

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ  
«ЧЕРЕМХОВСКИЙ ГОРНОТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ  
ИМ. М.И. ЩАДОВА»**

**РАССМОТРЕНО**

на заседании ЦК  
«Горных дисциплин»  
«31» июнь 2022 г.  
Протокол № 10  
Председатель: Н.А. Жук

**Утверждаю:**

И.о. зам. директора по УР  
О.В. Папанова  
«15» июнь 2022 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

для выполнения  
практических (лабораторных) работ студентов  
по междисциплинарному курсу

**МДК 01.02 Технология добычи полезных ископаемых открытым способом  
программы подготовки специалистов среднего звена**

**21.02.15 Открытые горные работы  
(заочное отделение)**

Разработал преподаватель:  
Пиличенко Н.А.

2022г.

## СОДЕРЖАНИЕ

	<b>СТР.</b>
1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	3
2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ	5
3. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ	6
4. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ	27
5. ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ, ВНЕСЁННЫХ В МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	30

## 1.ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические указания по выполнению практических (лабораторных) работ по учебной дисциплине **МДК 01.02 Технология добычи полезных ископаемых открытым способом** предназначены для студентов специальности 21.02.15 Открытые горные работы, составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины **МДК 01.02 Технология добычи полезных ископаемых открытым способом** и направлены на достижение следующих целей:

- данное учебное пособие направлено на развитие у студентов практических расчетов навыков и умений.

Методические указания являются частью учебно-методического комплекса по дисциплине **МДК 01.02 Технология добычи полезных ископаемых открытым способом** и содержат задания, указания (**добавить:** теоретический минимум, формулы и т.п.). Перед выполнением практической работы каждый студент обязан показать свою готовность к выполнению работы:

- пройти инструктаж по технике безопасности;
- ответить на теоретические вопросы преподавателя.

По окончании работы студент оформляет отчет в тетради и защищает свою работу.

В результате выполнения полного объема практических работ студент должен **уметь:**

- определять на плане горных работ место установки горной техники и оборудования,
- направление ведения горных работ на участке,
- определять по профильным сечениям элементы залегания полезного ископаемого, порядок разработки участка, отработанные и планируемые к отработке объемы горной массы;
- рассчитывать объемы вскрышных и добычных работ на участке, определять коэффициент вскрыши;
- рассчитывать производительность горных машин и оборудования;
- определять плановые и фактические объемы горных работ на местности, объемы потерь полезного ископаемого в процессе добычи;
- рассчитывать параметры схем вскрытия и элементов системы разработки;
- рассчитывать параметры забоя: вскрышного, добычного, отвального;
- рассчитывать параметры буровых работ;
- выбирать схемы ведения горных работ для заданных горно-геологических и горнотехнических условий;

При проведении практических работ применяются следующие технологии и методы обучения:

1. Проблемно-поисковых технологий
2. Тестовые технологии

### **Правила выполнения практических работ:**

1. Внимательно прослушать инструктаж по технике безопасности.
2. Запомнить порядок проведения практических работ, правила оформления.
3. Изучить теоретические аспекты практической работы.
4. Выполнить задания практической работы.

5. Оформить отчет в тетради.

**Требования к рабочему месту:**

- рабочее место преподавателя;
- посадочные места студентов (по количеству обучающихся);
- комплект учебно-методических материалов по дисциплине, включая образовательные электронные ресурсы;
- комплект плакатов по разделам дисциплины;

Технические средства обучения:

- Интерактивная доска, компьютер, видеопроектор.

**Критерии оценки:**

**Оценки «5» (отлично)** заслуживает студент, обнаруживший при выполнении заданий всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно - программного материала, умения свободно выполнять профессиональные задачи с всесторонним творческим подходом, обнаруживший познания с использованием основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой, усвоивший взаимосвязь изучаемых и изученных дисциплин в их значении для приобретаемой специальности, проявивший творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно- программного материала, проявивший высокий профессионализм, индивидуальность в решении поставленной перед собой задачи, проявивший неординарность при выполнении практического задания.

**Оценки «4» (хорошо)** заслуживает студент, обнаруживший при выполнении заданий полное знание учебно- программного материала, успешно выполняющий профессиональную задачу или проблемную ситуацию, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе, показавший систематический характер знаний, умений и навыков при выполнении теоретических и практических заданий.

**Оценки «3» (удовлетворительно)** заслуживает студент, обнаруживший при выполнении практических и теоретических заданий знания основного учебно- программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебной и профессиональной деятельности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, допустивший погрешности в ответе при защите и выполнении теоретических и практических заданий, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, проявивший какую-то долю творчества и индивидуальность в решении поставленных задач.

**Оценки «2» (неудовлетворительно)** заслуживает студент, обнаруживший при выполнении практических и теоретических заданий проблемы в знаниях основного учебного материала, допустивший основные принципиальные ошибки в выполнении задания или ситуативной задачи, которую он желал бы решить или предложить варианты решения, который не проявил творческого подхода, индивидуальности.

В соответствии с учебным планом программы подготовки специалистов среднего звена по специальности **21.02.15 Открытые горные работы** и рабочей программой на практические (лабораторные) работы по дисциплине **МДК 01.02 Технология добычи полезных ископаемых открытым способом** отводится **16 часов**

## 2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ (выписка из рабочей программы)

№ п/п	Название практической работы (указать раздел программы, если это необходимо)	Количество часов
<b>1</b>	<b>Практическая работа № 1-2</b> Расчет и графическое изображение капитальной траншеи по исходным данным.	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Практическая работа № 3-4</b> Определение производительности карьера. Определение запасов в контуре карьера. Определение объемов вскрыши в контуре карьера.	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Практическая работа № 5-6</b> Изучения схем отвалообразования.	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Практическая работа № 7-8</b> Выбор схемы монтажа взрывной сети	<b>4</b>

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

#### Практическая работа № 1-2

Расчет и графическое изображение капитальной траншеи по исходным данным.

**Цель:** приобретение студентами практических навыков в определении объёмов траншей.

#### Методические указания

Капитальная траншея – наклонная открытая выработка, служащая для доступа с поверхности к залежи или связывающая уступы разных горизонтов.

Разрезная траншея – горизонтальная открытая выработка, обеспечивающая фронт работ (образует уступ). Виды траншей показаны на рис. 10.

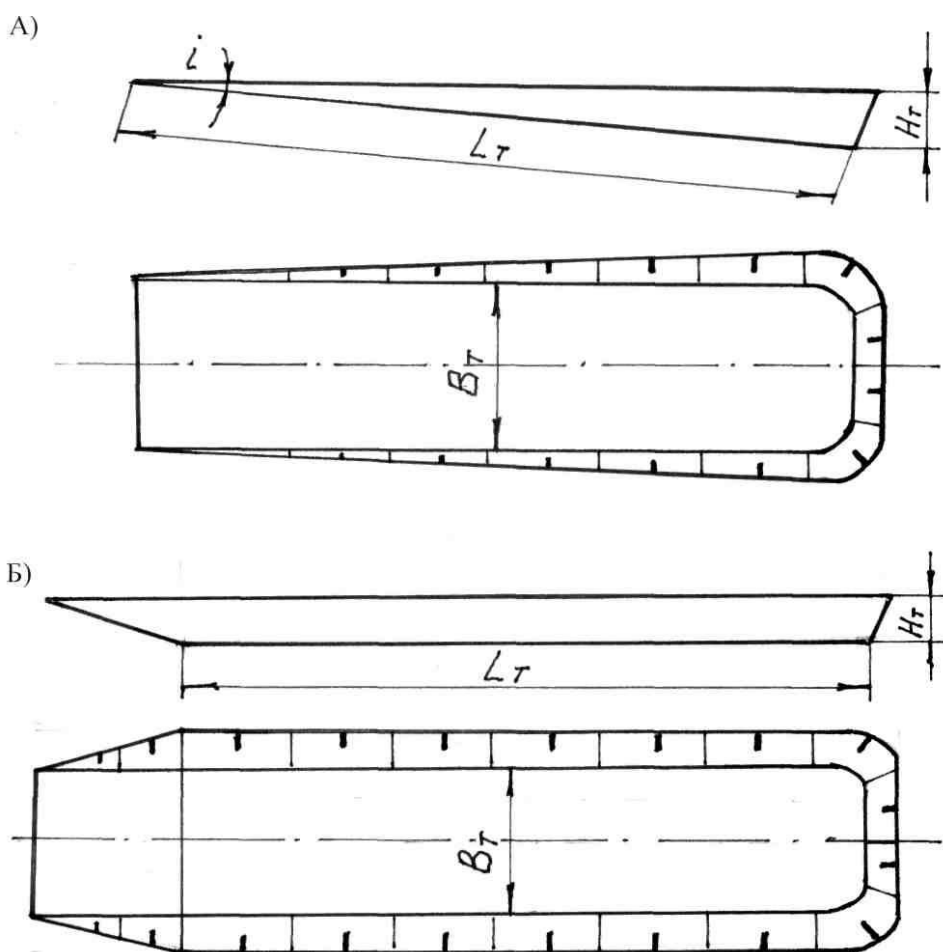


Рис.10. Общий вид траншей: А) капитальной; Б) разрезной.

Основными параметрами траншеи являются: размеры и форма поперечного сечения, глубина, длина, продольный уклон (для капитальной траншеи), углы откосов бортов и торца траншеи.

Траншеи имеют трапециевидное сечение. Углы откосов траншеи зависят от свойств и устойчивости пород. В крепких скальных породах они принимаются

равными  $70...75^\circ$ , в скальных трещиноватых  $-60^\circ$ , в осадочных породах  $-45...55^\circ$ , а в слабосвязанных глинистых – до  $40^\circ$ .

### Расчет ширины дна траншеи

Ширина траншеи понизу определяется двумя условиями: конструкцией и размерами транспортного пути и безопасным расположением проходческого оборудования.

А) Определяем ширину траншеи по низу  $B_T$ , м из условия конструкции и размеров транспортного пути (рис. 11 и 12).

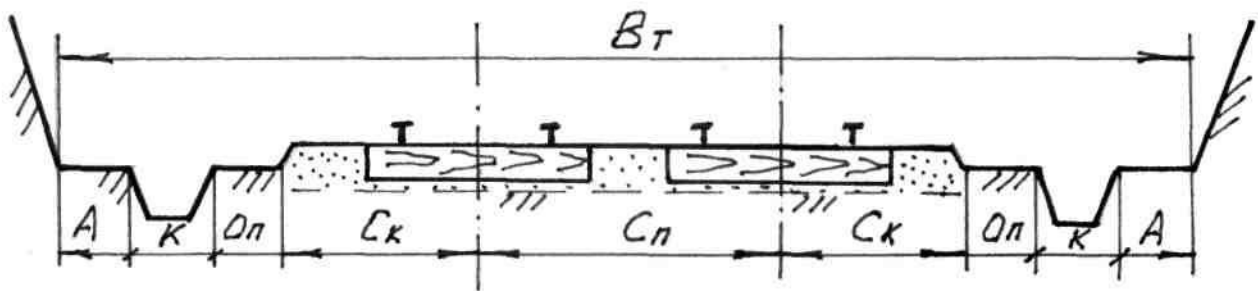


Рис.11. Поперечное сечение траншеи для ж/д транспорта

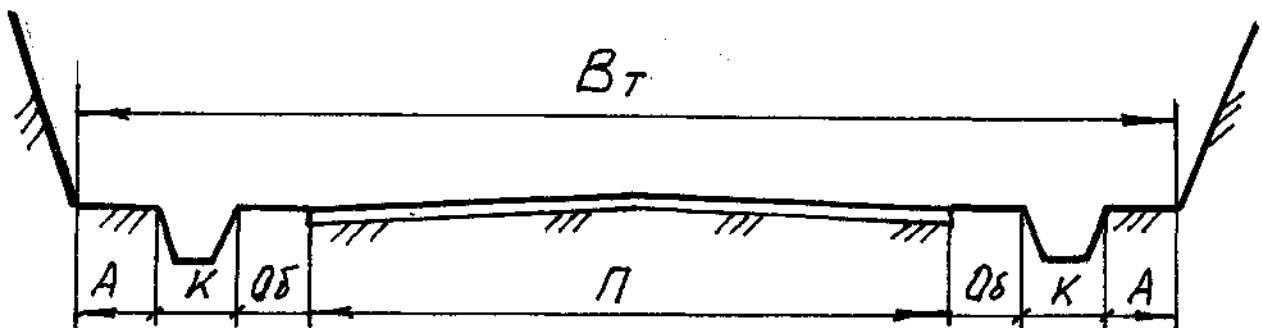


Рис. 12. Поперечное сечение траншеи для автотранспорта

$$B_T = 2 \cdot A + 2 \cdot K + 2 \cdot On + 2 \cdot C_k + C_n \text{ - для ж/д транспорта,}$$

$$B_T = 2 \cdot A + 2 \cdot K + 2 \cdot Ob + П \text{ - для автотранспорта,}$$

где  $A$  – ширина обреза, принимаемая равной в рыхлых породах 1 м, а в скальных 0,75 м;

$K$  - ширина кювета, принимаемая равной в рыхлых породах 1,5 м, а в скальных 1 м;

$On$  - площадка для установки опор, принимаемая равной 0,5 м.;

$C_k$  – расстояние от площадки опор до оси ж/д пути, принимаемое равным 3,7 м.;

$C_n$  – расстояние между осями ж/д путей, принимаемое для думпкарв грузоподъемностью до 180 т равным 4,5 м., а для думпкарв грузоподъемностью более 180 т равным 5 м.;

$Ob$  – ширина обочины, принимаемая равной 1 м.;

$П$  – ширина проезжей части, принимаемая при двухполосном движении для автосамосвалов грузоподъемностью до 40 т – 12 м., для самосвалов грузоподъемностью до 75 т – 15 м и при грузоподъемности более 75 т – 18 м.

Б) Определяем ширину траншеи понизу  $B_T$ , м из условия безопасного расположения проходческого оборудования (рис. 13 и 14).

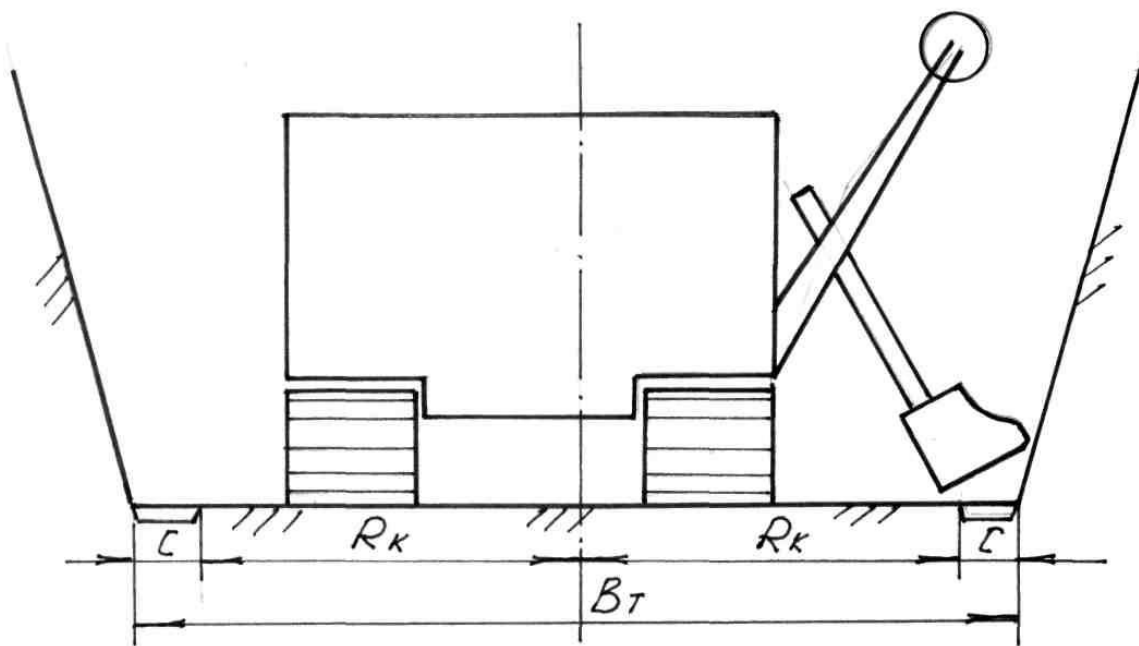


Рис.13. Схема к определению ширины траншеи при погрузке в думпкары при расположении их сзади экскаватора

$$B_T = 2 \cdot (R_k + C),$$

где  $R_k$  – радиус вращения кузова экскаватора, м (табл. 26);

$C$  – безопасный зазор между экскаватором и бортом траншеи, принимаемый 1 м.

$$B_T = 2 \cdot (R_a + l),$$

где  $R_a$  – радиус поворота автосамосвала, м (табл. 27);



$l$  – зазор между автосамосвалом и бортом траншеи, принимаемый 2 м.

Для дальнейших расчетов принимаем больше из двух значений  $B_T$

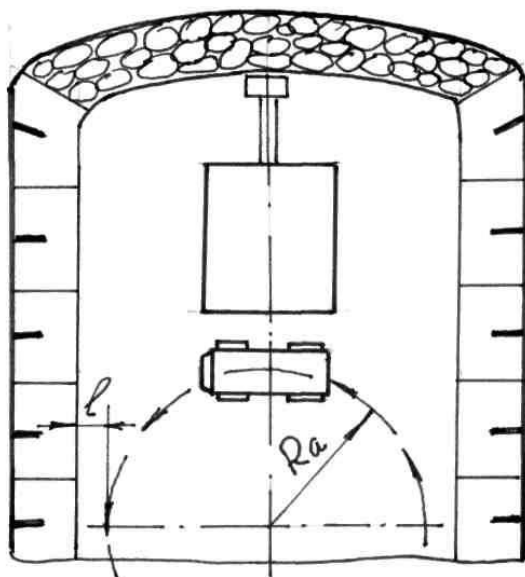


Рис. 14. Схема к определению ширины траншеи при кольцевой схеме заездов автосамосвала

Для дальнейших расчетов принимаем большее из двух значений  $B_T$

#### *Расчет объема капитальной траншеи*

Принимаем уклон капитальной траншеи в зависимости от вида транспорта по траншее: при электротяге  $i = 0,04$ ; при тепловозной тяге  $i = 0,03$ ; при автотранспорте  $i = 0,1$

Определяем длину траншеи  $L$ , м

где  $H_T$  – конечная глубина траншеи, м;

$i$  – уклон траншеи

$$L = H_T / i,$$

Определяем объем капитальной траншеи  $V_T$ , м<sup>3</sup>

$$V_T = \frac{Hi^2}{i} \left( \frac{B_T}{2} + \frac{H_T}{3 \cdot \operatorname{tg} \alpha} \right),$$

где  $H_T$  – конечная глубина траншеи, м;

$B_T$  – ширина траншеи понизу, м;

$\alpha$  – углы откосов бортов траншеи, градус;

$i$  – уклон траншеи

## Технические характеристики экскаваторов

Показатели	ЭКГ-5	ЭКГ-8И	ЭКГ-12,5	ЭКГ-20
1	2	3	4	5
Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	5	8	12,5	20
Радиус черпания на горизонте установки, м	9,3	11,7	15,1	18,2
Максимальный радиус черпания, м	11,2	12,6	16,9	18,5
Расчетная продолжительность цикла, с	23	26	28	30
Радиус вращения кузова, м	5,25	7,8	10,0	12,2

*Расчет объема разрезной траншеи*

Определяем площадь поперечного сечения траншеи  $S_T$ , м<sup>3</sup>

$$S_T = (B_T + H_T \cdot \operatorname{ctg} \alpha) H_T,$$

где  $B_T$  – ширина траншеи понизу, м;

$H_T$  – глубина траншеи, м;

$\alpha$  – угол откоса борта траншеи, град.

## Техническая характеристика автосамосвалов

Показатели	Автосамосвалы					
	КрАЗ-256	БелАЗ-540	БелАЗ-548	БелАЗ-549	БелАЗ-7519	БелАЗ-7521
1	2	3	4	5	6	7
Колесная формула	6 x 4	4 x 2	4 x 2	4 x 2	4 x 2	4 x 2
Грузоподъемность, т	12	27	40	75	110	180
Вместимость кузова, м <sup>3</sup>	6	15,3	21,7	41	44	90
Максимальная скорость, км/ч	68	55	57	60	52	50
Радиус поворота, м	10,5	8,3	9,5	9,5	12	15

Определяем объем разрезной траншеи  $V_T$ , м<sup>3</sup>

$$V_T = S_T \cdot L_T,$$

где  $L_T$  – длина разрезной траншеи, м.

Контрольные вопросы и задания

1. Сформулируйте цель вскрытия месторождения.
2. Перечислите открытые горные выработки и укажите их основные параметры.
3. Укажите, как подразделяются траншеи по величине продольного уклона.
4. Поясните, из каких соображений устанавливают продольный уклон траншеи.

5. Сформулируйте, в чем различие между вскрывающими и разрезными траншеями.
6. Поясните, из каких соображений устанавливают глубины внутренней траншеи.
7. Перечислите виды примыкания капитальных траншей к рабочим горизонтам.

**Итог работы:** отчет

### Практическая работа № 3-4

Определение производительности карьера. Определение запасов в контуре карьера. Определение объемов вскрыши в контуре карьера.

**Цель:** Расчет основных параметров карьера.

Порядок выполнения работы:

К главным параметрам относятся:

- конечная глубина карьера по поверхности;
- максимальные размеры карьера по поверхности;
- объем горной массы в конечных контурах карьера;
- запасы полезного ископаемого в конечных контурах карьера;
- объем вскрышных пород в конечных контурах карьера;
- среднегеологический и среднепромышленный коэффициенты вскрыши.

#### 1. Определение конечной глубины карьера

При проектировании разработки относительно однородных пастообразных месторождений полезных ископаемых открытым способом, когда земная поверхность представляет собой равнину, задача определения конечной глубины карьера решается аналитическим методом.

*Для крутых залежей* полезных ископаемых конечная глубина карьера рассчитывается по формуле проф. Б. П. Боголюбова.

$$H_k = \frac{m_r \cdot k_{гр} \cdot K_{из}}{ctg \beta_s + ctg \beta_n}, \text{ м}, \quad (1)$$

где  $m_r$  – горизонтальная мощность залежи полезного ископаемого, м;

$K_{гр}$  – граничный коэффициент вскрыши, м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>;

$\beta_s$  – угол откоса нерабочего борта карьера со стороны лежащего бока залежи полезного ископаемого, градус;

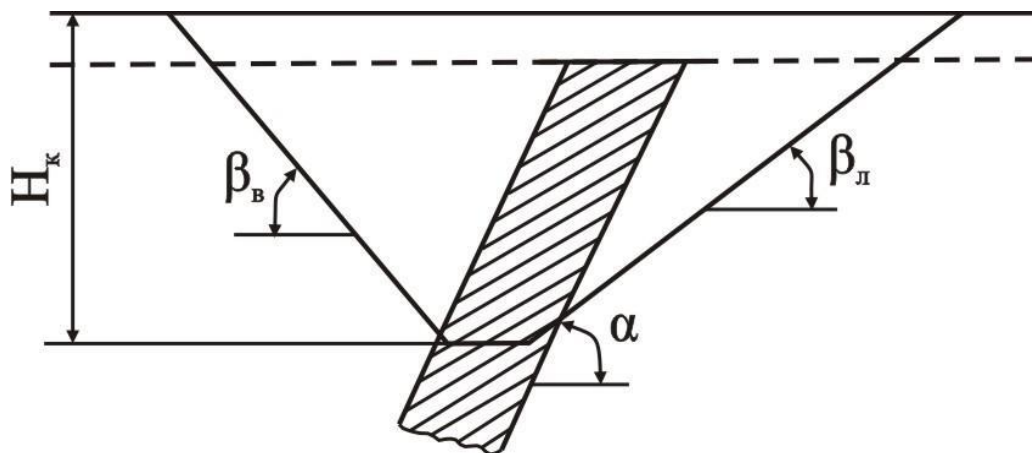
$\beta_n$  – угол откоса нерабочего борта карьера со стороны лежащего бока залежи полезного ископаемого, градус;

$K_{из}$  – коэффициент извлечения полезного ископаемого в недр.

$K_{\text{п}}$  – коэффициент потерь полезного ископаемого, в долях единицы.

Физический смысл некоторых величин, входящих формулу (1) поясняется на рис. 1.

Углы откосов нерабочих бортов карьера для крутых залежей полезного ископаемого принимаются одинаковыми и определяются по табл. 1.



**Рис. 1. Схема к определению конечной глубины карьера:**

$\alpha$  – угол падения полезного ископаемого;  $\beta_v$  – угол откоса нерабочего борта карьера со стороны висячего бока залежи;  $\beta_d$  – то же со стороны лежащего бока залежи полезного ископаемого;  $H_k$  – конечная глубина.

Таблица 1

Угол откоса нерабочего борта карьера

Породы	Коэфф. крепости пород, $f$	Угол откоса нерабочего борта (градусы) при глубине карьера, м				
		$\leq 90$	$\leq 180$	$\leq 240$	$\leq 300$	$> 300$
В высшей степени крепкие и очень крепкие	15-20	60-68	57-65	53-60	48-54	43-49
Крепкие и довольно крепкие	8-14	50-60	48-57	45-53	42-48	37-43
Средней крепости	3-7	45-50	41-48	39-45	36-43	32-37
Мягкие и довольно мягкие	1-2	30-43	28-41	26-39	26-36	-
Мягкие и землистые	0,6-0,8	21-30	20-28	-	-	-

В формуле (1)  $\beta_{\text{л}} \leq \alpha$ ; если по табл. 1  $\beta_{\text{л}} > \alpha$ , то расчётах  $\beta_{\text{л}}$  принимается равной  $\alpha$ .

Для наклонных залежей расчет конечной глубины карьера формула (1) примет вид:

$$H_{\text{к}} = \frac{m_{\text{з}} \cdot k_{\text{зр}} \cdot K_{\text{вз}}}{\text{ctg } \beta_{\text{с}} + \text{ctg } \alpha}, \text{ м,}$$

где  $\alpha$  – угол падения полезного ископаемого, град.

Для горизонтальных залежей полезных ископаемых конечная глубина карьера определена природой. Вопрос решается, каким способом разрабатывать месторождение – открытым или подземным.

Для этого вычисляется линейный коэффициент вскрыши ( $K_{\text{вл}}$ ), который равен:

$$K_{\text{вл}} = \frac{m_{\text{с}} + h_{\text{н}}}{m_{\text{п.и.}}},$$

где  $m_{\text{с}}$  - мощность вскрышных пород, м;

$m_{\text{п.и.}}$  – мощность полезного ископаемого, м;

$h_{\text{н}}$  - мощность наносов, м (на рис. 1 наносы показаны пунктиром).

При  $K_{\text{зр}} \geq K_{\text{вл}}$  месторождение следует разрабатывать открытым способом, а при  $K_{\text{зр}} < K_{\text{вл}}$  - подземным.

## 2. Определение максимальных параметров карьера по поверхности

Для простых по форме залежей полезных ископаемых параметры карьера определяются следующим образом:

*а) крутые залежи*

- длина карьера по поверхности (по простиранию залежи)

$$L_{\text{д}} = L_{\text{з}} + 2H_{\text{к}} \text{ctg } \beta_{\text{с}}, \text{ м, (3)}$$

где  $L_{\text{з}}$  - длина залежи полезного ископаемого, м;

- ширина карьера по поверхности (в крест простирания залежи):

$$Ш_{\text{н}} = Ш_{\text{з}} + 2H_{\text{к}} \text{ctg } \beta_{\text{с}}^{(1)}, \text{ м,}$$

где  $Ш_{\delta}$  - ширина дна карьера, м,  $Ш_{\delta}=20-30$ м;

$ctg \beta_{cp}^{(1)}$  - средний угол откоса нерабочих бортов карьера, град;

$$ctg \beta_{cp}^{(1)} = \frac{\beta_{\varepsilon} + \beta_{\alpha}}{2}$$

б) *наклонные залежи*

Длина карьера по поверхности вычисляется по формуле (3).

Ширина карьера определяется:

$$Ш_n = Ш_{\delta} + H_k(ctg \beta_{\varepsilon} + ctg \alpha), \text{ м.}$$

в) *горизонтальные залежи*

Длина карьера по поверхности вычисляется по формуле (3).

Ширина карьера рассчитывается:

$$Ш_n = L_{ш} + 2H_k ctg \beta_{\varepsilon}, \text{ м,}$$

$L_{ш}$  - ширина залежи полезного ископаемого, м.

### 3. Определение объема горной массы в конечных контурах карьера

Объем горной массы в конечных контурах карьера определяется по формуле акад. В.В.Ржевского:

$$V_{зм} = SH_k + \frac{1}{2}PH_k^2 ctg \beta_{cp} + \frac{1}{3}\pi H_k^2 ctg^2 \beta_{cp}, \text{ м,}$$

где S – площадь дна карьера, м<sup>2</sup>;

P – периметр дна карьера, м;

$\beta_{cp}$  – средний угол откоса нерабочего борта карьера, град.

Для крутых и горизонтальных залежей полезных ископаемых  $\beta_{cp} = \beta_{\varepsilon}$ . Для наклонных – средний угол откоса нерабочего борта карьера определяется:

$$\beta_{cp} = \frac{\beta_{\varepsilon}(2Ш_{\delta} + L_{\delta}) + \alpha L_{\delta}}{P}, \text{ град.}$$

### 4. Определение запасов полезного ископаемого в конечных конурах карьера



1	60	25	15	11,4	6,0	1,35	6	7,5
2	70	22	17	11,0	5,3	1,35	6	7,0
3	30	25	12	8,0	4,2	3,3	5	8,0
4	70	250	52	1,0	4,5	3,2	3	12,0
5	70	230	60	0,9	4,1	3,4	3	12,1
6	71	140	19	1,3	3,2	3,6	3	13,0
7	85	140	30	1,1	1,2	2,8	4	11,0
8	70	10	8	10,0	8,0	1,35	6	7,0
9	25	30	10	8,6	4,0	1,32	5	7,5
10	75	20	35	8,0	9,3	1,33	6	7,4
11	62	25	8	9,1	7,8	1,35	6	7,3
12	80	150	12	1,6	2,5	2,9	3	14,0
13	30	15	5	5,8	2,0	2,8	5	14,3
14	20	20	5	8,5	4,5	1,35	5	7,3
15	40	35	20	4,9	1,6	2,4	6	10,5

### Контрольные вопросы:

1. Дайте понятие конечной глубины карьера.
2. Что показывает коэффициент вскрыши?
3. В чем заключаются отличия среднего геологического коэффициента вскрыши от среднего промышленного?
4. Как перевести величину коэффициента вскрыши, выраженную в м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> в т/т?

**Итог работы:** отчет

### Практическая работа № 5-6

Изучения схем отвалообразования.

**Цель:** изучить схемы отвалообразования.

Порядок выполнения работы

*Отвалообразование* — комплекс производственных операций по приему и размещению вскрышных пород на специальном участке горного отвода.

Отвалообразование является завершающим этапом в технологической цепи производства вскрышных работ.

Насыпь, образующаяся в результате складирования вскрышных пород, называется *отвалом*.

Технические сооружения и средства механизации отвальных работ составляют *отвальное хозяйство карьера*.

На рудных карьерах объем отвальных работ в несколько раз превышает объем добываемой руды.

Расходы на отвалообразование достигают 12–15% расходов на вскрышные работы.



Отвалы различают:

- по месту расположения;
- количеству действующих отвальных уступов;
- рельефу местности, отведенной под отвал;
- средствам механизации отвальных работ.

В зависимости от места расположения отвалы бывают:

- внутренние, расположенные в отработанном пространстве карьера;
- внешние, размещенные за пределами карьерного поля;
- комбинированные — с частичным размещением пород в отработанном пространстве карьера и за пределами карьерного поля.

*Внутренние отвалы* формируют при разработке горизонтальных и пологих пластообразных залежей, *внешние* — при разработке наклонных и крутых месторождений.

По стационарности отвалы делятся на:

- *постоянные*
- *временные*.

*Способы отвалообразования* зависят, прежде всего, от вида применяемого транспорта и типа рабочего оборудования:

- *при железнодорожном транспорте* применяются *экскаваторные* (с механическими лопатами, драглайнами, абзетцерами), *плужные* и *бульдозерные отвалы*,
- *при автомобильном транспорте* — *бульдозерные* и *экскаваторные отвалы*,
- *при конвейерном транспорте* для механизации укладки породы в отвал используются *консольные отвалообразователи*.

На выбор способа отвалообразования и параметры отвала основное влияние оказывают вид транспорта, устойчивость и крепость пород, складываемых в отвал, рельеф местности и устойчивость основания отвала.

Правильно выбранный способ отвалообразования должен обеспечивать:

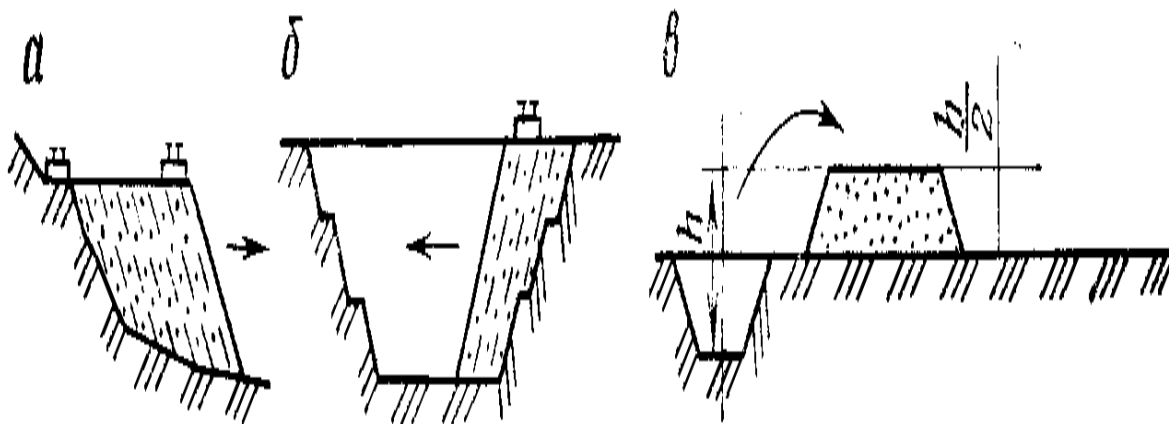
- необходимую приемную способность отвала;
- безопасную работу людей и оборудования на отвалах;
- наименьшую площадь отчуждаемых под отвалы плодородных земель;
- низкие затраты на отвальные работы и высокую производительность труда рабочих;
- достаточно высокую эффективность капитальных затрат.

*Процесс отвалообразования* включает возведение первоначальных отвальных насыпей, разгрузку и складирование вскрышных пород, планировку поверхности отвала и перемещение транспортных коммуникаций на отвале.

Возведение первоначальных насыпей имеет целью образование необходимого фронта отвальных работ при определенной высоте отвального уступа.

Ширина первоначальной насыпи поверху должна составлять 7—10 м с целью обеспечения нормального расположения транспортных коммуникаций.

При доставке породы из карьера автосамосвалами эту работу выполняют непосредственно бульдозерами. На рис. 1 показаны основные схемы образования отвалов.



**Рис. 1. Схема формирования отвалов:**

*а* — на склоне; *б* — в искусственных и естественных выемках; *в* — возведение первоначальной насыпи «из резерва» (I стадия).

При возведении отвала на косогоре сначала на его склоне (на отметке поверхности отвала) сооружается горизонтальная площадка для расположения транспортных коммуникаций.

Заполнение отвала производится в сторону пониженных отметок.

Допустимая высота отвала ограничивается условиями его устойчивости.

При возведении отвала на равнине первоначальная насыпь сооружается из пород выемки, проводимой вблизи насыпи параллельно ее оси, или из вскрышных пород.

В зависимости от типа вскрышных пород и вида карьерного транспорта первичная насыпь может сооружаться драглайнами, мехлопатами, бульдозерами и колесными скреперами.

Планировка поверхности отвала осуществляется для обеспечения передвижки путей и конвейеров, трассирования отвальных автодорог и последующей рекультивации.

Планировка, как правило, производится бульдозерами.

Перемещение транспортных коммуникаций на отвале носит периодический характер и производится после отсыпки отвальной заходки.

Перемещение отвальных коммуникаций аналогично перемещению временных путей на карьере.

Место для расположения отвала должно отвечать следующим требованиям:

- быть как можно ближе к карьере, чтобы расстояние транспортирования пород было наименьшим;
- площади, занимаемые постоянными отвалами, должны быть безрудными и безугольными;
- рельеф местности должен допускать планомерное развитие отвала с наименьшими объемами первоначальных насыпей.

Внешние отвалы занимают большие земельные площадки, которые на крупных карьерах достигают 2–3 тыс. га.

Если эти площади пригодны для сельского или лесного хозяйства, то размещение отвалов пустых пород на них наносит ущерб, который должен быть возмещен горным предприятием.

Выбор места расположения отвалов обосновывается технико-экономическими расчетами.

В качестве критерия при этом принимается минимум капитальных и эксплуатационных затрат за весь период работы карьера.

Оптимальный вариант места расположения отвала должен удовлетворять условию

, (1)

где — суммарные затраты на транспортирование породы в отвалы за оцениваемый период, обычно равный сроку эксплуатации карьера;

— затраты на рекультивацию земли;

— выплата компенсации за ущерб, наносимый народному хозяйству изъятием земель.

Для уменьшения затрат на землю рекомендуется применять поэтапное развитие отвалов, при котором отчуждение земельных площадей под постоянные отвалы производится не сразу в конечных границах, а по очередям.

Переход от одного этапа к другому осуществляется через 10–12 лет.

На карьерах с длительным сроком службы и поочередной отработкой этапов существенный экономический эффект может быть достигнут при определенных условиях благодаря применению временных отвалов, которые в первый период располагаются вблизи карьера, а затем при расширении контуров карьера переносятся на постоянное место.

Экономический эффект в этом случае достигается за счет того, что экономия от снижения затрат на транспортирование породы на короткое расстояние в первый период оказывается намного больше, чем дополнительные затраты на перенос отвала в будущем.

## **Основные параметры отвалов**

К основным параметрам отвалов (рис. 2) относятся:

- высота отвального уступа
- высота отвала ,
- шаг передвижки путей  $B$ ,
- длина отвального тупика ,
- удельная емкость 1 м длины тупика отвальной заходки,
- число отвальных тупиков,
- производительность тупика в единицу времени (в сутки, год).

*Рис. 2. Параметры отвального тупика*

*Высота отвалов* зависит от способа механизации отвальных работ, устойчивости пород и основания отвала, рельефа местности и ценности земель, отводимых под отвалы, а также вида транспорта.

Отвал по высоте состоит из *ярусов*, высота каждого из которых равна высоте отвального уступа и ограничивается прежде всего условиями безопасного ведения работ.

Если породы малоустойчивы и разгрузка транспортных средств производится вплотную к отвальной бровке, как, например, на плужных отвалах, то высоту отвального уступа сокращают до 8–10 м.

В устойчивых крепких породах, а точнее, на экскаваторных отвалах, где груженные вагоны находятся вне пределов возможной осадки породы, высота отвальных уступов выше и достигает 30–40 м (табл. 1).

Таблица 1 - Высота отвального уступа, м

*Плужный*

До 30  
12–20  
8–10

*Экскаваторный:*

мехлопаты с железнодорожным транспортом

30–40  
До 30  
10–15

драглайны с железнодорожным транспортом

—  
30–40  
10–15

многоковшовые отвальные (абзетцеры)

—  
40–60  
20–30

драглайны с автотранспортом

—  
50–60  
30–40

*Бульдозерный:*

с железнодорожным транспортом

40–50  
30–40  
20–30

с автотранспортом

25—30

15—20

10—15

Общая высота отвала должна быть, как правило, оптимальной, при которой все затраты на укладку породы в отвал будут минимальными.

Чем больше высота отвала, тем больше затраты на транспортирование породы на отвал, но тем меньше площадь, занимаемая отвалом, и тем меньше затраты за отчуждение земли под отвалы.

Поэтому оптимальная высота отвала зависит от затрат на подъем породы принятым видом транспорта (руб. на 1 м высоты подъема), от ценности отчуждаемых земель (руб. на 1 га в год), от себестоимости укладки породы в отвал (руб. на 1 м<sup>3</sup>).

В условиях дефицита земельных площадей и повышенных требований к охране окружающей среды оптимальная высота отвала равна максимально допустимой по условиям устойчивости.

### **Контрольные вопросы и задания**

1. Процесс отвалообразования
2. Параметры отвального тупика
3. Основные параметры отвалов

**Итог работы:** отчет

### **Практическая работа № 7-8**

Выбор схемы монтажа взрывной сети

**Цель:** получение навыков в выборе схемы монтажа взрывной сети

План:

1. Ознакомление со способами монтажа взрывной сети с помощью детонирующего шнура (ДШ) и пиротехнических замедлителей.
2. Задания на самостоятельную работу.
3. Вопросы для самоконтроля.

1. Ознакомление со способами монтажа взрывной сети с помощью детонирующего шнура (ДШ).

После окончания работ по заряданию и забойке скважин, вывода людей и оборудования из опасной зоны монтируется взрывная сеть.

Для взрывания с помощью ДШ [2, 5] необходимо:

- разрезать шнур на отрезки для изготовления патронов – боевиков, длина отрезка равна  $1/3$  глубины скважин и  $1 \div 1,5$  м, выступающей из скважины; этот отрезок ДШ называется «концевым»;

- изготовить патроны-боевики на взрываемом блоке из нескольких патронов ВВ путем обвязывания их ДШ, специальных прессованных шашек из тротила или смеси тротила с гексогеном;

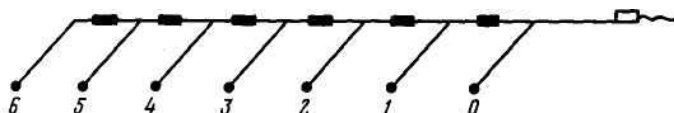
- подать предупредительный сигнал, выполнить зарядание и забойку зарядов;

- выполнить монтаж взрывной сети из ДШ, вдоль ряда скважин, к магистральному ДШ присоединяют в накрутку или петлей нитки ДШ, идущие от скважин.

При многорядном расположении скважин применяются разнообразные взрывные сети, сущность которых заключается в создании взрывом первых зарядов дополнительной открытой поверхности, облегчающей работу последующих взрывов зарядов или создания взрывом первой серии зарядов экрана по контуру участка.

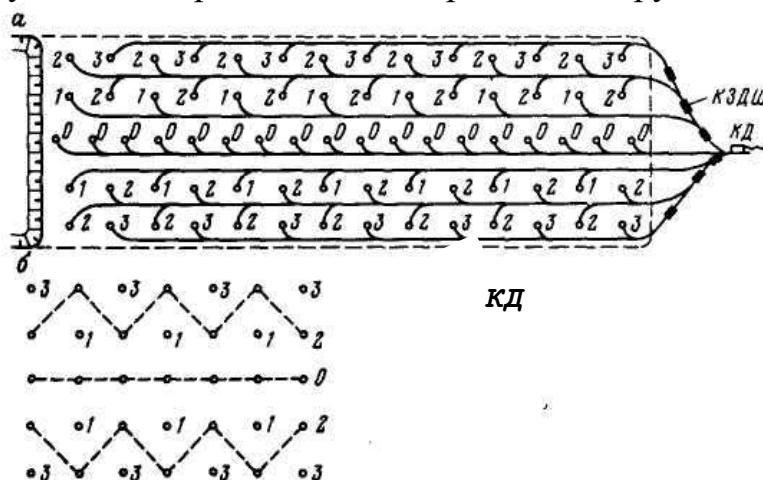
Взрывание рядами представляет наиболее простой вариант однорядного и многорядных схем взрывания (рисунок 1). В средневзрываемых горных породах первый ряд взрывается мгновенно, последующие - с замедлением. В результате взорванная масса сдвигается в направлении откоса уступа.

Рисунок 1 – Схема однорядного взрывания



При трех и более рядах скважин в трудновзрываемых горных породах применяют порядную врубовую схему (рисунок 2). Мгновенно взрывается средний врубовый ряд более глубоких и имеющих большой заряд скважин. С замедлением последовательно с обеих сторон на образовавшийся вруб остальные ряды. Эта схема обеспечивает хорошее дробление и неширокий развал взорванной массы. Однако высота развала бывает увеличенной в месте расположения врубового ряда, что в зимнее время при смерзании пород повышает опасность погрузочных работ.

Рисунок 2 – Порядная схема взрывания с врубовым рядом

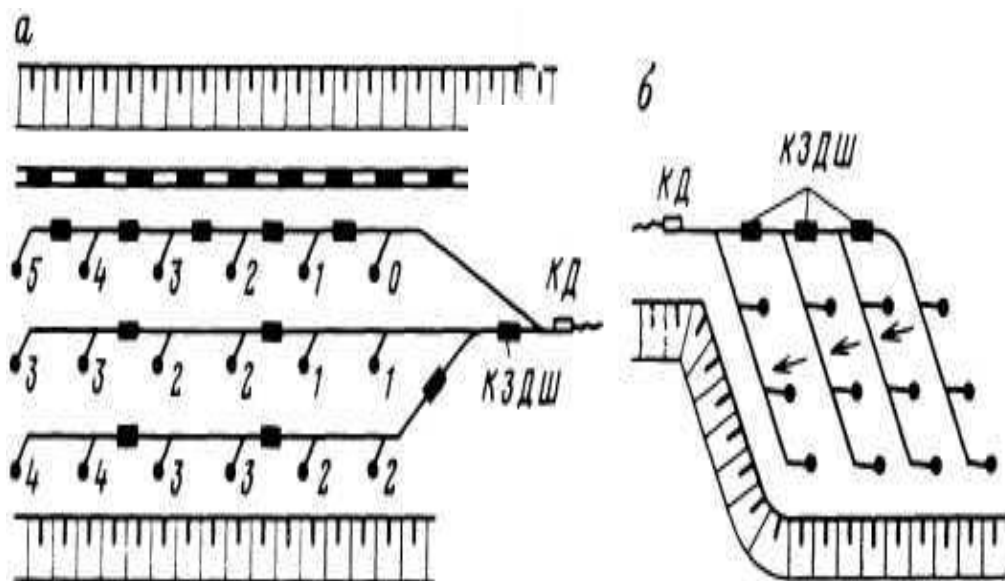


Для предотвращения каких-либо разрушений железно-дорожных путей, которые находятся вблизи подошвы взрываемого блока, применяют схему монтажа взрывной сети с врубовой скважиной. Взрывы одиночных скважин не оказывают существенного разрушительного действия на

железнодорожный путь. После взрыва зарядов первого ряда между трассой и последующими рядами скважин создается слой разрушенной горной массы, предохраняющей железнодорожный путь от разрушительного действия взрывов следующих рядов.

На разрезах применяют схему монтажа взрывной сети, которая обеспечивает минимальную ширину развала взорванной горной массы в результате направления движения породы вдоль фронта уступа (рисунок 3), что показано стрелкой

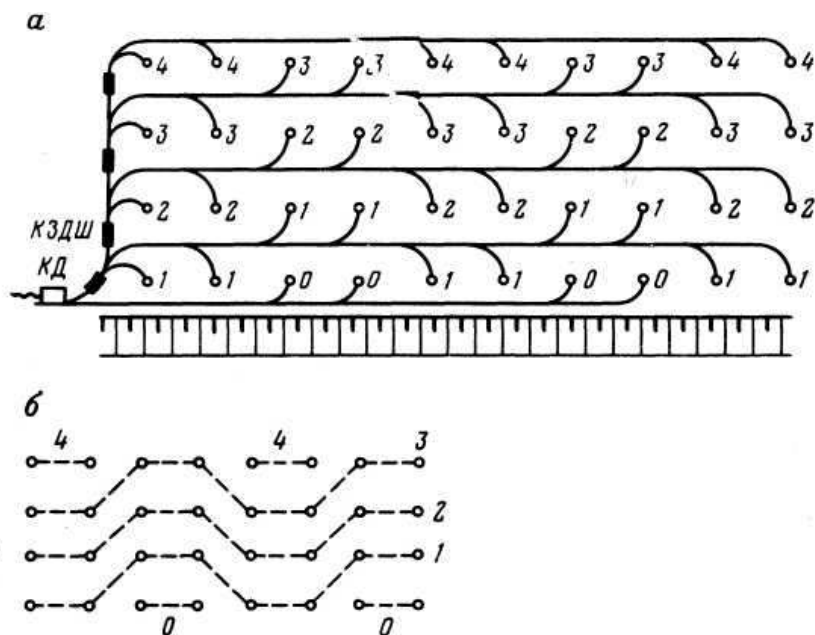
Рисунок 3 – Схема взрывания, обеспечивающая минимальную ширину развала на угольных разрезах



Лучшее дробление достигается при использовании волновой схемы монтажа взрывной сети, обеспечивающих наибольшую одновременность взрывания скважинных зарядов ВВ (рисунок 4). Недостатком схемы монтажа является её сложность. Практически применяют упрощенные схемы монтажа, которые дают несколько худшие по результатам дробления горной массы.

Рисунок 4 – Схема взрывания парами

Для получения минимальной ширины развала применяют диагональные схемы монтажа взрывной сети (рисунок 5). По этой схеме первым взрывается угловой скважинный заряд, дающий широкий навал в



угловой части блока. Основная горная масса перемещается в сторону заряда, взорванного первым. В результате этого уменьшается ширина развала.

По диагональной схеме монтажа взрывной сети скважины располагают по квадратной сетке, а взрывают по шахматной с коэффициентом сближения скважин, равным 2. В результате этого, за счет уменьшения фактических значений линии наименьшего сопротивления ( $W$ ) и увеличения расстояния между скважинами в ряду ( $a$ ), улучшается дробление горной массы и в массиве не возникают зоны с пониженными напряжениями.

В некоторых случаях для уменьшения сейсмического воздействия взрыва и лучшего дробления рекомендуется монтировать диагональную взрывную сеть (рисунок 5), при которой фактически коэффициент сближения ( $m$ ) взрывааемых скважинных зарядов увеличивается до трех и более.



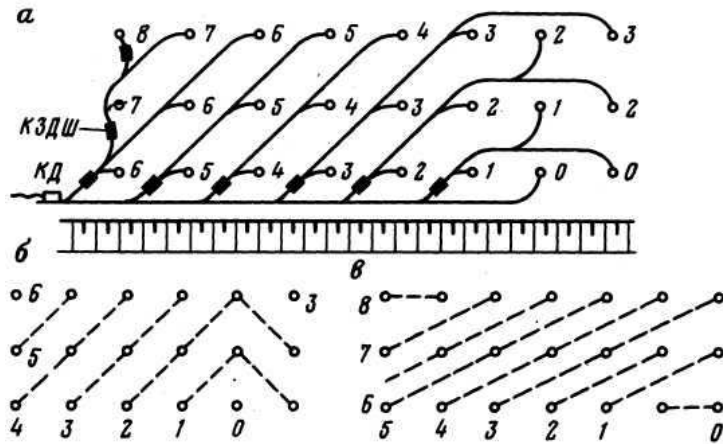


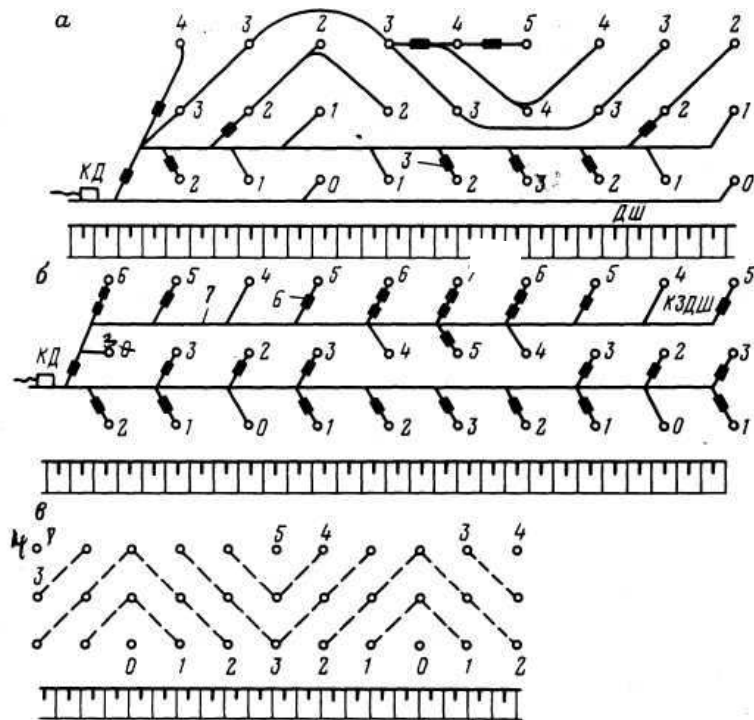
Рисунок 5 – Диагональные схемы взрывания

При проведении траншей лучшее дробление обеспечивают врубовые схемы монтажа взрывной сети: взрывом одной скважины в первом ряду образуется вруб, на который и происходит взрывание остальных скважин (рисунок 6).

Скважины врубового ряда размещают по сближенной сетке:

$$a = (0,6 - 0,7) W, \text{ м}, \quad (1)$$

где  $W$  – линия наименьшего сопротивления, м.



$a$  – нормальная волновая схема;  $b$  – схема с замедлением через интервал;  $v$  – последовательность взрывов зарядов для обеих схем

## 2. Задание на самостоятельную работу

1. Блок планируется взорвать 50 скважинными зарядами ВВ. Запроектировать порядную схему монтажа взрывной сети.

2. Блок планируется взорвать скважинными зарядами ВВ в количестве 40 штук. Запроектировать однорядную схему взрыва скважинных зарядов ВВ.

3. Блок планируется взорвать скважинными зарядами ВВ в количестве 60 штук. Запроектировать монтажную схему порядного взрывания с врубовым рядом.

4. Блок планируется взорвать скважинными зарядами ВВ в количестве 18 штук вблизи железнодорожного полотна. Запроектировать монтажную схему взрывной сети, обеспечивающей минимальную ширину развала и предотвращающей нарушение железнодорожного полотна, находящегося вблизи подошвы взрываемого блока.

5. Блок планируется взорвать скважинными зарядами ВВ в количестве 33 штук. Запроектировать монтажную волновую схему короткозамедленного взрывания.

6. Блок планируется взорвать скважинными зарядами ВВ в количестве 27 штук. Запроектировать диагональную схему монтажа взрывной сети.

## 3. Вопросы для самоконтроля

1. Как монтируется порядная схема взрывной сети?
2. Как монтируется однорядная короткозамедленная взрывная сеть?
3. Как монтируется порядная взрывная сеть с врубовым рядом?
4. Как монтируется взрывная сеть вблизи железнодорожного полотна, обеспечивающую минимальную ширину развала и предотвращающую нарушение его?
5. Как монтируется волновая схема короткозамедленного взрывания?

Как монтируется диагональная схема взрывания скважин на взрываемом участке?

**Итог работы:** отчет

#### 4. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

##### Основные:

- О-1. Бахаева, С.П. Маркшейдерские работы при открытой разработке полезных ископаемых: учебное пособие/С.П. Бахаева.- Кемерово: Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, 2020.-210 с. – ЭБС ЛАНЬ.
- О-2. Кирюшина , Е.В. Технология и безопасность взрывных работ:учебное пособие/ Е.В. Кирюшина, В.Н. Вокин, М.Ю. Кадеров.- Красноярск: Сиб.федер. ун-т, 2018. -236 с. – ЭБС ЛАНЬ.
- О-3. Кутузов, Б. Н. Методы ведения взрывных работ: учебник: в 2 частях / Б. Н. Кутузов. — 3-е изд., стер. — Москва: Горная книга, 2018 — Часть: Разрушение горных пород взрывом — 2018. — 476 с.
- О-4. Кутузов, Б.Н. Методы ведения взрывных работ. Ч.1. Разрушение горных пород взрывом:учебник/Б.Н. Кутузов.- М.: изд-во Горная книга, 2018.- 476 с.
- О-5. Мартьянов, В.Л. Основы открытой добычи, Производственные процессы открытых горных работ: учебное пособие/ В.Л. Мартьянов, Е.В. Курехин.- Кемерово: КузГТУ, 2019.- 144с. – ЭБС ЛАНЬ.
- О-6. Медведев, А.Е. Автоматика машин и установок горного производства: учебное пособие в 2-х частях. Часть 2./ А.Е. Медведев, И.А. Лобур, Н.М. Шаулева.-КузГТУ, 2019.- 298 с– ЭБС ЛАНЬ.
- О-7. Менумеров, Р. М. Электробезопасность: учебное пособие / Р. М. Менумеров. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 196 с. – ЭБС ЛАНЬ.
- О-8. Протасов, С.И. Практикум по технологии открытой разработки месторождений полезных ископаемых: учебное пособие/ С.И. Протасов, П.А. Самусев.- Кемерово: КузГТУ, 2018.- 108с. – ЭБС ЛАНЬ.
- О-9. Трубецкой, К. Н. Основы горного дела: учебник / К. Н. Трубецкой, Ю. П. Галченко. — Москва: Академический Проект, 2020. — 231 с. – ЭБС ЛАНЬ.
- О-10. Чооду, О.А. Технология и комплексная механизация открытых горных работ: учебное пособие / О.А. Чооду, Э.Д-В, Ондар.- Кызыл: изд-во ТувГУ, 2019.- 96 с. – ЭБС ЛАНЬ.

##### Дополнительные:

- Д-1. Бульдозеры на карьерах. Конструкции, эксплуатация, расчет: учебное пособие / В. С. Квагинидзе, Г. И. Козовой, Ф. А. Чакветадзе [и др.]. — 2-е изд., стер. — Москва: Горная книга, 2017. — 396 с. – ЭБС ЛАНЬ.
- Д-2. Буровые станки на карьерах. Конструкции, эксплуатация, расчет : учебное пособие / В. С. Квагинидзе, Г. И. Козовой, Ф. А. Чакветадзе [и др.]. — 2-е изд., стер. — Москва : Горная книга, 2017. — 291 с. – ЭБС ЛАНЬ.
- Д-3. Галкин, В.И. Транспортные машины: учебник/ В.И. Галкин, Е.Е. Шешко.- М.: изд-во Горная книга, изд-во МГГУ, 2010.- 588 с.
- Д-4. Городниченко, В.И. Основы горного дела: учебник/ В.И. Городниченко, А.П. Дмитриев,- М.: изд-во ГОРНАЯ КНИГА, изд-во МГГУ, 2008.- 464 с.

- Д-5. Герасимов, А.И. Электроснабжение горных предприятий. Проектные предложения для курсового и дипломного проектирования: учебное пособие / А.И. Герасимов, С.В. Кузьмин, О.А. Ковалева. – Красноярск: Сиб.федер. ун-т, 2017.- 264 с. – ЭБС ЛАНЬ.
- Д-6. Демченко, И.И. Механическое оборудование карьеров. Гидравлические экскаваторы: учебное пособие/ И.И. Демченко, И.С. Плотников, К.А.Бовин.- Красноярск: Сиб федер.ун-т, 2017.- 112 с. – ЭБС ЛАНЬ.
- Д-7. Демин, А.М. Сборник задач по открытой разработке месторождений полезных ископаемых: учебное пособие/ А.М. Демин, В.И. Зуев, Е.М. Пахомов.- М.: Недра, 1985.- 192 с.
- Д-8. Друкованный, М.Ф. Буровзрывные работы на карьерах: учебник/ М.Ф. Друкованный, Б.Н. Кукиб, В.С. Куц.- М.: Недра, 1990.- 367 с.
- Д-9. Дубнов, Л.В. Промышленные взрывчатые вещества: учебное пособие/ Л.В. Дубнов, Н.С. Бахаревич, А.И. Романова.- М.: Недра, 1988.- 358 с.
- Д-10. Иванов, К.И. Техника бурения при разработке месторождений полезных ископаемых : учебное пособие/ К.И. Иванов, В.А. Латышев, В.Д. Андреев.– М.: Недра, 1987.- 272 с.
- Д-11. Ильский, А.Л. Буровые машины и механизмы: учебник/ А.Л. Ильский, А.П. Шмидт.- М.: Недра, 1989.- 396 с.
- Д-12. Казаковский, Д.А.Маркшейдерское дело. Часть 2 Специальный курс: учебное пособие/ Д.А. Казаковский.- М.: Недра, 1970.- 560 с.
- Д-13. Кантович, Л.И. Горные машины: учебник/ Л.И. Кантович, В.Н. Гетопанов.- М.: Недра, 1989.- 304 с.
- Д-14. Кутузов, Б.Н. История горного и взрывного дела: учебник/ Б.Н. Кутузов.- М.: изд-во МГГУ, изд-во Горная книга, 2008.- 414 с.
- Д-15. Кутузов, Б.Н. Взрывные работы: учебник/ Б.Н. Кутузов.- М.: Недра, 1988.- 383 с.
- Д-16. Репин,Н.Я. Выемочно-погрузочные работы: учебное пособие/ Н.Я. Репин, Л.Н. Репин.-М.: изд-во Горная книга, 2010.- 267 с.
- Д-17. Репин,Н.Я. Подготовка горных пород к выемке. Ч.1: учебное пособие/ Н.Я. Репин, Л.Н. Репин.-М.: изд-во МГГУ Горная книга, 2009.- 188 с.
- Д-18 Репин, Н.Я. Буровзрывные работы на угольных разрезах: Н.Я. Репин, В.П. Богатырев, В.Д. Буткин и др. –М.: Недра, 1987.- 254 с.
- Д-19. Подэрни, Р.Ю. Горные машины и комплексы для открытых горных работ: В 2-х томах Т.2: учебник/ Р.Ю. Подэрни.-М.: Изд-во МГГУ, 1998.- 332 с.
- Д-20. Хохряков, В.С. Открытая разработка месторождений полезных ископаемых: учебник/ В.С. Хохряков.- М.: Недра, 1991.- 336 с.
- Д-21. Шешко, Е.Е. Горно-транспортные машины и оборудование для открытых горных работ:учебник/ Е.Е. Шешко.- изд-во МГГУ, 2003.- 260 с.
- Д-22. Щадов, И.М. Совершенствование технологии взрывных работ на разрезах Черемховского месторождения: учебное пособие/ И.М. Щадов.: Иркутск, 1992.- 215 с

**Электронные издания (электронные ресурсы)**

1. Бахаева, С.П. Маркшейдерские работы при открытой разработке полезных ископаемых: учебное пособие/С.П. Бахаева.- Кемерово: Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, 2020.-210 с. – ЭБС ЛАНЬ.
2. Кирюшина , Е.В. Технология и безопасность взрывных работ:учебное пособие/ Е.В. Кирюшина, В.Н. Вокин, М.Ю. Кадеров.- Красноярск: Сиб.федер. ун-т, 2018. -236 с. – ЭБС ЛАНЬ.
3. Кутузов, Б. Н. Методы ведения взрывных работ: учебник: в 2 частях / Б. Н. Кутузов. — 3-е изд., стер. — Москва: Горная книга, 2018 — Часть: Разрушение горных пород взрывом — 2018. — 476 с.
4. Кутузов, Б.Н. Методы ведения взрывных работ. Ч.1. Разрушение горных пород взрывом:учебник/Б.Н. Кутузов.- М.: изд-во Горная книга, 2018.- 476 с.
5. Мартьянов, В.Л. Основы открытой добычи, Производственные процессы открытых горных работ: учебное пособие/ В.Л. Мартьянов, Е.В. Курехин.- Кемерово: КузГТУ, 2019.- 144с. – ЭБС ЛАНЬ.
6. Медведев, А.Е. Автоматика машин и установок горного производства: учебное пособие в 2-х частях. Часть 2./ А.Е. Медведев, И.А. Лобур, Н.М. Шаулева.-КузГТУ, 2019.- 298 с– ЭБС ЛАНЬ.
7. Менумеров, Р. М. Электробезопасность: учебное пособие / Р. М. Менумеров. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 196 с. – ЭБС ЛАНЬ.
8. Протасов, С.И. Практикум по технологии открытой разработки месторождений полезных ископаемых: учебное пособие/ С.И. Протасов, П.А. Самусев.- Кемерово: КузГТУ, 2018.- 108с. – ЭБС ЛАНЬ.
9. Трубецкой, К. Н. Основы горного дела: учебник / К. Н. Трубецкой, Ю. П. Галченко. — Москва: Академический Проект, 2020. — 231 с. – ЭБС ЛАНЬ.
10. Чооду, О.А. Технология и комплексная механизация открытых горных работ: учебное пособие / О.А. Чооду, Э.Д-В, Ондар.- Кызыл: изд-во ТувГУ, 2019.- 96 с. – ЭБС ЛАНЬ.

## 5. ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ, ВНЕСЕННЫХ В МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

<b>№ изменения, дата внесения, № страницы с изменением</b>	
<b>Было</b>	<b>Стало</b>
<b>Основание:</b>	
<b>Подпись лица, внесшего изменения</b>	