

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич  
Должность: ректор  
Дата подписания: 02.06.2022 13:26:29  
Уникальный программный ключ:  
9ba7d3e34c012eba476ffd2d064cf2781853be730df2374d16f3e0ca536f0fc6

**МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное**  
**Образовательное учреждение высшего образования**  
**«Юго-Западный государственный университет»**  
**(ЮЗГУ)**

Кафедра экспертизы и управления недвижимостью, горного дела

УТВЕРЖДАЮ:  
Проректор по учебной работе  
О.Г. Локтионова  
« 1 » 03 2022г.



**ПРОЦЕССЫ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ**

Методические указания по выполнению практических работ для  
студентов специальности  
«Открытые горные работы»

Курск 2022

УДК 622

Составитель: Л.А. Семенова

Рецензент

Кандидат географических наук, доцент Р.А. Попков

**Процессы открытых горных работ:** Методические указания по выполнению практических работ для студентов направления подготовки 21.05.04 Горное дело специализаций «Открытые горные работы / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Л.А. Семенова, - Курск, 2022.- 23с.: рис. 0.- Библиогр.: с. 22.

Содержит основные сведения о правилах выполнения и оформления практических работ по дисциплине «Процессы открытых горных работ». В работе даны рекомендации и образцы расчетов практических заданий.

Методические указания соответствуют требованиям программы, утвержденной на заседании кафедры Э и УН, ГД протокол № 1 от «30» 08 2021 года.

Предназначены для студентов направления подготовки (специальности) 21.05.04 Горное дело для специализаций «Открытые горные работы».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать

формат 60x84 1/16

Усл. Печ. Лист 1,33 Уч.-изд.л. 1,21 Тираж 100экз. Заказ 1094 Бесплатно

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

## Содержание

1	Практическая работа № 1 «Выбор типа взрывчатого вещества и расчет параметров скважин на уступе»	3
2	Практическая работа №2 «Определение параметров развала взорванной породы и взрывного блока»	6
3	Практическая работа №3 «Выбор типа многоковшового экскаватора и определение его производительности»	8
4	Практическая работа №4 Расчет устойчивости откоса уступа нагруженного весом горного оборудования	10
5	Практическая работа №5 Расчет устойчивости уступа обводненного борта карьера	14
6	Практическая работа №6«Определение параметров экскаваторного отвала»	17
7	Практическая работа №7 Расчет устойчивости откоса отвала расположенного на наклонном основании	20
	Список литературы	22

## Расчетно-практическая работа № 1

**Тема: «Выбор типа взрывчатого вещества и расчет параметров скважин на уступе»**

1. **Цель работы.** Получение навыков выбора типа взрывчатого вещества (ВВ) для конкретных горно-геологических условий карьера и расчета эксплуатационных параметров сетки скважин на уступе.

2. **Краткие теоретические сведения.**

2.1. Выбор типа ВВ зависит от прочности, трещиноватости и обводненности массива и ориентировочно может быть произведен по табл. 5.1 /1/.

2.2. Эталонный удельный расход ВВ определяется по формуле (5.5) /1/, необходимые исходные данные принимаются по табл. 5.2 /1/.

2.3. Проектный удельный расход ВВ – по формуле (5.6) /1/.

2.4. Параметры скважины принимаются по формулам /1/:

- глубина скважины – (5.10);
- перебур скважины – (5.11);
- длина забойки – (5.12);
- длина заряда ВВ – (5.13);
- вместимость скважины – (5.14).

2.5. Линия сопротивления по подошве определяется по формуле (5.17) или (5.19) и проверяется по (5.20) и (5.22) /1/.

2.6. Расстояние между скважинами ( $a$ ) и между рядами скважин ( $b$ ) принимается по зависимостям на стр. 94 /1/ или по формулам:

$$a = m \cdot W, \text{ м} \quad (1)$$

$$b = (0,85 \div 1)W, \text{ м} \quad (2)$$

где  $m$  – коэффициент сближения зарядов.

$$m = \frac{0,5}{\sqrt[3]{d_c}} \quad \text{или} \quad m = 0,75K_p \quad (3)$$

где  $d_c$  – диаметр скважины, км;

$K_p$  – коэффициент разрыхления взорванной горной массы.

2.7. Интервал замедления зарядов  $\tau$  рассчитывается по формуле (5.16) /1/. Значение  $\tau$  корректируется в большую сторону к времени замедления выпускаемых КЗДСИ. Выпускаемые КЗДШ-69 имеют следующие степени замедления 10, 20, 35, 50, 75, 100, 125, 175 и 200 мс.

2.8. Вес заряда в скважине:

первого ряда  $Q'_b = q_n \cdot W \cdot a \cdot H_{y, \text{кг}}$  (4)

второго и последующих рядов  $Q''_b = q_n \cdot a \cdot b \cdot H_{y, \text{кг}}$  (5)

Вес заряда  $Q^i_b$  проверяется по условию его размещения в скважине

$$Q^i_b \leq Q_b = P \cdot l_{bb} \quad (6)$$

Полученный вес ВВ в скважине должен быть кратным весу одного мешка или объему дозатора зарядной машины – обычно 40 кг.

2.9. В случае значительного превышения вмещаемого в скважину заряда ВВ фактическому ( $Q_{bb} \gg Q^i_b$ ) может быть предусмотрен воздушный промежуток, длина которого определяется по формуле:

$$l_{\text{пром}} = (Q_b - Q^i_b) / P, \text{ м} \quad (7)$$

3. Программа выполнения работы.

3.1. Ознакомиться с условиями задания по табл. 1.3.

3.2. Выбрать возможный тип ВВ по табл. 5.1 /1/ и дать его характеристику из табл. 87 /2/.

3.3. Определить эталонный и проектный удельный расход ВВ по формулам (5.5) и (5.6) /1/.

3.4. Определить параметры скважины по формулам (5.10) - (5.22) /1/ и (1), (2) и (7).

3.5. Определить величину заряда в скважине по формулам (4) – (5) и проверить полученную величину по формуле (6).

3.6. Вычертить параметры сетки скважин по типу рис. 5.7 /1/. Указать все определенные параметры сетки скважин.

3.7. Оформить работу, сдать на проверку и защитить ее.

Таблица 1 - Варианты заданий

Варианты	Высота уступа, $H_y$ , м	Длина скважины, $L_c$ , м	Расположение скважины $\beta$ , град	Производственная мощность карьера по горной массе, $A_{гм}$ , млн.м <sup>3</sup>	Наименование горной породы	Обводненность карьера
1	10	12	90	5	уголь	сух.
2	12	15	80	7	сланец	сух.
3	15	18	70	8	слениты	обводнен непрочн.
4	18	21	60	10	алевролиты	обводнен непроточ.
5	20	23	90	12	доломиты	обводнен проточ.
6	22	25	85	15	габбро	обводнен проточ.
7	25	28	80	18	кварциты	сух.
8	10	13	75	20	известняки	сух.
9	12	14	70	22	граниты	обводнен непроточ.
10	15	17	65	25	роговики	обводнен непроточ.
11	18	20	60	28	базальты	обводнен проточ.
12	20	22	90	30	андезиты	обводнен проточ.
13	22	25	70	23	песчаник	сух.
14	23	26	75	24	скарн	обводнен непроточ.
15	17	20	80	11	долерит	обводнен непроточ.

## Расчетно-практическая работа №2

### Тема: «Определение параметров развала взорванной породы и взрывного блока»

1. **Цель работы.** Получение практических навыков расчета размеров поперечного сечения развала и параметров взрывного блока для заданных параметров сетки скважин на уступе.

#### 2. Краткие теоретические сведения.

2.1. Ширина развала определяется по формулам (5.24) – (5.26) /1/.

2.2. Высота развала определяется по формулам (5.27) – (5.28) /1/ или

$$\text{по формуле } H_p = H_y \sqrt{\frac{n_p}{(H_y \cdot q_n)}}, \text{ м} \quad (1)$$

где  $n_p$  – количество рядов скважин на блоке.

2.3. Ширина буровой заходки  $A_B = W(n_p - 1)b, \text{ м}$  (2)

2.4. Объем бурового (взрывного) блока

$$V_{BB} = Q_{\text{э}}^c \cdot K_{\text{рез}}, \text{ м}^3 \quad (3)$$

где  $Q_{\text{э}}^c$  – суточная производительность экскаватора разрабатывающего данный блок,  $\text{м}^3$ ;

$K_{\text{рез}}$  – нормативный коэффициент резерва взорванной горной массы.

Нормативный коэффициент резерва принимается 15-30 дней. Суточную производительность экскаватора можно принять равной 2000-3000  $\text{м}^3$ .

2.5. Длина взрывного блока  $L_B = \frac{V_{BB}}{A_B \cdot H_y}, \text{ м}$  (4)

2.6. Выход горной массы с 1 м скважины  $\varphi = \frac{A_B \cdot a \cdot H_y}{n_p \cdot L_c}, \text{ м}^3$  (5)

2.7. Размер среднего пуска в развале взорванной горной массы определяется по формуле (20.6) – (20.7) /1/.

2.8. Схема коммутации скважинных зарядов в блоке принимается в зависимости от требуемых условий взрывания и качества дробления по табл. III.44 /3/.

### **3. Программа выполнения работы.**

3.1. Ознакомиться с условиями задания по табл. 1.1.

3.2. Определить параметры развала по формулам (5.24) – (5.28) /1/.

3.3. Определить параметры взрывного блока по формулам (2)-(4).

3.4. Определить выход горной массы с 1 м скважины по формуле (5) и размер среднего куска взорванной массы по формулам (20.6) – (20.7) /1/.

3.5. Выбрать рациональную схему коммутации зарядов в блоке по табл. III.44 /3/ и вычертить ее по типу рис. III.23- III.30 /3/.

3.6. Вычертить параметры развала и взрывного блока по типу рис. 5.16 /1/. Указать все определенные размеры развала и блока.

3.7. Оформить работу, сдать на проверку и защитить ее.

## Практическая работа №3

### Тема: «Выбор типа многоковшового экскаватора и определение его производительности»

1. **Цель работы.** Получение практических навыков выбора технически целесообразной модели роторного экскаватора и расчета его производительности и рабочего парка.

#### 2. Краткие теоретические сведения.

2.1. Выбор технически возможной модели экскаватора производится по показателю трудности экскавации по табл. 6.6 /1/, показатель трудности экскавации определяется по формуле 6.2. /1/.

2.2. Параметры забоя экскаватора определяются по формулам /1/:

- высота забоя – (9.7)
- ширина заходки – (9.8)

2.3. Теоретическая (паспортная) производительность определяется по формуле (9.14) /1/.

2.4. Техническая производительность определяется по формуле (9.3) /1/.

2.5. Эффективная производительность определяется по формуле (6.11) /1/ и зависимостям на стр. 214 /1/.

2.6. Эксплуатационная производительность определяется по формулам (1) – (3) (см. раб. 4).

Коэффициенты технической готовности принять равным 0,9 – 0,95, а организационных простоев – 0,10 – 0,15.

2.7. Суточная и годовая производительность экскаватора определяется по формулам (2) – (3) (см. раб. 1). Число рабочих дней экскаватора в году принять по табл. 136 /2/.

2.8. Рабочий парк экскаваторов определить по формуле (2) (см. раб. 4).

2.9. Списочный парк экскаваторов определить по формуле (7) (см. раб. 1). Коэффициент списочного состава определить по формуле (8) (см. раб. 1) или принять по данным табл. 3.1.

Таблица 3 - Коэффициент списочного состава

Паспортная производительность экскаватора, м <sup>3</sup> /час	К <sub>сп</sub>
до 650	1,05-1,10
650-2500	1,0-1,02
более 2500	1,0

### 3. Программа выполнения работы

3.1 Ознакомиться с условиями задания по табл. 1.1.

3.2 Определить технически возможный тип и модель экскаватора по табл. 6.6 /1/.

3.3 Определить параметры забоя по формулам (9.7) – (9.8) /1/.

3.4 Определить паспортную и техническую производительность экскаватора по формулам (9.13) – (9.14) /1/.

3.5 Определить эксплуатационную производительность экскаватора по формулам (6.11) /1/ и (1) – (3) (см. раб. 4).

3.6 Определить рабочий и списочный парк экскаваторов по формулам (2) и (7) (см. раб. 1 и 4).

3.7 Вычертить схему выемки пород по типу рис. 9.12 /1/. Указать все определенные размеры забоя. Привести техническую характеристику принятого экскаватора по табл. 137 /2/.

3.8 Оформить работу, сдать на проверку и защитить ее.

## Практическая работа №4

### Расчет устойчивости откоса уступа нагруженного весом горного оборудования»

1. Цель работы. Получение навыка расчета устойчивости уступа сложенного мягкими породами с учетом веса горного оборудования.

2. Краткие сведения из теории:

#### Расчет устойчивости уступа:

Первоначальное допускаемое напряжение в массиве уступа:

$$G_0 = 20Kctg(45 - \frac{\rho}{2}), Па; \quad (1)$$

где  $K$  – коэффициент сцепления, Па;

$\rho$  – угол внутреннего трения, град.

При пользовании справочными материалами иметь в виду, что  $1 \text{ кгс/см}^2 = 0,1 \text{ МПа}$ .

Поверхность скольжения (ПС) строиться по методике изложенной в лабораторной работе № 5.

При этом необходимо иметь в виду, что ПС строится с глубины  $H_{90}$ , если  $g < G_0$ , и ПС строится непосредственно с опорной части оборудования, если  $g > G_0$

$$H_{90} = (G_0 - g) / \gamma^n, м \quad (2)$$

где  $g$  – удельное давление на породу горного оборудования (см. табл. 1.1);

$\gamma^n$  – плотность породы,  $\text{кг/см}^3$ .

Призма возможного обрушения, ограниченная откосом уступа и ПС разбивается на вертикальные участки равной ширины  $d$ . Для каждого участка определяют значения:

вес элементарного участка

$$P_i = 10^6 h \gamma^n, кг \quad (3)$$

где  $h$  – средняя высота элементарного участка, м;

$d$  – ширина элементарного участка, м.

Вес элементарного участка, где опирается база горного оборудования:

$$P_i^1 = P_i + 100 g b_i, кг \quad (4)$$

где  $b_i$  – ширина опорной базы оборудования на элементарном участке, м.

Сдвигающее усилие на элементарном участке:

$$T_i = P_i \sin \varphi_i, \text{кЗ} \quad (5)$$

где  $\varphi_i$  – наклон касательной к ПС на элементарном участке, град.

Нормальное усилие на элементарном участке:

$$N_i = P_i \cos \varphi_i, \text{кЗ} \quad (6)$$

Удерживающее усилие в подошве элементарного участка:

$$F_{yi} = 10 Kl_i + N_i \operatorname{tg} \beta, \text{кЗ} \quad (7)$$

где  $l_i$  – длина ПС в пределах элементарного участка;

$\beta$  – угол внутреннего трения пород, град.

Коэффициент запаса устойчивости:

$$\Pi_y = \frac{\sum F_{yi}}{\sum T_i} \quad (8)$$

Таблица 1 - Удельное давление горного оборудования

Показатели	ЭКСКАВАТОРЫ					
	ЭШ-6/60	ЭШ-14/25	ЭШ-15/90	ЭШ-25/100	ЭШ-50/125	ЭШ-80/100
Ширина опорной базы, м (b)	4	6	6	7	10	12
Удельное динамическое давление, МПа (g)	0,22	0,27	0,24	0,30	0,30	0,40

3. Программа и порядок выполнения работы
4. Изучить методику расчета устойчивости нагруженного уступа.
5. Ознакомиться с условиями задания (табл. 1.3). Поверхность скольжения (ПС) принять по лабораторной работе №5).
6. Произвести расчет устойчивости уступа нагруженного весом горного оборудования при двух случаях. В первом случае берму безопасности принять 3 м, во втором случае 10 м.

Определить значения усилий на каждом элементарном участке по формулам (3) – (7).

Расчеты свести в таблицу 2.

Таблица 2 - Усилия на элементарных участках

Номер участка	$h_i$	$P_i$	$\varphi_i$	$N_i$	$T_i$	$l_i$	$F_{yi}$
1							
2							
3							
4							
5							
6							
Итого				$\Sigma N_i$	$\Sigma T_i$	$\Sigma l_i$	$\Sigma F_{yi}$

7. Определить коэффициент запаса устойчивости уступа по формуле (8). Принять вариант бермы при котором значение  $P_y \geq 1,5$ .

8. Оформить работу, сдать преподавателю на проверку и защитить ее.

9. Варианты заданий приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Таблица вариантов

Варианты	Свойства пород уступа			Высота уступа, м	Угол откоса уступа, град.	Тип экскаватора на уступе
	$\gamma^n$ , кг/см <sup>3</sup>	K, МПа	P, град			
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
1	0,00210	0,080	35	30	60	ЭШ-6/60
2	0,00192	0,070	33	35	65	ЭШ-14/75
3	0,00186	0,065	30	40	20	ЭШ-15/90
4	0,00174	0,060	27	50	75	ЭШ-25/100
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>

5	0,00164	0,056	25	60	80	ЭШ-50/125
6	0,00156	0,060	23	70	85	ЭШ-80/100
7	0,00162	0,065	20	65	75	ЭШ-50/125
8	0,00176	0,070	17	55	70	ЭШ-25/100
9	0,00182	0,075	22	45	65	ЭШ-15/90
10	0,00196	0,080	26	35	60	ЭШ-14/75
11	0,00208	0,085	29	40	55	ЭШ-6/60
12	0,00218	0,090	33	50	50	ЭШ-25/100
13	0,00250	0,085	25	45	60	ЭШ-15/70
14	0,00320	0,075	30	50	50	ЭШ-15/90
15	0,00300	0,070	25	40	60	ЭШ-15/70
16	0,00175	0,060	20	35	50	ЭШ-15/90
17	0,00150	0,065	23	32	45	ЭШ-15/70
18	0,00155	0,065	25	38	50	ЭШ-15/90
19	0,00160	0,060	25	40	50	ЭШ-15/90
20	0,00165	0,080	30	45	55	ЭШ-15/90
21	0,00170	0,085	25	40	60	ЭШ-15/90

## Практическая работа №5 «Расчет устойчивости уступа обводненного борта карьера»

Цель работы. Получение навыков расчета устойчивости уступа борта карьера при наличии водонасосных горизонтов в толще пород.

Расчет устойчивости борта.

Высота вертикального обнажения

$$H_{90} = 20K \operatorname{ctg}(45^\circ - \frac{\rho}{2}) / \gamma^n, \text{ м} \quad (1)$$

Поверхность скольжения (ПС) строится по исходным данным задания. Призма возможного обрушения разбивается на ряд элементарных участков.

Вес элементарной призмы

$$P_i = 10^6 h_i d_i \gamma^n, \text{ кг} \quad (2)$$

где  $d_i$  – ширина элементарного участка, м

Касательные усилия на ПС

$$T_i = P_i \sin \varphi_i, \text{ кг} \quad (3)$$

Нормальные усилия на ПС

$$T_{un} = P_i \cos \varphi_i, \text{ кг} \quad (4)$$

Гидростатическое давление

$$D_i = \Delta_0 (H_i^e - h_i^e) d_i / \cos \varphi_i, \text{ МПа} \quad (5)$$

где  $\Delta_0$  – удельный вес воды, и/м<sup>3</sup>;

$H_i^e - h_i^e$  - превышение уровня депрессионной кривой в пределах элементарного блока над ПС, м

Данные измерений и результаты расчета сводятся в таблицу

2.1.

Коэффициент запаса устойчивости

$$n_y = \frac{\sum_1^n (N_i - D_i) \operatorname{tg} \rho + 10K \sum_1^n l_i}{\sum T_i} \quad (6)$$

Таблица 1 - Усилия в элементарных участках

Номер участка	$h_i$	$\varphi_i$	$l_i$	$H_i^e$	$h_i^e$	$P_i$	$N_i$	$T_i$	$D_i$
1									
2									
3									
4									
5									
Итого			$\sum l_i$				$\sum N_i$	$\sum T_i$	$\sum D_i$

Радиус депрессионной кривой

$$R = 1,73 \sqrt{K_{cp} H_e t / \mu}, \text{ м} \quad (7)$$

где  $K_{cp}$  – коэффициент фильтрации водоносного горизонта, м/сут;

$H_e$  – напор (от подошвы) водоносного горизонта, м;

$\mu$  – коэффициент водоотдачи;

$t$  – время от начала подрезки водоносного горизонта (обычно  $t = 3 \text{ мес} = 90 \text{ сут}$ ).

Высота высачивания водоносного горизонта в карьере:

$$H_o = \frac{2}{\sqrt{K_{cp}}}, \text{ м} \quad (8)$$

### 3. Программа и порядок выполнения работы

2.1 Изучить методику расчета устойчивости обводненного массива.

2.2 Ознакомиться с условиями задания (табл. 2.2).

Вычертить на миллиметровой бумаге поперечное сечение борта карьера.

Поверхность скольжения принять по варианту.

При расчете глубины  $H_{90}$  по формуле (1) значение  $K$  принять по данным таблицы 2.2, но уменьшенным в 10 раз.

2.3 Произвести гидрогеологический расчет водоносных горизонтов по формулам (7) – (8) и построить ориентировочно депрессионную кривую в пределах призмы возможного обрушения.

2.4 Призму возможного обрушения разбить на элементарные участки и произвести расчет возникающих в них усилий по формулам (2) – (5). Расчет целесообразно свести в табл. 1.

2.5 Определить коэффициент запаса устойчивости  $n_y$  по формуле (6). При значениях  $n_y \geq 1,2$  борт устойчив.

3 Варианты заданий приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Таблица вариантов

Варианты	Глубина карьера, м	Глубина залегания водоносного пласта, м	Угол откоса борта карьера, град.	Свойства пород борта карьера					
				$\gamma^n$ , кг/см <sup>3</sup>	K, МПа	$\rho$ , град	$K_{ср}$ , м/с ут	$\mu$	$H_e$ , м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	100	100	40	0,00260	1,0	30	3	0,10	50
2	130	130	45	0,00265	1,5	31	5	0,12	50
3	150	150	50	0,00270	2,0	32	7	0,15	50
4	180	180	55	0,00275	2,5	33	10	0,17	40
5	200	100	60	0,00280	3,0	34	12	0,19	40
6	230	100	57	0,00285	3,5	35	13	0,20	40
7	250	100	55	0,00290	4,0	36	15	0,21	40
8	270	100	53	0,00295	3,5	37	17	0,23	60
9	300	150	50	0,00300	3,0	38	18	0,25	60
10	320	150	47	0,00290	2,5	39	20	0,27	60
11	350	150	45	0,00280	2,0	40	21	0,30	60
12	370	150	43	0,00270	1,5	41	22	0,33	50
13	400	200	40	0,00260	1,0	42	23	0,35	50

## Практическая работа № 6

### Тема: «Определение параметров экскаваторного отвала»

1. **Цель работы.** Получение практических навыков в определении эксплуатационных параметров отвала в конкретных горно-геологических условиях и расчете организации отвальных работ с использованием механической лопаты.

#### 2. Краткие теоретические сведения.

2.1. Высота отвала определяется по формуле 4.2 /4/.

2.2. Высота превышения отсыпаемой отвальной заходки (равная величине осадки породы)  $h_z = \frac{t_{po}(0,004 + 0,032H_0)}{(t_{po} + 0,039H_0 + 15,31)}, м$  (1)

где  $t_{po}$  – время отработки отвальной заходки;

$V_{от}$  – приемная способность 1 м отвального тупика, м<sup>3</sup>;

$L_0$  – длина отвального тупика, м (см. формулу 4.14 /1/);

$Q_o^c$  – суточная производительность отвального экскаватора, м<sup>3</sup> (см. формулу (3));

На первой стадии расчета величину  $t_{po}$  можно принять равной 40-60 дням.

2.3. Ширина отвальной заходки (равная шагу переукладки путей) определяется по формулам (4.4) – (4.5) /1/.

2.4. Вместимость приемного бункера определяется по формуле 13.10 /1/ и проверяется по условию 13.11 /1/.

2.5. Сменная приемная способность отвального тупика определяется по формулам /4/:

- по производительности отвального экскаватора – (4.6);
- по транспортным условиям – (4.7).

Число составов, подаваемых в смену на отвальный тупик определяется по формуле (4.8) /4/, при этом необходимо выполнить условие (4.9) /4/.

2.6. Длина отвального тупика определяется по формуле (4.15) /4/, а его рабочей части – по (4.14) /4/.

2.7. Рабочее количество отвальных тупиков

$$n_o^p = \frac{fA_{EM}}{Q_o^c}, ед; \quad (2)$$

где  $Q_o^z$  - годовая производительность отвального экскаватора,  $м^3$

$$Q_o^z = Q_s^z \cdot K_y, м^3 / год \quad (3)$$

где  $Q_s^z$  - годовая производительность забойного экскаватора,  
 $K_y$  – коэффициент увеличения производительности экскаватора при работе на отвале ( $K_y = 1,15 - 1,25$ ).

## 2.8. Общее количество отвальных тупиков

$$n_o^{общ} = n_o^p \left( \frac{1+t_{nl}}{t_{po}} \right), ед \quad (4)$$

где  $t_{пл}$  – продолжительность путепереукладочных и планировочных работ на отвале, смен;

$t_{po}$  – продолжительность работы отвального тупика, смен.

## 2.9. Продолжительность работы отвального тупика

$$t_{po} = \frac{M_{II}}{M}, смен \quad (5)$$

где  $M_{II}$  – количество составов, разгружаемых на отвале между передвижками пути

$$M_{II} = \frac{V_{om} l_p}{n_o q_{\epsilon}}, ед \quad (6)$$

$M$  – количество составов разгружаемых на отвальном тупике в смену

$$M = \frac{T_{cm} K_u}{(t_p + t_o)}, ед \quad (7)$$

$V_{от}$  – приемная способность 1 м отвального тупика,  $м^3$

$$V_{om} = \frac{H_o \cdot a}{K_p}, м^3 \quad (8)$$

где  $t_p$  – время разгрузки одного состава, мин;

$t_o$  – время обмена состава, мин;

$K_u$  – коэффициент использования времени смены ( $K_u = 0,5 - 0,8$ ).

На первом этапе расчета величину  $\left( 1 + \frac{t_{nl}}{t_{po}} \right)$  можно принять равным  $1,25 - 1,20$ .

2.10. Продолжительность путепереукладочных и планировочных работ

$$t_{nl} = \frac{f \cdot l_p}{Q_{kp}}, смен \quad (9)$$

где  $f$  – коэффициент совмещения планировочных и путеперекладочных работ ( $f = 1,10 - 1,20$ );

$Q_{кр}$  – производительность переукладочного оборудования (крана), м/смену.

На первом этапе расчета  $Q_{кр}$  можно принять равной 150-250 м/смену.

#### 2.11. Рабочий парк отвальных экскаваторов

$$N_o^p = n_o^p, ед \quad (10)$$

#### 2.12. Списочный парк отвальных экскаваторов

$$N_o^{сн} = n_o^{общ}, ед \quad (11)$$

### 3. Программа выполнения работы

3.1. Ознакомиться с условиями задания

3.2. Определить параметры отвала по формулам (4.2) – (4.5) /4/ и (13.10) – (13.11) /1/

3.3. Определить рациональную модель отвального экскаватора по формулам (4.6) – (4.9) /4/

3.4. Определить рабочую и общую длину отвального тупика по формулам (4.14) – (4.15) /4/

3.5. Определить рабочий и списочный парк отвальных экскаваторов по формулам (2) – (11)

3.6. Вычертить схему отвалообразования с использованием механической лопаты по типу рис. 13.5 /1/. Указать все определенные параметры отвала.

3.7. Оформить работу, сдать на проверку и защитить ее.

## Практическая работа №7

### Тема: «Расчет устойчивости откоса отвала расположенного на наклонном основании»

1. Цель работы. Получение навыка расчета устойчивости отвала, расположенного на наклонном основании
2. Краткие сведения из теории
- 3.8. Расчет устойчивости отвала:

Призма возможного обрушения, ограниченная поверхностью скольжения развивается на ряд элементарных участков шириной  $L$ . Нормальное напряжение на элементарном участке:

$$G_i = 10^6 h_i l_i \gamma^n \cos^2 \varphi_i, \text{ кг} \quad (1)$$

где  $h_i$  – высота элементарного участка, м;  
 $\gamma^n$  – плотность породы, кг/см<sup>3</sup>;  
 $\varphi_i$  – угол наклона касательной, град.;  
 $l_i$  – длина поверхности скольжения на элементарном участке, м.

Удерживающие силы на элементарном участке:

$$\tau_{yd} = G_i \text{ctg} \rho, \text{ кг} \quad (2)$$

где  $\rho$  – угол внутреннего трения пород, град.;

Сдвигающие силы на элементарном участке:

$$\tau_{сдв} = 5 \cdot 10^6 h_i l_i \gamma^n \sin 2\varphi_i, \text{ кг} \quad (3)$$

Коэффициент запаса устойчивости:

$$P_y = \frac{\sum \tau_{yd_i}}{\sum \tau_{сдв_i}} \quad (4)$$

Расчеты целесообразно свести в таблицу 1.1.

3. Программа и порядок выполнения работы
4. Изучить методику выполнения работы.
5. Ознакомиться с условиями задания (Таблица 1.2.). Построить на миллиметровой бумаге параметры отвала. Поверхность скольжения ПС принять по данным преподавателя.

Таблица 1 - Усилия на элементарных участках

Номер участка	$h_i$	$l_i$	$\varphi_i$	$G_i$	$\tau_{уд_i}$	$\tau_{сдв_i}$
1						
2						
3						
4						
5						
Итого					$\sum \tau_{уд_i}$	$\sum \tau_{сдв_i}$

6. Разбить призму возможного обрушения на ряд элементарных участков и для каждого определить усилия по формулам (1) – (3). Расчеты целесообразно свести в табл. 1.1.

7. Определить коэффициент запаса устойчивости  $h_y$  по формуле (4). При значении  $h_y \geq 1,2$  отвал устойчив.

8. Оформить работу, сдать преподавателю на проверку и защитить ее.

9. Варианты заданий приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Таблица вариантов

Варианты	Высота отвала, м	Угол откоса отвала, град.	Угол наклона основания отвала, град.	Плотность породы отвала, кг/см <sup>3</sup>	Угол внутреннего трения породы отвала, град.
1	2	3	4	5	6
1	20	50	15	0,00250	30
2	25	45	12	0,00260	32
3	30	40	10	0,00270	35
4	35	35	70	0,00280	38
5	40	30	5	0,00290	40
6	45	65	20	0,00300	27
7	50	60	17	0,00230	30
8	55	50	15	0,00240	33

1	2	3	4	5	6
9	60	45	12	0,00250	35
10	65	40	10	0,00260	37
11	70	35	7	0,00270	40
12	80	30	5	0,00280	42

## Список литературы

1. Н. Я. Репин, Л. Н. Репин. – Москва : Горная книга, 2010. – 268 с. – (ПРОЦЕССЫ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ). – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229084> (дата обращения: 21.10.2021). – Режим доступа: по подписке. – ISBN 978-5-98672-249-8.– Текст : электронный.
2. Инженерные изыскания в строительстве. Инженерная геология и геоэкология : учебное пособие / П. И. Кашперюк, Е. В. Манина, Т. Г. Макеева, А. Н. Юлин. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 152 с. : ил., табл., схем. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=618116> (дата обращения: 11.11.2021).– Режим доступа: по подписке. – Библиогр.: с. 82-83. – ISBN 978-5-9729-0601-7.– Текст : электронный.
3. Репин, Н. Я. Подготовка горных пород к выемке : учебное пособие / Н. Я. Репин. – Москва : Горная книга, 2012. - .- (Процессы открытых горных работ).– URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229083> (дата обращения: 21.10.2021). - Режим доступа: по подписке. – ISBN 978-5-98672-302-0 – Текст : электронный. – Ч. 1. – 190 с.
4. Репин, Николай Яковлевич. Выемочно-погрузочные работы : учебное пособие / Н. Я. Репин, Л. Н. Репин. - Изд. 2-е, стер. - Москва : Горная книга, 2012. - 267 с. : ил. - (Процессы открытых горных работ). - ISBN 978-5-98672-317-4 : 500.00 р. - Текст : непосредственный.
5. Репин, Н. Я. Практикум по дисциплине «Процессы открытых горных работ» : учебное пособие / Н. Я. Репин, Л. Н. Репин. – Москва : Горная книга, 2010. – 157 с. – (ПРОЦЕССЫ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ). - URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229210> (дата обращения: 21.10.2021). – Режим доступа: по подписке. – ISBN 978-5-98672-210-8. – Текст : электронный.

ами. - 517с.