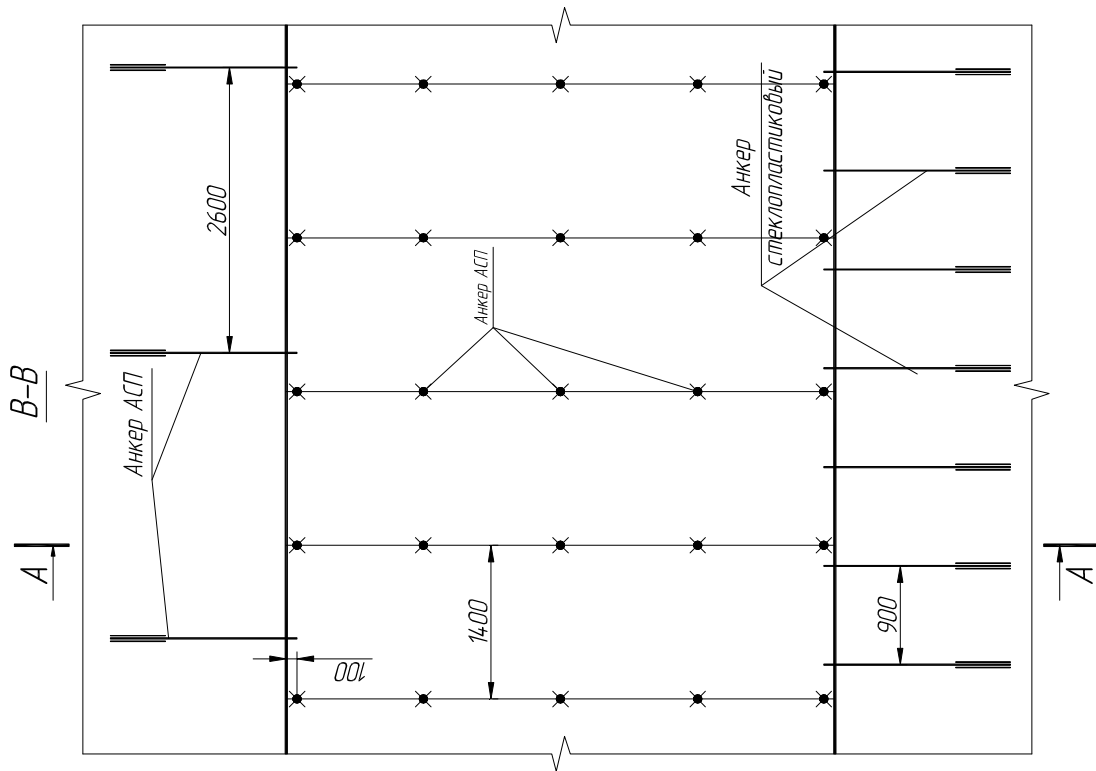
Из двух полученных значений для каждого из боков $a_{\text{анб}}^p$ и $a_{\text{анб}}^{\text{max}}$ выбираем меньшее и округляем его в меньшую сторону до десятых долей. Окончательно принимаем расстояние между рядами анкеров в правом и левом боках $a_{\text{анб}} = 2,6$ м и $a_{\text{анб}} = 0,9$ м соответственно.

7. Изображение крепи на расчетной схеме и построение плана выработки

На основании вышеприведенных расчетов вычерчиваем анкерную крепь на расчетной схеме и плане выработки. Окончательные результаты вычислений сводим в таблицу.

Сводная таблица параметров крепления

Параметр	Значение		
	Кровля	Правый бок	Левый бок
Тип анкеров	АСП	АСП	стеклопластик
Длина анкера l_a , м	2,3	1,7	
Количество ампул в шпуре, шт.	2	1	
Несущая способность анкера N_a , кН	90	60	20
Количество анкеров в ряду n_a , шт.	5	3	2
Расстояние между рядами анкеров $a_{\text{ан}}$, м	1,4	2,6	0,9



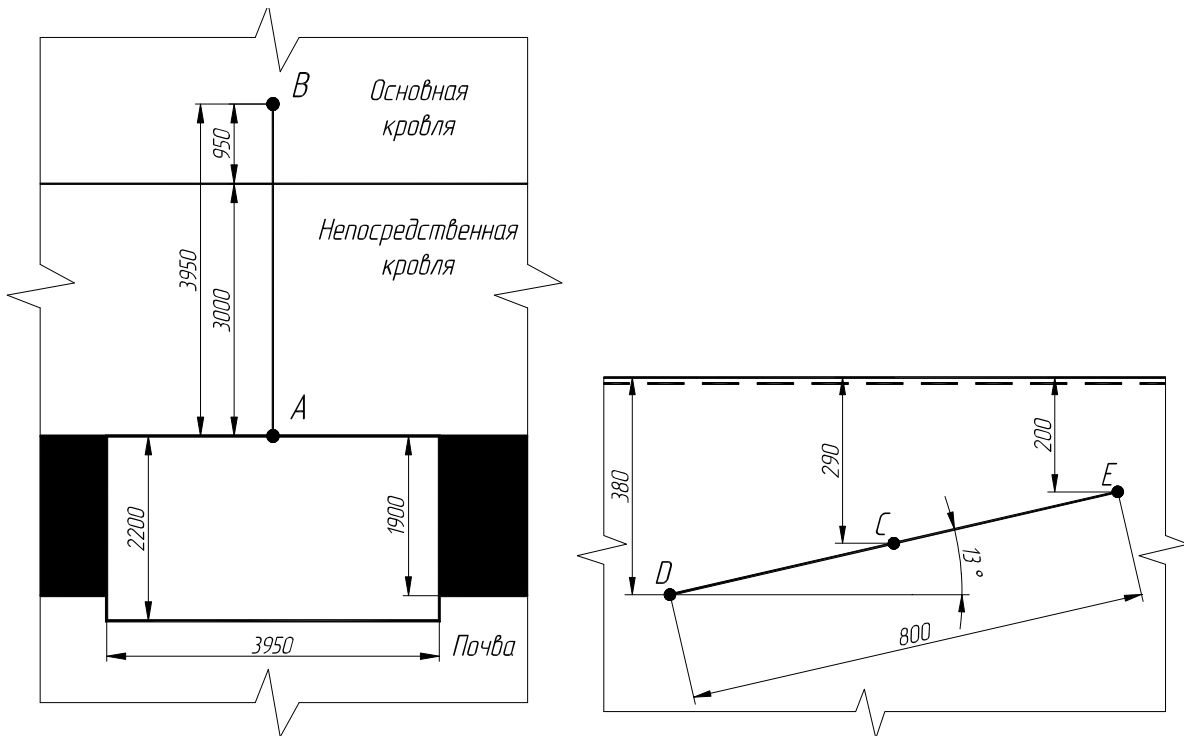
Наклонная выработка

Необходимо определить параметры анкерной крепи для уклона ($B_{\text{пр}} = 3950$ м, $h_{\text{пр}} = 2200$ мм, $L_{\text{в}} = 800$ м) со сроком службы 8 лет. Ожидаемое смещение в точке C – 86 мм; в точке D – 102 мм. Интенсивная трещиноватость отсутствует. Параллельно проводится выработка, расположенная на расстоянии $l = 10$ м. Уклон проводится по пласту начиная с глубины 200 м в следующих условиях:

- мощность непосредственной кровли $m_{\text{нк}} = 3,0$ м;
- коэффициент крепости непосредственной кровли $f_{\text{нк}} = 3,1$;
- мощность угля $m_{\text{у}} = 1,9$ м;
- коэффициент крепости угля $f_{\text{у}} = 1,2$;
- коэффициент крепости основной кровли $f_{\text{ок}} = 5,9$;
- угол падения пласта $\alpha = 13$ град.

1. Построение расчетной схемы и определение типа кровли

Производим построение контура выработки и откладываем мощность угля и непосредственной кровли. Проводим отрезок AB на высоту 3950 мм. Мощность непосредственной кровли составляет 3000 мм. Значение $0,3B_{\text{пр}}$ составляет 1850 мм. Следовательно, согласно табл. 12 кровля выработки относится к I типу.



2. Определение параметров крепи в кровле выработки

Так как ожидаемые величины смещения кровли превышают 50 мм, для крепления выработки будут применяться анкеры диаметром 20 мм с двумя ампулами закрепления.

Ширина уклона составляет 3950 мм, следовательно, принимаем количество анкеров в ряду $n_{\text{ак}} = 4$ шт.

По табл. 15 принимаем несущую способность $N_{\text{ак}} = 90$ кН при длине закрепления 1 м.

Согласно номограмме на рис. 13 в точке *C* (глубина 290 м) при ожидаемом смещении $U_{\text{к}} = 86$ мм сопротивление крепи в кровле $P_{\text{ак}}$ составит 49 кН/м². Расчетная длина анкера $l_{\text{ак}}$ составит 1,85 м. В точке *D* (глубина 380 м) при ожидаемом смещении $U_{\text{к}} = 102$ мм сопротивление крепи в кровле $P_{\text{ак}}$ составит 52 кН/м². Расчетная длина анкера $l_{\text{ак}}$ составит 1,95 м. Окончательно принимаем длину анкера в кровле на всем протяжении выработки $l_{\text{ак}} = 2,0$ м.

Теперь определяем расчетное расстояние между рядами анкеров в кровле.

Участок *EC* (до глубины 290 м):

$$a_{\text{анк}}^{\text{р}} = \frac{4 \cdot 90}{49 \cdot 3,95} = 1,86 \text{ м.}$$

Участок *CD* (до глубины 380 м):

$$a_{\text{анк}}^{\text{р}} = \frac{4 \cdot 90}{52 \cdot 3,95} = 1,75 \text{ м.}$$

3. Проверка расстояния между рядами анкеров в кровле и корректировка в случае необходимости

Необходимо определить минимальную плотность установки крепи в кровле $\Pi_{\text{к}}$. Для этого вначале определяем расчетное сопротивление на сжатие $R_{\text{с}}$:

- непосредственная кровля $R_{\text{с}1} = 10 \cdot 3,1 = 31$ МПа;
- основная кровля $R_{\text{с}2} = 10 \cdot 5,9 = 59$ МПа;
- $K_{\text{с}}$ для I типа кровли равен 0,9;

$$R_{\text{с}} = \frac{(31 \cdot 3,0 + 59 \cdot 0,95) \cdot 0,9}{3,95} = 34 \text{ МПа.}$$

Согласно табл. 16 такая кровля относится ко второму классу

(средней устойчивости), соответственно $\Pi_k = 0,7$ анк/м². Тогда максимально допустимое расстояние между рядами анкеров:

$$a_{\text{анк}}^{\text{max}} = \frac{4}{0,7 \cdot 3,95} = 1,45 \text{ м.}$$

Окончательно принимаем расстояние между рядами анкеров в кровле на всем протяжении выработки $a_{\text{анк}} = 1,4$ м.

4. Определение необходимости крепления боков выработки

Согласно расчетной схеме в боках выработки присутствует пласт угля и почва. Поскольку мощность пласта более 1,5 м, то если получится, что значение $\sigma_{\delta} > 1$, необходимо крепить весь борт, а расчеты для почвы производить не требуется.

Определяем все составляющие формулы (7). Согласно исходным данным на расстоянии $l = 10$ м (через целик) будет проводиться ходок. Коэффициент увеличения напряжений в боках выработок $K_{\text{вл}}$ учитывает влияние параллельной выработки и составит:

$$K_{\text{вл}} = 2 - \frac{10}{15} = 1,33.$$

Коэффициент увеличения напряжений в зоне влияния опорного давления от очистных работ K_0 для наклонных пластовых выработок равен 1.

В качестве значения $R_{\text{сб}}$ подставляем сопротивление на сжатие угля $R_{\text{сy}}$, равное:

$$R = 10 \cdot 1,2 = 12 \text{ МПа};$$

$$R_{\text{сy}} = 12 \cdot 0,9 = 10,8 \text{ МПа.}$$

Теперь определяем критерий σ_{δ} .

Участок *ЕС* (до глубины 290 м):

$$\sigma_{\text{бу}}^{\text{C}} = \frac{1,5 \cdot 1,33 \cdot 1 \cdot 0,025 \cdot 290}{10,8} = 1,34.$$

Участок *CD* (до глубины 380 м):

$$\sigma_{\text{бу}}^{\text{D}} = \frac{1,5 \cdot 1,33 \cdot 1 \cdot 0,025 \cdot 380}{10,8} = 1,75.$$

Так как $\sigma_{\text{бу}} > 1$ при $m > 1,5$ м, необходимо крепить оба бока на полную высоту. Согласно требованиям табл. 17 далее принимаем параметры крепления боков по рис. 14.

5. Определение параметров крепи в боках выработки

Поскольку рассматриваемая выработка – уклон, расчет параметров крепления боков выполняем для глубины 290 и 380 м. В обоих боках параметры крепления будут одинаковые. Для крепления боков уклона принимаем сталеполимерные анкеры с одной ампулой закрепления. Крепление боков уклона осуществляется двумя сталеполимерными анкерами $n_{\text{аб}} = 2$ шт.

Участок *ЕС* (до глубины 290 м).

По рис. 14 получаем $l_{\text{аб}}^C = 1,54$ м, выбираем ближайшее большее значение с точностью до десятых долей $l_{\text{аб}}^C = 1,6$ м с $P_{\text{аб}}^C = 21$ кН. Тогда расчетное расстояние между рядами анкеров в боках составит:

$$a_{\text{анб}}^p = \frac{2 \cdot 60}{21 \cdot 2,2} = 2,6 \text{ м.}$$

Участок *CD* (до глубины 380 м).

По рис. 14 получаем $l_{\text{аб}}^D = 1,58$ м, выбираем ближайшее большее значение с точностью до десятых долей $l_{\text{аб}}^D = 1,6$ м с $P_{\text{аб}}^D = 22,5$ кН. Тогда расчетное расстояние между рядами анкеров в боках составит:

$$a_{\text{анб}}^p = \frac{2 \cdot 60}{22,5 \cdot 2,2} = 2,42 \text{ м.}$$

6. Проверка расстояния между рядами анкеров в боках

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

$$a_{\text{анк}}^{\text{max}} = \frac{2}{0,4 \cdot 2,2} = 2,27 \text{ м.}$$

Из двух полученных значений $a_{анб}^p$ и $a_{анб}^{max}$ выбираем меньшее и округляем его в меньшую сторону до десятых долей. Окончательно принимаем расстояние между рядами анкеров в боках $a_{анб} = 2,2$ м.

7. Изображение крепи на расчетной схеме и построение плана выработки

На основании вышеприведенных расчетов вычерчиваем анкерную крепь на расчетной схеме и плане выработки. Окончательные результаты вычислений сводим в таблицу.

Сводная таблица параметров крепления

Параметр	Значение		
	Кровля	бока <i>EC</i>	бока <i>CD</i>
Тип анкеров	АСП		
Длина анкера l_a , м	2,0	1,6	
Количество ампул в шпуре, шт.	2	1	
Несущая способность анкера N_a , кН	90	60	
Количество анкеров в ряду n_a , шт.	4	2	
Расстояние между рядами анкеров $a_{ан}$, м	1,4	2,2	

Примеры контрольных вопросов по п. 3.2

1. Назовите основные параметры анкерной крепи.
2. В пределах какой высоты учитывается строение кровли при определении ее типа?
3. От чего зависит несущая способность анкера?
4. Как в данной работе определяется сопротивление крепи в кровле $P_{ак}$?
5. Какие существуют варианты крепления боков выработки в зависимости от критерия σ_6 ?

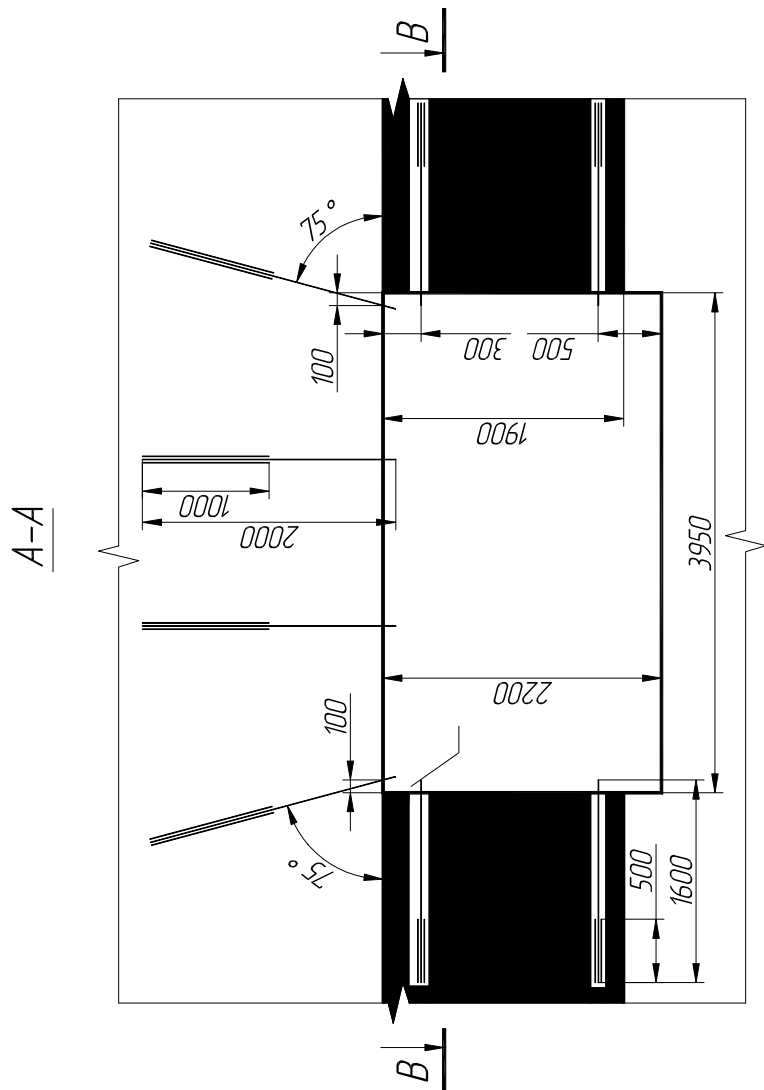
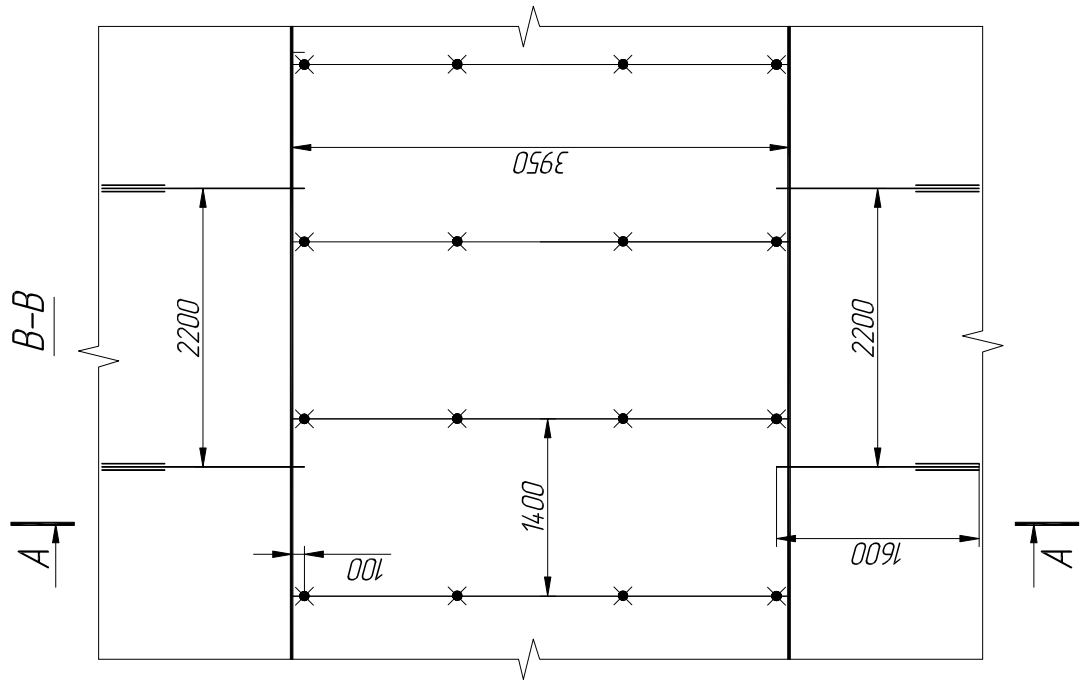


Таблица 19

Исходные данные для выполнения п. 3.2 методических указаний

№ варианта	Тип выработки	Характеристики выработки				Характеристики угля и пород						ИТ	U_k , мм	l , м
		$B_{пр}$, мм	$h_{пр}$, мм	L_B , м	H_M , м	$m_{нк}$, м	$f_{нк}$	m_y , м	f_y	$f_{ок}$	α , град			
1	штрек	4850	2500	–	185	1,3	3,3	2,6	1,2	5,7	19	–	64	–
2	ходок	4250	2200	910	240	3,4	3,6	1,9	1,3	5,3	19	да	94; 102	25
3	бремсберг	3950	2200	1220	50	3,7	3,9	4,1	1,2	6,2	16	–	63; 74	15
4	штрек	3700	2000	–	420	3,6	3,3	2,4	1,2	4,9	11	–	91	–
5	бремсберг	3950	2200	1410	45	4,2	4,1	2,7	1,1	5,9	14	да	39; 63	20
6	штрек	3950	2000	–	210	4,5	3,2	2,9	1,1	6,7	14	да	58	14
7	уклон	4150	2200	990	210	2,9	3,4	3,5	1,2	5,3	21	–	73; 90	20
8	ходок	5100	2300	1030	200	2,4	3,1	2,4	1,2	5,7	18	–	79; 93	25
9	штрек	4250	2500	–	490	4,1	3,9	2,6	1,1	6,2	19	–	88	30
10	штрек	4870	2000	–	205	1,2	3,7	2,9	1,2	6,8	12	–	69	–
12	штрек	3580	2500	–	180	4,2	3,6	4,3	1,1	4,9	23	–	73	17
11	уклон	4150	2200	1080	195	2,9	3,4	3,1	1,1	6,2	20	–	79; 105	20
13	штрек	5120	2200	–	390	4,5	3,4	2,1	1,3	5,9	19	–	95	–
14	бремсберг	3950	2200	1280	55	3,8	3,7	2,4	1,2	6,7	22	да	53; 68	15
15	уклон	3950	2200	920	235	4,1	3,6	1,9	1,1	6,8	20	–	91; 104	20
16	штрек	4350	2300	–	350	5,2	3,8	3,2	1,1	6,2	12	–	72	20
17	бремсберг	4150	2800	1120	60	2,1	3,2	3,9	1,3	4,9	19	–	43; 62	15
18	уклон	4050	2200	1050	180	3,4	3,1	2,6	1,3	6,7	18	–	84; 96	25
19	штрек	4650	2200	–	350	5,9	3,6	1,8	1,1	6,2	22	–	86	25
20	уклон	3950	2200	750	225	3,4	3,3	4,1	1,2	5,7	14	да	77; 86	20

Условные обозначения: ИТ – интенсивная трещиноватость

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основы горного дела: учебник / К. Н. Трубецкой, Ю. П. Галченко; под ред. К. Н. Трубецкого. – М. : Академический проект / Рос. гос. геологоразведоч. ун-т, 2010. – 279 с.
2. Городниченко, В. И. Основы горного дела : учебник / В. И. Городниченко, А. П. Дмитриев. – М. : Горная книга, 2008. – 464 с.
3. Основы горного дела / П. В. Егоров [и др.]. – М. : МГГИ, 2002. – 405 с.
4. 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.
5. 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.

Филимонов Константин Александрович
Дмитриева Елена Викторовна

ОСНОВЫ ГОРНОГО ДЕЛА
(подземная геотехнология)

Методические указания к контрольной работе
для студентов специальности 130400 "Горное дело" специализаций 130404
"Маркшейдерское дело" и 130412 "Технологическая безопасность и горно-
спасательное дело", специальности 280102 "Безопасность технологических
процессов и производств" заочной формы обучения

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 14.05.2012 г. Формат 60×84/16
Бумага офсетная. Отпечатано на ризографе. Уч.-изд. л. 2,9
Тираж 50 экз. Заказ

ФГБОУ ВПО "Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева". 650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28

Типография ФГБОУ ВПО «Кузбасский государственный технический
университет имени Т. Ф. Горбачева». 650000, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4 «А»