

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

Горный институт

Кафедра строительства подземных сооружений и шахт

**В.В. Першин, М.Д. Войтов, А.Б. Сабанцев
П.М. Будников**

**РАСЧЕТ ВОДООТЛИВА ПРИ ПРОХОДКЕ
ВЕТРИКАЛЬНОГО СТВОЛА**

Методические указания к расчетно-графической работе №2

Рекомендовано учебно-методической комиссией
специальности 130400.65 «Горное дело»
в качестве электронного издания
для самостоятельной работы

КЕМЕРОВО 2013

Рецензенты:

Копытов А. И. – д.т.н., профессор кафедры строительства подземных сооружений и шахт.

Дементьев А. В. – к.т.н., доцент кафедры строительства подземных сооружений и шахт.

Першин В. В. – председатель учебно-методической комиссии направления подготовки 130400.65 «Горное дело», специализации 130405.65 «Шахтное и подземное строительство»

Першин Владимир Викторович. Расчет водоотлива при проходке вертикального ствола [Электронный ресурс]: методические указания к расчетно-графической работе №2 по дисциплине «Основы горного дела (строительная геотехнология)» для студентов специальности 130400.65 «Горное дело» », специализаций 130401.65 «Подземная разработка пластовых месторождений», 130404.65 «Маркшейдерское дело», 130405 «Шахтное и подземное строительство», 130412.65 «Технологическая безопасность и горно-спасательное-дело» очной формы обучения / В. В. Першин, М. Д. Войтов, А. Б. Сабанцев, П. М. Будников. – Электрон. дан. – Кемерово : КузГТУ, 2013. – Систем. требования: Pentium IV; ОЗУ 32 Мб; Windows XP; мышь. – Загл. с экрана.

Включает краткое ознакомление с определением параметров водоотлива, рассмотрен пример расчета определения параметров водоотлива, а также список учебной литературы.

© КузГТУ
© Першин В. В.
© Войтов М. Д.
© Сабанцев А. Б.
© Будников М. П.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Дисциплина «Основы горного дела (строительная геотехнология)» относится к базовой части профессионального цикла и опирается на знания геологии, начертательной геометрии, инженерной графики, физики, математики.

Целями изучения дисциплины «Основы горного дела (строительная геотехнология)» являются формирование у студентов представления о будущей профессии и получении базовых знаний об основных принципах строительства горных выработок, а также горнотехнических зданий и сооружений.

Дисциплина «Основы горного дела (строительная геотехнология)» формирует теоретические знания, практические навыки, вырабатывает компетенции, которые дают возможность выполнять следующие виды профессиональной деятельности: производственно-технологическую; проектную; научно-исследовательскую; организационно-управленческую.

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

✓ использование нормативных и инструктивных документов в своей деятельности, а именно: знать отраслевые нормативные и инструктивные документы; уметь: ориентироваться в научно-технической литературе освещающей вопросы строительной геотехнологии; владеть: отраслевыми правилами безопасности (ПБ), сводами правил (СП), строительными нормами и правилами (СНиП), а также техническим регламентом о безопасности зданий и сооружений;

✓ владение основными принципами проектирования производства и организации процессов строительной геотехнологии, а именно: знать классификацию способов и схем строительства горных выработок; процессы и технологии горнопроходческих работ; здания и сооружения на поверхности шахт; уметь выбирать и рассчитывать основные параметры процессов строительной геотехнологии; владеть основными принципами технологии строительства и эксплуатации подземных и наземных объектов.

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВОДООТЛИВА

1.1 Расчет параметров водоотлива

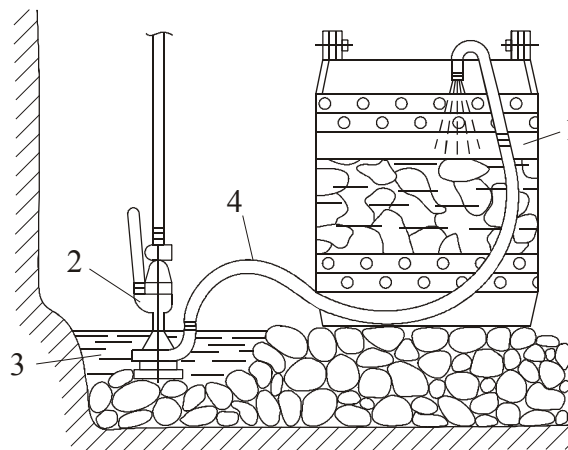
Наиболее простой и часто применяемый на практике способ водоотлива – выдача воды из забоя в бадьях одновременно с выдачей породы, (см. рисунок 1.1) за счет заполнения пустот между кусками породы. Производительность бадьевого водоотлива определяется по формуле

$$Q_6 = \frac{3600V_6 K_3 \mu_0}{K_H T_{ц}},$$

где V_6 – вместимость бадьи, м^3 ; K_3 – коэффициент заполнения бадьи, $K_3 = 0,9$; μ_0 – коэффициент, учитывающий содержание пустот в нагруженной породной бадье, $\mu_0 = 0,5$; K_H – коэффициент неравномерности работы подъема, $K_H = 1,4$; $T_{ц}$ – продолжительность цикла подъема, определяется по формуле

$$T_{ц} = \frac{2H - 37}{V} + 2,6V + 144;$$

H – глубина ствола с зумпфом, м; V – максимальная скорость движения бадьи по направляющим канатам, $V = 7$ м/с.



1 – бадья; 2 – пневматический насос; 3 – приямок для насоса;
4 – шланг для нагнетания воды в бадью

Рисунок 1.1 – Водоотлив бадьями

Применение двухступенчатого и трехступенчатый водоотлива осуществляется по [1, п. 3–4].

1.2 Водоулавливание

Сущность водоулавливания заключается в том, что у крепи ствола монтируется водоулавливающий кольцевой желоб, в который собирается большая часть падающей по стволу воды. Из водоулавливающего желоба вода по шлангу поступает в перекачную насосную станцию.

Водоулавливающие желоба (рисунок 1.2) делают из листовой стали толщиной 3–4 мм. Ширина желоба 20–30 см, высота 20–25 см. При значительном капеже для увеличения площади улавливания воды к желобу прикрепляют козырек.

Для закрепления водоулавливающих желобов в бетонной крепи бурят шпуров глубиной 25–30 см, в которые забивают деревянные пробки. В крепи ствола делается штроба, а зазор между желобом и крепью уплотняется промасленной веревкой или ветошью.

Из водоулавливающего желоба вода по шлангу поступает в бак перекачной насосной станции, а затем насосами откачивается на поверхность земли.

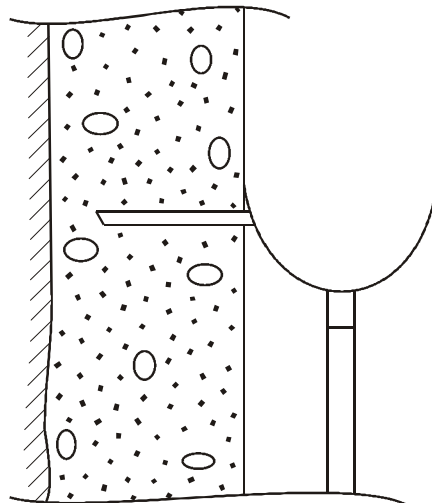


Рисунок 1.2 – Водоулавливающий желоб

2. ТИПОВАЯ ЗАДАЧА С РЕШЕНИЕМ

Исходные данные:

Осуществляется строительство вертикального клетового ствола по вмещающим породам (мощность/водоприток), м/м³/час: наносы: супеси – 8/3; суглинки – 12/5; коренные породы: алевролит – 140/3; аргиллит – 48/2; песчаник – 113/5; известняк – 68/17; сланец – 124/3; уголь – 5/4. Вместимость бадьи – 3,0 м³, необходимо рассчитать водоотлив при проходке вертикального ствола.

2.1 Водоотлив

Наиболее простой и часто применяемый на практике способ водоотлива – выдача воды из забоя в бадьях одновременно с выдачей породы, за счет заполнения пустот между кусками породы. Производительность бадьевого водоотлива определяется по формуле

$$Q_6 = \frac{3600V_6 K_3 \mu_0}{K_H T_{\text{ц}}},$$

где V_6 – вместимость бадьи, $V_6 = 3$ м³; K_3 – коэффициент заполнения бадьи, $K_3 = 0,9$; μ_0 – коэффициент, учитывающий содержание пустот в нагруженной породной бадье, $\mu_0 = 0,5$; K_H – коэффициент неравномерности работы подъема, $K_H = 1,4$; $T_{\text{ц}}$ – продолжительность цикла подъема, определяется по формуле

$$T_{\text{ц}} = \frac{2H - 37}{V} + 2,6V + 144;$$

H – глубина ствола с зумпфом, $H = 518$ м; V – максимальная скорость движения бадьи по направляющим канатам, $V = 7$ м/с;

$$T_{\text{ц}} = \frac{2 \cdot 518 - 37}{7} + 2,6 \cdot 7 + 144 = 305 \text{ с};$$

$$Q_6 = \frac{3600 \cdot 3 \cdot 0,9 \cdot 0,5}{1,4 \cdot 305} = 11,4 \text{ м}^3/\text{час}.$$

Принимается забойный насос Н-1м, техническая характери-

стика которого представлена в таблице 2.1, а схема водоотлива представлена на рисунке 1.1.

Таблица 2.1 – Техническая характеристика насоса Н-1м

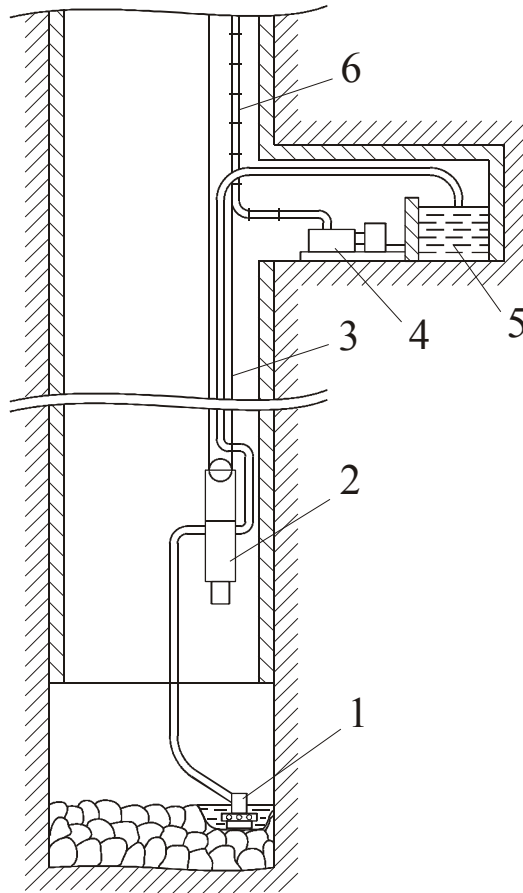
Характеристика	Значение
Подача, м ³ /ч	25
Давление водяного столба, МПа	0,4
Давление сжатого воздуха, МПа	0,45–0,5
Расход воздуха, м ³ /мин	6
Диаметр шланга, мм:	
для подачи сжатого воздуха	32
для откачки воды	50
Основные размеры насоса, мм	
длина×ширина×высота	490×300×450
Масса, кг	30

С отметки –321 м до –518 м водоприток усиливается ($Q = 17 \text{ м}^3/\text{ч}$) и возникает необходимость во многоступенчатом водоотливе.

Принимается трехступенчатый водоотлив с использованием подвешенного насоса ВП-2, техническая характеристика которого представлена в таблице 2.2, а схема многоступенчатого водопритока представлена на рисунке 2.1.

Таблица 2.2 – Техническая характеристика подвешенного насоса ВП-2

Характеристика	Значение
Подача, м ³ /ч	35
Давление водяного столба, МПа	4
Число рабочих колес	6
Диаметр, мм	
всасывающего/нагнетательного шланга	100/100
Тип электродвигателя	А0-92-2
Мощность, кВт	100
Частота вращения, с	49,3
Размеры насоса в плане, мм	986×1030
Длина насоса, мм	5776
Масса, кг	2500



1 – забойный насос; 2 – подвесной насос; 3 – водоотливной став подвесного насоса; 4 – горизонтальный насос; 5 – водосборник; 6 – водоотливной став горизонтального насоса

Рисунок 2.1 – Схема многоступенчатого водоотлива

По данной схеме вода из забоя откачивается забойным насосом в бак подвесного насоса, откуда подается в водосборник перекачной станции. Из водосборника вода перекачивается горизонтальными насосами (ЦНС 38–44, техническую характеристику см. таблицу 2.3) на поверхность земли. Вместимость принимается равной часовому притоку воды. Водосборники бывают железобетонные или в виде стальных баков.

Таблица 2.3 – Техническая характеристика ЦНС 38–44

Характеристика	Значение
Подача, м ³ /ч	38
Давление (полное), МПа	0,44
Число колес, шт.	2
Электродвигатель:	986×1030
напряжение, В	380
мощность, кВт	10,0
частота вращения, с ⁻¹	50
тип	BAO51-2

Ниже водоносного пласта устраивается водоулавливающее кольцо, вода из которого спускается в перекачную станцию, что уменьшает капез в стволе и приток воды в забой.

2.2 Водоулавливание

Сущность водоулавливания заключается в том, что у крепи ствола монтируется водоулавливающий кольцевой желоб, в который собирается большая часть падающей по стволу воды. Из водоулавливающего желоба вода по шлангу поступает в перекачную насосную станцию.

Водоулавливающие желоба (рисунок 1.2) делают из листовой стали толщиной 3–4 мм. Ширина желоба 20–30 см, высота 20–25 см. При значительном капезе для увеличения площади улавливания воды к желобу прикрепляют козырек.

Для закрепления водоулавливающих желобов в бетонной крепи бурят шпуров глубиной 25–30 см, в которые забивают деревянные пробки. В крепи ствола делается штроба, а зазор между желобом и крепью уплотняется промасленной веревкой или ветошью.

Из водоулавливающего желоба вода по шлангу поступает в бак перекачной насосной станции, а затем насосами откачивается на поверхность земли.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица 1 – Задание на выполнение расчетно-графической работы №1

Ва- ри- ант	Назначение ствола	Вмещающие породы (мощность/водоприток), м/м ³ /час								Вмести- мость бадьи, м ³
		наносы		коренные породы						
		супе- си	суг- лин- ки	алев- ролит	ар- гил- лит	пес- чаник	из- вест- няк	сла- нец	уголь	
1.	скиповой	15/7	–	38/4	95/6	120/9	91/18	58/5*	3/7*	3,0
2.	клетевой	–	18/3	92/7	140/6	88/4*	54/8	36/7*	–	3,5
3.	скипо-клетевой	–	14/4	75/3	90/12	115/9	110/7	15/8*	4/4*	3,0
4.	вентиляционный	8/3	12/5	157/5	130/6	98/4*	90/16	65/6	1/7*	3,5
5.	вентиляционный	11/7*	10/6*	91/4	48/2	155/5	100/6	82/4	3/7	3,0
6.	скиповой	–	21/5	69/6	96/3	94/7	63/5	52/3*	5/4*	3,0
7.	скиповой	18/4	–	140/3	90/6	113/5	63/17	124/3	–	4,0
8.	клетевой	–	19/6	96/7	125/3	88/4*	71/8	39/7*	–	4,0
9.	скипо-клетевой	12/3	15/4	68/4	76/5	118/7	122/9	20/7*	3/4*	2,5
10.	клетевой	24/6	–	95/6	54/7*	230/4	156/7	64/20	5/3*	3,5
11.	скипо-клетевой	18/3	–	38/4	140/6	115/9	90/16	82/4*	5/4*	2,5
12.	вентиляционный	–	15/7	92/7	90/12	98/4*	100/6	52/3*	–	4,0
13.	вентиляционный	19/6	18/4	75/3	130/6	155/5	63/5	124/3	–	3,5
14.	скиповой	8/3	14/4	157/5	48/2	94/7	63/17	39/7*	3/4*	3,0

Продолжение таблицы 1

Ва- ри- ант	Назначение ствола	Вмещающие породы (мощность/водоприток), м/м ³ /час								Вмести- мость бадьи, м ³
		наносы		коренные породы						
		супе- си	суг- лин- ки	алев- ролит	ар- гил- лит	пес- чаник	из- вест- няк	сла- нец	уголь	
15.	скиповой	18/3	12/3	91/4	96/3	113/5	71/8	20/7*	5/3*	3,0
16.	скиповой	12/5	15/4	69/6	48/2	98/4*	110/7	36/7	3/7*	3,5
17.	клетевой	10/6	12/3	140/3	96/3*	155/5	90/16	15/8*	–	3,0
18.	скипо-клетевой	21/5	–	96/7	90/6	94/7	100/6	65/6*	4/4*	2,5
19.	вентиляционный	–	24/6	68/4	125/3	113/5	63/5*	82/4	1/7*	3,0
20.	клетевой	12/5	8/3	95/6	76/5	88/4*	64/17	52/3*	3/7	3,5
21.	скиповой	–	15/4	38/4	92/7	75/3	157/5	91/4	3/7	3,0
22.	клетевой	18/3	–	95/6	140/6	90/12	130/6	48/2*	1/7*	3,5
23.	скипо-клетевой	–	16/6	120/9	88/4	115/9	98/4*	155/5	4/7*	3,0
24.	вентиляционный	8/3	15/2	91/18	54/8	110/7	90/16	100/6	–	3,5
25.	клетевой	11/7	16/1	85/5	36/7*	15/8*	65/8	82/4	5/4	3,0
26.	скиповой	–	21/6	75/3	157/5	91/4	69/6	140/3	3/4	3,0
27.	скиповой	–	18/7	90/12	130/6	48/2	96/3	90/6*	5/3*	4,0
28.	клетевой	19/5	–	115/9	98/4	155/5	94/7	113/5	–	4,0
29.	скипо-клетевой	12/3	15/4	110/7	90/16	100/6	63/5*	63/7	4/4*	2,5
30.	клетевой	24/5	–	15/8	65/6	82/4	52/3	124/3	5/4	3,5
31.	скипо-клетевой	–	18/3	91/4	69/6	140/3	96/7	68/4	–	2,5

Продолжение таблицы 1

Ва- ри- ант	Назначение ствола	Вмещающие породы (мощность/водоприток), м/м ³ /час								Вмести- мость бадьи, м ³
		наносы		коренные породы						
		супе- си	суг- лин- ки	алев- ролит	ар- гил- лит	пес- чаник	из- вест- няк	сла- нец	уголь	
32.	вентиляционный	15/7	–	48/2	96/3	90/6	125/3	76/5*	7/4*	4,0
33.	вентиляционный	12/5	8/3	158/5	94/7	113/5	88/4*	118/7	3/3*	3,5
34.	скиповой	–	24/6	100/6	63/5	63/17	71/8	122/9	–	3,0
35.	скиповой	21/5	–	82/4	52/3*	124/3	39/7*	20/7	3/5	3,0
36.	скиповой	10/6	12/3	96/7	68/7*	95/6*	38/4	92/7	3/7	3,5
37.	клетевой	8/3	18/4	125/3	76/5	54/7	140/6	90/12	5/3	3,0
38.	скипо-клетевой	19/6	–	88/4	118/7	230/4	115/9	98/4	4/3	2,5
39.	вентиляционный	5/4	12/3	71/8	122/9	156/6	90/15	100/5	–	3,0
40.	клетевой	25/4	–	39/7	20/7	64/20	82/4	52/3*	5/3*	3,5
41.	клетевой	10/6	16/4	95/6	38/4	92/7	75/3	157/6	–	2,5
42.	вентиляционный	18/3	12/4	54/7	140/8	90/12	130/6	48/6	–	3,5
43.	скипо-клетевой	–	24/5	230/5	115/7	98/4	155/4	94/8*	5/3*	2,5
44.	клетевой	12/4	13/7	156/7	90/16	100/6	63/5	71/8	3/5	4,0
45.	скиповой	18/6	23/4	64/2	82/4*	52/3*	124/3	39/13	–	3,5
46.	вентиляционный	8/3	14/7	75/3	157/5	91/4	69/6	140/4	–	3,0
47.	скиповой	16/6	15/4	130/6	48/2	96/5	48/3*	96/4	3/7*	3,0
48.	вентиляционный	16/4	23/4	155/4	94/6	113/7	95/4	145/7	5/3	3,5

Продолжение таблицы 1

Ва- ри- ант	Назначение ствола	Вмещающие породы (мощность/водоприток), м/м ³ /час								Вмести- мость бадьи, м ³
		наносы		коренные породы						
		супе- си	суг- лин- ки	алев- ролит	ар- гил- лит	пес- чаник	из- вест- няк	сла- нец	уголь	
49.	вентиляционный	10/4*	11/7*	63/5	78/17	71/8	110/5	90/6	–	3,0
50.	клетевой	21/6	–	124/5	93/7	20/7	136/6	15/8*	3/5*	2,5
51.	скипо-клетевой	–	26/4	91/4	69/6	140/3	96/7*	68/7	1/7*	3,0
52.	скиповой	–	26/6	96/4	48/3	119/3	90/6	125/3	6/5	3,5
53.	клетевой	18/4	–	113/5	98/4	123/6	94/7	124/5	2/4	4,0
54.	скипо-клетевой	15/4	12/7	71/8	110/7	96/16	100/6	63/5*	4/4*	3,5
55.	вентиляционный	14/6	–	20/7	36/7	165/6	135/5	82/4	–	3,0
56.	вентиляционный	–	19/5	52/3	64/17	88/4	86/5*	95/4	3/8*	3,0
57.	скиповой	18/3	–	95/6	125/3	91/7	90/13	36/7*	5/3*	3,5
58.	скиповой	21/5	–	68/4	90/6	155/4	110/2	20/7	3/4	3,0
59.	вентиляционный	–	10/6	96/7	90/3	89/4	71/8	20/7	–	2,5
60.	клетевой	8/3	12/5	140/3	48/2	113/5	68/17	124/3	5/4	3,0

Примечание: пласты отмеченные знаком «*» необходимо поменять местами, остальные пласты использовать в указанной последовательности

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Водоотлив при проходке вертикальных стволов : методические указания по выполнению курсового проекта по дисциплине «Строительство вертикальных горных выработок» для студентов специальности 130406 «Шахтное и подземное строительство» / Н. Ф. Косарев, В. В. Першин, А. И. Копытов, Н. И. Попов. – Кемерово : Кузбасс. гос. техн. ун-т, 2010. – 19 с.

2. Правила безопасности при строительстве подземных сооружений (ПБ 03-428–02). Серия 03. Выпуск 12 / Коллектив авторов. – М. : Научно-технический центр «Промышленная безопасность», 2009. – 408 с.

3. Справочник инженера-шахтостроителя : в 2 т. Т 1 / М. И. Алешин, И. В. Баронский, Н. С. Булычев [и др.] ; под общ. ред. В. В. Белого. – М. : Недра, 1983. – 439 с.

4. Шахтное и подземное строительство : учебник для вузов – 3-е изд., перераб. и под. : В 2 т. / Б. А. Картозия, Б. И. Федунец, М. Н. Шуплик [и др.]. – М. : Издательство Московского государственного горного университета, 2003. – Т. 1. – 732 с.