



Негосударственное частное образовательное учреждение высшего
образования
«Технический университет УГМК»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО
ДИСЦИПЛИНЕ**

ОТКРЫТАЯ ГЕОТЕХНОЛОГИЯ

| | |
|-------------------------------------|---|
| Специальность | <u>21.05.04 Горное дело</u> |
| Направленность (профиль) | <u>Подземная разработка рудных месторождений</u> |
| Уровень высшего образования | <u>Специалитет</u> <i>(бакалавриат, специалитет, магистратура)</i> |

Автор - разработчик: Бурмистров К.В., канд. техн. наук, доцент
Рассмотрено на заседании кафедры разработки месторождений полезных ископаемых
Одобрено Методическим советом университета 30 июня 2021 г., протокол № 4

г. Верхняя Пышма
2021

ОСНОВЫ ГОРНОГО ДЕЛА. ОТКРЫТАЯ ГЕОТЕХНОЛОГИЯ.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|--|
| ВВЕДЕНИЕ | |
| Практическая работа №1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ КАРЬЕРА | |
| Практическая работа №2 РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ВСКРЫШИ | |
| Практическая работа №3 ПОДГОТОВКА ГОРНЫХ ПОРОД К ВЫЕМКЕ МЕХАНИЧЕСКИМ СПОСОБОМ. | |
| Практическая работа №4 ВЫБОР СПОСОБА БУРЕНИЯ И БУРОВОГО СТАНКА. РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ БУРОВОГО СТАНКА. | |
| Практическая работа №5 РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ... | |
| Практическая работа №6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЗАБОЕВ И ЗАХОДОК ПРИ ПРИМЕНЕНИИ КАРЬЕРНЫХ ЭКСКАВАТОРОВ. РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ОДНОКОВШОВЫХ ЭКСКАВАТОРОВ. | |
| Практическая работа №7 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЗАБОЕВ ПРИ ВЫЕМКЕ ГОРНЫХ ПОРОД ДРАГЛАЙНАМИ..... | |
| Практическая работа №8 ВЫЕМКА ГОРНЫХ ПОРОД КОЛЕСНЫМИ ПОГРУЗЧИКАМИ. РАСЧЕТ ИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ..... | |
| Практическая работа №9 ВЫЕМКА ПОРОД БУЛЬДОЗРАМИ. РАСЧЕТ ИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ..... | |
| Практическая работа №10 ВЫЕМКА ПОРОД КОЛЕСНЫМИ СКРЕПЕРАМИ. РАСЧЕТ ИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ..... | |
| Практическая работа №11 ВЫЕМКА ПОРОД РОТОРНЫМИ ЭКСКАВАТОРАМИ. РАСЧЕТ ИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ..... | |
| Практическая работа №12 ВЫЕМКА ПОРОД РОТОРНЫМИ МНОГОКОВНОВЫМИ ЦЕПНЫМИ ЭКСКАВАТОРАМИ. РАСЧЕТ ИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ | |
| Практическая работа №13 ВЫЕМКА ПОРОД ФРЕЗЕРНЫМИ КОМБАЙНАМИ. РАСЧЕТ ИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ | |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК | |
| ПРИЛОЖЕНИЯ | |

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1 ЭЛЕМЕНТЫ И ПАРАМЕТРЫ КАРЬЕРОВ. УСТУП И ЕГО ЭЛЕМЕНТЫ.

Приведем поперечный разрез карьера, на котором обозначены основные его элементы (рис. 1)

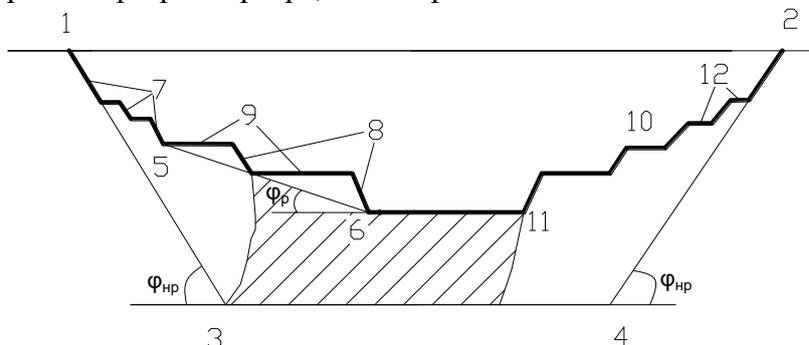


Рисунок 1 - Поперечный разрез карьера

На рис. 1.1 приведены следующие элементы карьера:

1-2 - верхний контур карьера, соответствует ширине карьера по верху;

3-4 – нижний контур карьера, соответствует ширине карьера по дну;

5-6 – рабочий борт карьера;

1-5 – нерабочий борт карьера;

7 – нерабочий уступ карьера;

8 – рабочий уступ карьера;

9 – верхняя и нижняя площадки уступа (рабочие площадки);

10 – транспортная берма;

12 – предохранительная берма или берма очистки;

φ_p – угол рабочего борта карьера;

$\varphi_{нр}$ – угол нерабочего борта карьера.

Верхним контуром карьера называется линия пересечения бортов с поверхностью.

Нижним контуром карьера называется линия пересечения бортов с плоскостью дна карьера.

Бортами карьера называются боковые поверхности, ограничивающие карьер и его выработанное пространство.

Если на борту карьера производятся горные работы, то он называется *рабочим бортом*.

Откосом борта карьера называется поверхность, проходящая через верхний и нижний его контур.

Углом откоса борта карьера называется угол, образованный линией откоса борта карьера и проекцией этой линии на горизонтальной плоскости. Угол откоса рабочего борта обычно составляет $7^\circ \div 15^\circ$, не рабочего $35^\circ \div 45^\circ$.

В результате горных работ рабочий борт карьера перемещается, приближается к конечным контурам карьера. Борт карьера или его отдельные участки, контуры которых совпадают с конечными контурами карьера, называются *нерабочими*. На нерабочем борту карьера горных работ не производятся, но могут располагаться транспортные съезды.

Уступы, составляющие нерабочий борт карьера называются *нерабочими*. Они разделяются площадками: транспортными, предохранительными, а также площадками очистки.

Транспортные бермы служат для расположения транспортных путей, по которым осуществляется грузотранспортная связь, между рабочими площадками в карьере и поверхностью. Ширина их составляет от 10 до 30 м в зависимости от вида и типа транспорта.

Предохранительные бермы предназначены для повышения устойчивости борта и для задержки кусков породы обрушающихся при выветривании уступов. Их ширина составляет $3 \div 10$ м и как правило принимается равной $1/3h_y$.

Бермы очистки – это расширенные до 10÷15 м предохранительные бермы, которые останавливают через 3÷4 уступа. Очистка оставшейся породы осуществляется бульдозерами, небольшими экскаваторами или погрузчиками.

По мере отработки уступов рабочий борт становится нерабочим, а рабочие площадки становятся предохранительными или площадками очистки.

Глубина карьера – это вертикальное расстояние между отметкой земной поверхности и длиной карьера. Они изменяются от нескольких десятков метров до 300÷500 м.

Форма карьера в плане бывает обычно близкой к овальной. Длина карьера изменяется от 500 м до 5 км.

Уступ и его элементы. Правила вычерчивания уступов при оформлении горных чертежей

Уступом называется часть массива горных пород в карьере, имеющая рабочую поверхность в форме ступени и разрабатываемая самостоятельными средствами выемки, погрузки и транспорта.

Различают рабочие и нерабочие уступы. На *рабочих уступах* производится выемка пустых пород или добыча полезного ископаемого. Уступ имеет нижнюю и верхнюю площадки, откос и бровки.

Приведем схему, на которой покажем уступ в разрезе и в плане (рис. 2)

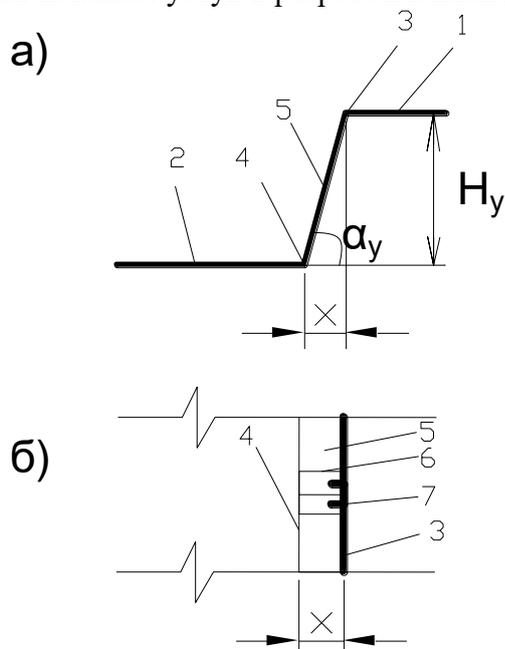


Рисунок 2 – Уступ и его элементы

а – поперечный разрез уступа; б – вычерчивание уступа в плане

H_y – высота уступа; α_y - угол откоса уступа; x – горизонтальное проложение откоса уступа; 1 и 2- верхняя и нижняя площадки уступа соответственно; 3 и 4 – верхняя и нижняя бровки уступа соответственно; 5 – откос уступа; 6 – линии наибольшего ската; 7 – берг-штрихи.

Откосом уступа – называется наклонная поверхность, ограничивающая уступ со сторон выработанного пространства.

Углом откоса уступа – называется угол наклона откоса уступа к горизонтальной плоскости.

Линии пересечения откоса уступа с его верхней и нижней площадками называется соответственно *верхней* и *нижней бровками*.

Высота уступа обычно ограничивается по условиям безопасности работы выемочно-погрузочного оборудования и составляет 10÷15 м, реже 20÷40 м.

Угол откоса рабочих уступов обычно составляет 65°÷80°, нерабочих 45°÷60°, т.к. должна обеспечиваться долговременная устойчивость уступа.

Горизонтальные поверхности рабочего уступа, являющиеся объектом разработки, т.е. на которых расположены буровые станки или экскаваторы, называются *рабочими площадками*. Ширина рабочей площадкой изменяется от 40 м до 110 м. Если площадка остается свободной, то ее называют *нерабочей*.

Вычерчивание горных чертежей, в частности вычерчивание уступов карьера в плане, имеет некоторые особенности. Рассмотрим их на примере рис. 1.2 б.

На поверхности откоса уступа перпендикулярно к горизонтам проводят линии наибольшего ската и берг-штрихи. Выполняются линии наибольшего ската сплошной тонкой линией. Минимальное расстояние между соседними линиями ската принимаются равным 2÷3 мм, максимальное до 0,5 горизонтального проложения откоса уступа.

Массив вскрышных горных пород на плане откоса уступа условно обозначается берг-штрихами – отрезками основной толщины, длиной равной 1/3÷1/4 от горизонтального проложения откоса, проставляемыми у контуров верхней бровки между линиями наибольшего ската. Массив полезного ископаемого на откосе уступа обозначается сдвоенным берг-штрихами.

Для закрепления материала студентам необходимо выполнить расчетно-графическую работу. Задание для расчетно-графической работы: вычертить в разрезе и в плане участок рабочей зоны карьера, состоящий из двух уступов. Чертеж выполнить в масштабе 1:100, 1:200, 1:500 или 1:1000. По результатам построения определить угол рабочего борта участка карьера.

Практическая работа №2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ КАРЬЕРА

Цель работы состоит в том, чтобы закрепить знания по основным элементам карьера и научиться определять основные параметры карьера в для заданных условий геологического строения месторождения.

Параметры карьера определяются из его геометрических размеров в поперечном и продольном разрезах (рис.1.1).

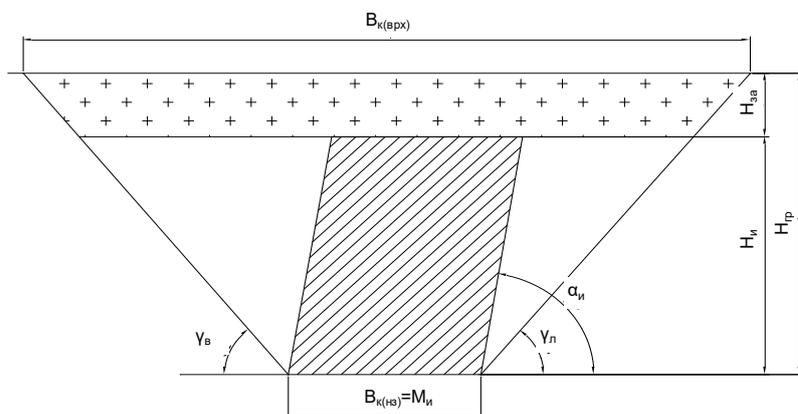


Рис. 1.1 Поперечный разрез карьера

Граничная глубина открытой разработки, соответствующая максимальной глубине карьера (H_k) по проекту [1, с.10].

$$H_{гр} = \frac{(1 + K_{гр}) M_{и} - B_{к(нз)}}{ctg \gamma_{в} + ctg \gamma_{л}}, \quad (1.1)$$

где $K_{гр}$ - граничный коэффициент вскрыши, m^3/m^3 ;

$M_{и}$ - горизонтальная мощность залежи ископаемого, м;

$B_{к(нз)}$ - ширина карьера по низу, м;

$\gamma_{\text{в}}, \gamma_{\text{л}}$ - углы откоса устойчивых бортов карьера, град. [2, с.10].

$$K_{\text{гр}} = \frac{C_{\text{п}} - C_{\text{о}}}{C_{\text{в}}}, \quad (1.2)$$

где $C_{\text{п}}$ - стоимость добычи 1 м³ полезного ископаемого подземным способом, руб./м³;

$C_{\text{о}}$ - стоимость добычи 1 м³ полезного ископаемого открытым способом, руб./м³;

$C_{\text{в}}$ - стоимость удаления 1 м³ вскрышных пород, руб./м³.

Ширина карьера по верху, м

$$B_{\text{к(вrx)}} = B_{\text{к(нз)}} + 2H_{\text{гр}} \text{ctg}\gamma_{\text{срд}}. \quad (1.3)$$

Длина карьера по верху, м

$$L_{\text{к(вrx)}} = L_{\text{к(нз)}} + 2H_{\text{гр}} \text{ctg}\gamma_{\text{срд}}, \quad (1.4)$$

где $\gamma_{\text{срд}} = \frac{\gamma_{\text{л}} + \gamma_{\text{в}}}{2}$ - среднее значение угла наклона устойчивых нерабочих бортов карьера, град.

Объём горной массы в контурах карьера, м³ [2, с.11]

$$V_{\text{к}} = S_{\text{к(нз)}} H_{\text{зр}} + 0,5P_{\text{к(нз)}} H_{\text{зр}}^2 \text{ctg}\gamma_{\text{срд}} + \frac{\pi}{3} H_{\text{зр}}^3 \text{ctg}\gamma_{\text{срд}}. \quad (1.5)$$

Площадь дна карьера, м²

$$S_{\text{к(нз)}} = \pi \left(\frac{L_{\text{к(нз)}}}{2} \frac{B_{\text{к(нз)}}}{2} \right). \quad (1.6)$$

Периметр дна карьера, м

$$P_{\text{к(нз)}} = 2(L_{\text{к(нз)}} + B_{\text{к(нз)}}). \quad (1.7)$$

Объём полезного ископаемого, м³

$$V_{\text{и}} = S_{\text{и}} H_{\text{и}}, \quad (1.8)$$

где $S_{\text{и}} = S_{\text{к(нз)}}$ - площадь залежи в её горизонтальном сечении, м²;

$H_{\text{и}} = H_{\text{зр}} - H_{\text{зал}}$ - высота залежи, м.

Объём вмещающих залежи пустых пород в тех же границах, м³

$$V_{\text{в}} = V_{\text{к}} - V_{\text{и}}. \quad (1.9)$$

Средний коэффициент вскрыши, м³/м³ [2, с.8]

$$K_{\text{срд}} = \frac{V_{\text{в}}}{V_{\text{и}}}. \quad (1.10)$$

Годовая производственная мощность карьера, м³/год:

- по ископаемому (из задания)

$$Q'_{\text{к(и)}} = \frac{Q_{\text{к}}}{\gamma_{\text{и}}}, \quad (1.11)$$

где $Q_{\text{к}}$ - годовая производственная мощность карьера по ископаемому, т/год;

$\gamma_{\text{и}}$ - плотность массива ископаемого, т/м³.

- по вскрышным породам

$$Q_{\text{к(в)}} = K_{\text{срд}} Q'_{\text{к(и)}}, \quad (1.12)$$

- по горной массе

$$Q_{\text{к(гм)}} = Q'_{\text{к(и)}} + Q_{\text{к(в)}}. \quad (1.13)$$

Средневзвешенная плотность массива горной массы, т/м³

$$\gamma_{\text{срдвз}} = \frac{\gamma_{\text{и}} + K_{\text{срд}} \gamma_{\text{п}}}{1 + K_{\text{срд}}}. \quad (1.14)$$

Масса груза, вывозимого из карьера за год (грузооборот карьера), т/год

$$Q_{к(гд)} = Q_{к(гм)} \gamma_{срдвз}. \quad (1.15)$$

Скорость ежегодного понижения горных работ по ископаемому, м/год

$$V_{иск(гд)} = \frac{Q'_{к(и)}}{S_i}. \quad (1.16)$$

Срок эксплуатации карьера без учёта периода его строительства, лет

$$T_{э(к)} = \frac{V_i}{Q'_{к(и)}}. \quad (1.17)$$

Полный срок существования карьера, лет

$$T_k = T_{э(к)} + T_c + T_э, \quad (1.18)$$

где $T_c, T_э$ - периоды строительства и доработки карьера. В работе принимаются 4÷5 лет.

Практическая работа №3

РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ВСКРЫШИ

Цель работы состоит в том, чтобы научиться определять численные значения основных коэффициентов вскрыши при различных условиях залегания полезных ископаемых и оценить динамику изменения контурного и текущего коэффициентов вскрыши с увеличением глубины открытых горных работ. Практическая работа разработана на основе [2].

Общие положения и исходные данные

Коэффициент вскрыши k_v — это количество вскрышных пород, приходящееся на единицу полезного ископаемого.

Коэффициент вскрыши может быть весовым, если количество породы и полезного ископаемого измеряется в тоннах (т/т), объемным, если и то и другое измеряется в кубических метрах (m^3/m^3), и смешанным, если объем породы измеряется в m^3 , а количество полезного ископаемого в тоннах (m^3/t). Последний вид k_v , используется наиболее часто.

В практике открытых горных работ и при проектировании карьеров используют несколько видов коэффициентов вскрыши: средний (средний геологический, средний промышленный, средний эксплуатационный), текущий, контурный, граничный и др.

Определение коэффициентов вскрыши

Расчеты и графические построения выполняются на основе исходных данных. Конечная глубина карьера принимается на основе расчетов полученных в ходе выполнения практической работы №1.

1. Средний геологический коэффициент вскрыши $k_{ср}^Г$

— отношение объема вскрышных пород в конечных контурах карьера к *геологическим запасам* полезного ископаемого в этих же контурах (рис. 2.1).

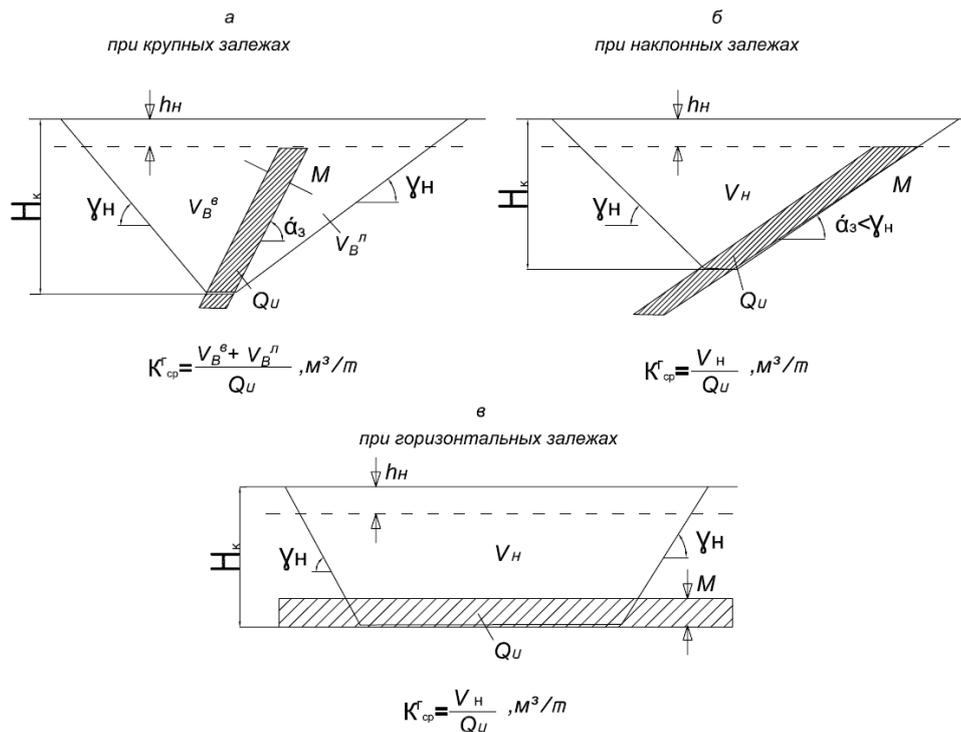


Рис. 2.1 Схемы к определению среднего геологического коэффициента вскрыши

Здесь V_n — объем вскрышных пород, м^3 ; $Q_{\text{пи}}$ — запасы полезного ископаемого в конечных контурах карьера, т; H_k — конечная глубина карьера, м; M — нормальная мощность залежи, м; h_n — мощность наносов, м; α_3 — угол падения залежи, град; γ_n — угол откоса нерабочего борта карьера, град.

$$k_{cp}^{\Gamma} = \frac{V_B}{Q_{\text{пи}}}, \quad (2.1)$$

В соответствии с исходными данными строится профиль карьера (масштаб от 1:1000 или 1:2000) и определяется величина k_{cp}^{Γ} . Для этого необходимо на профиле необходимо подсчитать площади вскрыши и полезного ископаемого. Эти площади равновелики объему вскрышных пород и полезного ископаемого на 1 м протяженности карьера по простиранию. Запасы полезного ископаемого на 1 м длины карьера составят

$$Q_u = M_{\Gamma} \cdot (H_k - h_n) \cdot \gamma, \text{ т} \quad (2.2)$$

где γ — объемная масса (плотность) полезного ископаемого, $\text{т}/\text{м}^3$;
 M_{Γ} — горизонтальная мощность залежи, м.

2. Средний промышленный коэффициент вскрыши

$k_{cp}^{\text{пр}}$ — отношение объема вскрышных пород в конечных контурах карьера к *промышленным запасам* полезного ископаемого в этих же контурах

$$k_{cp}^{\text{пр}} = V_e / Q_u^{\text{пр}}, (\text{м}^3 / \text{т}), \quad (2.3)$$

где $Q_u^{\text{пр}}$ — промышленные запасы полезного ископаемого, т.

$$Q_u^{\text{пр}} = Q_u \cdot \eta, (\text{т}), \quad (2.4)$$

где η — коэффициент извлечения полезного ископаемого при разработке месторождений, который учитывает его потери в процессе производства горных работ и величина которого всегда меньше единицы ($\eta < 1$). При выполнении практической работы можно принимать $\eta = 0,9$.

Определяется значение $k_{cp}^{\text{пр}}$. Производится его сравнение с k_{cp}^{Γ} .

3. Средний эксплуатационный коэффициент вскрыши

k_{cp}^3 — отношение общего объема вскрышных пород в конечных контурах карьера к промышленным запасам полезного ископаемого за вычетом объемов вскрыши и полезного ископаемого, *извлекаемых в период строительства карьера* (рис. 2.2).

Здесь V_B^c, Q_H^c — соответственно объемы вскрыши (m^3) и запасы полезного ископаемого (t), извлекаемые в период строительства карьера; γ_p — угол откоса рабочего борта карьера, град;

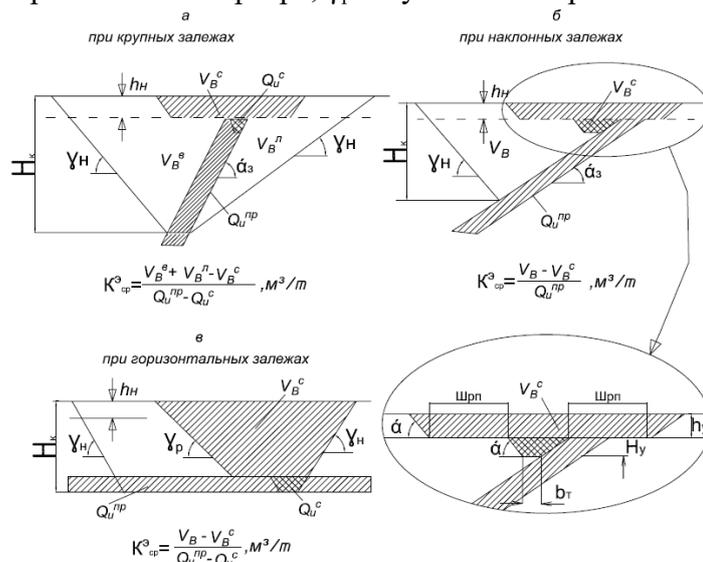


Рис. 2.2 Схемы к определению средне эксплуатационного коэффициента вскрыши b_T — ширина разрезной траншеи понизу, м; $Ш_{рп}$ — ширина рабочей площадки, м; H_y — высота уступа, м; α — угол откоса уступа, град.

4. **Контурный коэффициент вскрыши k_k** — отношение объема вскрышных пород, прирезаемых к карьере при расширении его границ ΔV_B , к одновременно прирезаемым запасам полезного ископаемого ΔQ_H (рис. 2.3).

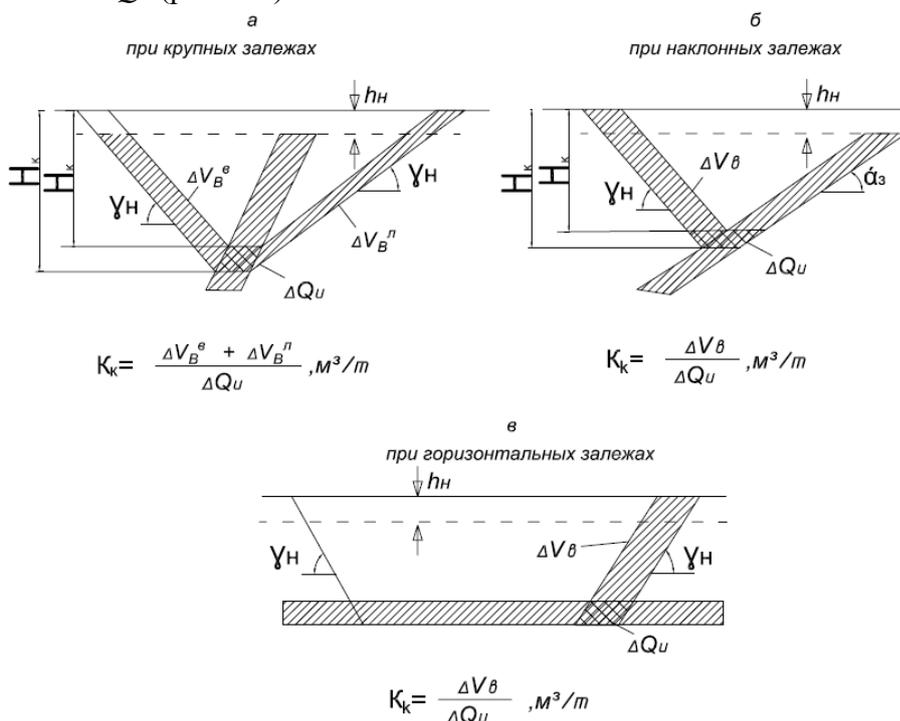


Рис. 2.3 Схемы к определению контурного коэффициента вскрыши

5. **Граничный коэффициент вскрыши $k_{Гр}$** — это максимально допустимое значение контурного коэффициента вскрыши k_k по условиям экономичности открытой добычи.

В простейшем случае $k_{Гр}$ определяется из условия равенства затрат на добычу 1 т полезного ископаемого открытым и подземным способом:

$$C_{п} = C_{д} + k_k \cdot C_{в}, \text{руб./} m, \quad (2.5)$$

Отсюда:

$$k_{zp} = \frac{C_{II} - C_{Д}}{C_{B}}, \text{ м}^3 / \text{т}, \quad (2.6)$$

где C_{II} — предельно допустимая стоимость полезного ископаемого (обычно это — затраты на 1 т добычи при подземной разработке), руб./т; $C_{Д}$ — затраты на добычу 1 т полезного ископаемого при открытом способе (без учета затрат на вскрышные работы), руб./т; C_{B} — затраты на 1 м³ вскрыши, руб./м³.

6. **Текущий коэффициент вскрыши** $k_{тек}$ — отношение объема вскрышных пород, перемещаемых из карьера в отвалы V_{B}^T за определенный промежуток времени (месяц, квартал, год), к количеству добытого за это время полезного ископаемого $Q_{и}^T$ (рис. 2.4).

Объем вскрышных пород при этом определяется при положении бортов карьера под рабочими углами γ_p .

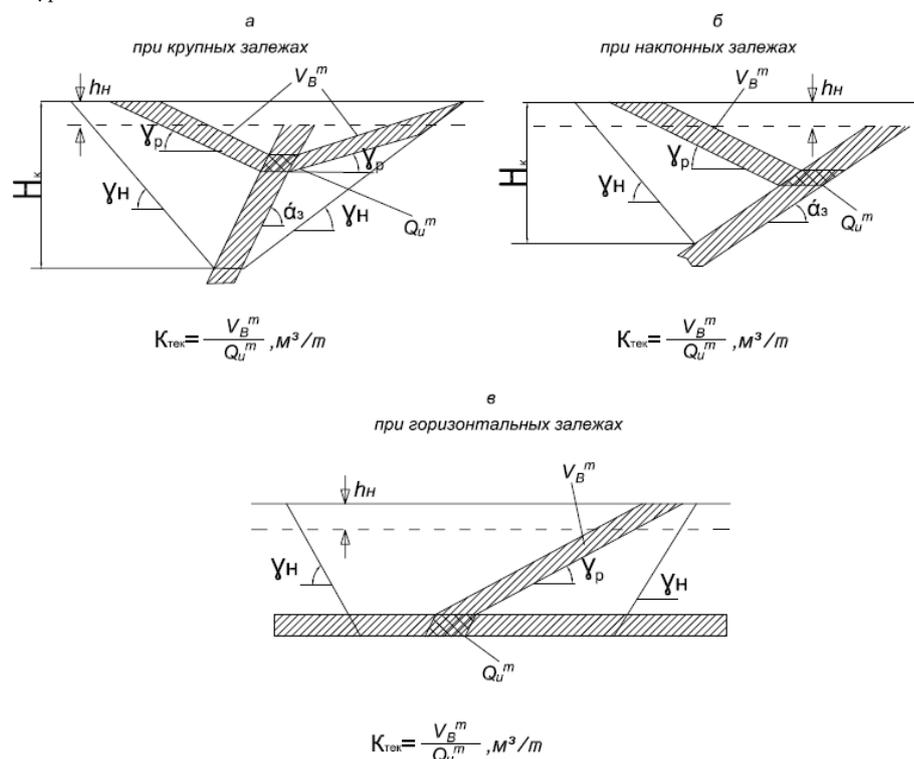


Рис. 2.4 Схемы к определению текущего коэффициента вскрыши

7. Расчет контурного и текущего коэффициентов вскрыши

1. В соответствии с условиями задания в масштабе 1:1000 или 1:2000 (в зависимости от глубины карьера) на отдельном листе формата А4 строится профиль карьера (рис. 2.5), на котором полезное ископаемое делится на горизонтальные слои в соответствии с принятой высотой уступа H_y .

$$H_y = (1 \div 1,5) \cdot H_q^{\max}, \quad (2.7)$$

где H_q^{\max} — максимальная высота черпания экскаватора.

Затем для каждого слоя (уступа) отстраивается последовательное положение бортов карьера под нерабочими γ_H и рабочими γ_p углами откосов.

После этого на профиле измеряются полученные при отстройке бортов карьера площади фигур по породе вскрыши и полезному ископаемому, равновеликие объемам породы и полезного ископаемого на 1 м длины карьера.

Запасы полезного ископаемого на уступе составляют при этом

$$Q_u^y = M_r \cdot H_y \cdot \gamma, \text{ т}. \quad (2.8)$$

По полученным для каждого уступа объемам и запасам подсчитываются значения контурного k_k и текущего $k_{тек}$ коэффициентов вскрыши. Для упрощения расчетов значения k_k и $k_{тек}$ допустимо подсчитать только для двух-трех уступов в верхней, средней и нижней частях по

глубине карьера, включая последний уступ (см. рис. 2.5).

2. Полученные количественные значения k_k и $k_{тек}$ оформляются в виде таблиц, по которым строятся графики их зависимости от глубины карьера. Графики приводятся на этом же листе.

3. В соответствии с текущим коэффициентом вскрыши определяется годовой объем вскрышных работ при углублении горных работ на один уступ в год (для одного из средних по глубине карьера уступов). Длину карьера принимать равной длине залежи по простиранию, указанной в исходных данных.

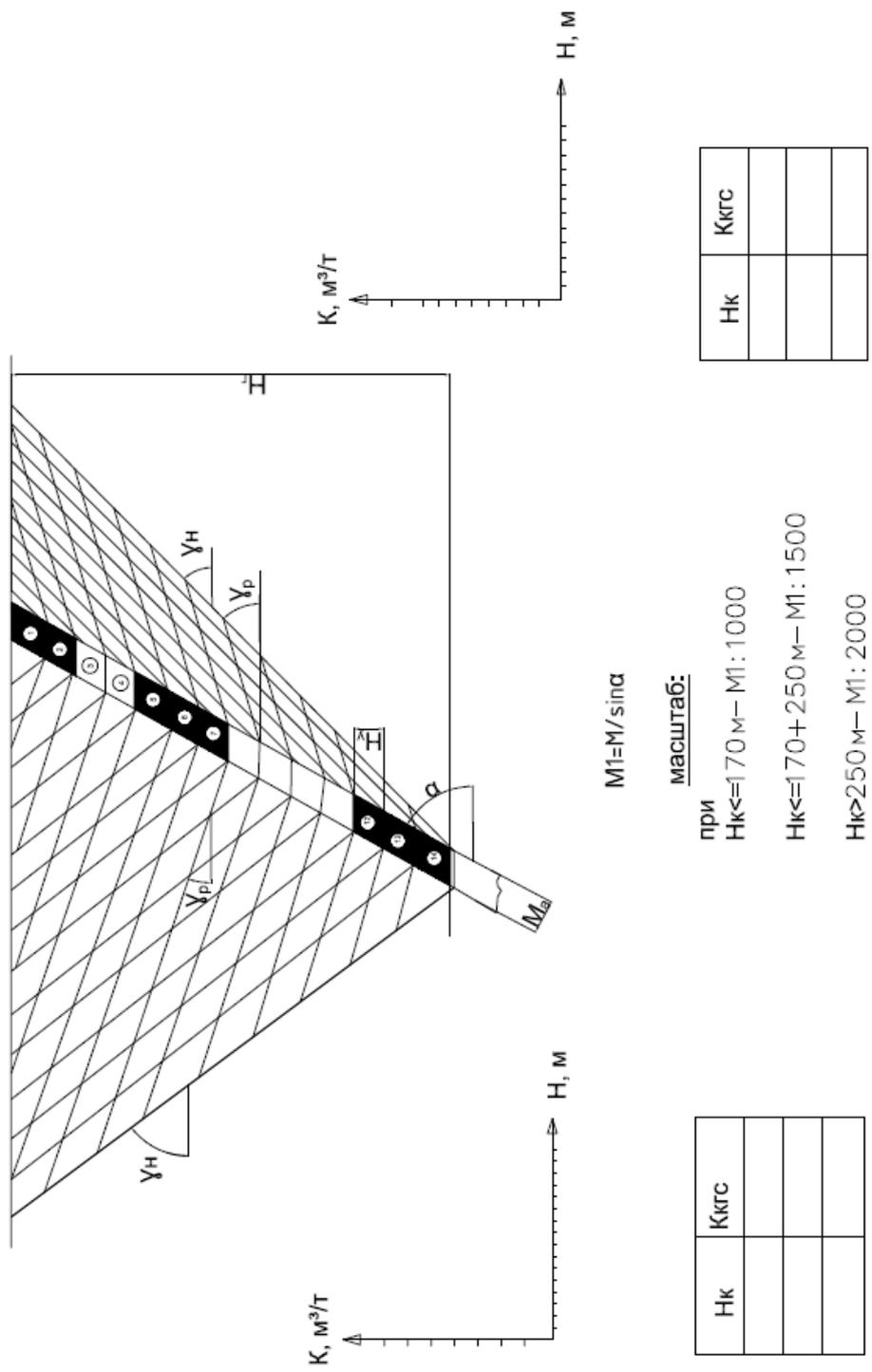


Рис. 2.5 Поперечный разрез карьера

ВЫБОР СПОСОБА БУРЕНИЯ И БУРОВОГО СТАНКА. РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ БУРОВОГО СТАНКА

Цель работы состоит в том, чтобы научиться буровое оборудование для подготовки горных пород к выемке буровзрывным способом и определять его производительность и потребное количество буровых станков.

Общие положения и исходные данные

Выбор способа бурения и расчет производительности буровых станков осуществляются на основе оценки горных пород по показателю трудности бурения P_b по классификации акад. В.В. Ржевского. Величина P_b определяется физико-механическими свойствами пород:

$$P_b = 0,07 \cdot (\sigma_{сж} + \sigma_{сдв}) + 0,0007 \cdot \gamma \quad (4.1)$$

где $\sigma_{сж}$ и $\sigma_{сдв}$ временное сопротивление породы сжатию и сдвигу, МПа; γ — плотность (объемная масса) породы, т/м³; g — ускорение свободного падения (9,8 м/с²).

Значения $\sigma_{сж}$, $\sigma_{сдв}$ и γ принимаются в соответствии с исходными данными.

По показателю P_b все горные породы делятся на 5 классов и 25 категорий:

I класс — легкобуримые, $P_b < 5$;

II класс — средней трудности бурения, $P_b = 5,1$ до 10;

III класс — труднобуримые, $P_b = 10,1$ до 15;

IV класс — весьма труднобуримые, $P_b = 15,1$ до 20;

V класс — исключительно труднобуримые, $P_b = 20,1 - 25$.

Выбор способа бурения и модели бурового станка

1. При выполнении работы способ бурения выбирается среди механических способов, наиболее распространенных на карьерах. Область рационального применения различных способов бурения определяется в соответствии с величиной P_b , (или величиной коэффициента крепости f):

1) шнековое бурение — породы с $P_b < 6$ до 8 ($f = 4 \div 8$);

2) шарошечное бурение — породы с P_b от 6 до 18÷20 ($f = 6 \div 19$);

3) пневмоударное бурение — породы с P_b от 10 до 20÷23 ($f = 10 \div 22$).

Пневмоударное бурение чаще всего применяется для бурения скважин диаметром 120÷180 мм, в том числе при заоткоске уступов при их постановке в конечное положение с целью обеспечения устойчивости бортов карьеров. В преобладающем большинстве пневмоударное бурение на карьерах России производится станками зарубежного производства.

2. Выбор модели бурового станка. После выбора способа бурения производится выбор модели бурового станка (Приложения 3-4). При этом главный параметр бурового станка диаметр бурения (при отсутствии данных о параметрах применяемого экскаватора) при учебных расчётах возможно принимать с учетом блочности (трещиноватости) разрабатываемых пород (табл.).

| Степень трещиноватости (блочность) массива | Диаметр бурения*, мм |
|--|----------------------|
| 1. Мелкоблочный и средней блочности (I и II категория) | 250÷320 |
| 2. Крупноблочный (III категория) | 190÷250 |
| 3. Весьма крупноблочный и исключительно крупноблочный (IV и V категория) | 120÷190 |

* Диаметр бурения в указанном диапазоне увеличивается с увеличением вместимости ковша экскаватора и интенсивности трещиноватости пород, т.е. с уменьшением ($\Gamma_{р.ср}$).

После выбора модели бурового станка приводится его техническая характеристика (Приложения 3-4).

Затем выбирается тип шарошечного долота (Приложение 4) или режущего долота при шнековом бурении. При пневмоударном бурении выбирается тип пневмоударника (табл. 6 Приложения 4) и тип буровой коронки (табл. 7). Приводится характеристика выбранного бурового

инструмента.

Определение скорости бурения и производительности бурового станка

1. Определение технической скорости бурения

Техническую скорость бурения ориентировочно можно оценить в соответствии со следующими выражениями [1, 2]:

а) для станков шарошечного бурения:

$$v_{\text{б}} = \frac{2,5P_{\text{ос}}n_{\text{в}}}{100P_{\text{б}}d_{\text{д}}^2}, \text{ м/ч}; \quad (4.2)$$

б) для станков шнекового бурения:

$$v_{\text{б}} = \frac{7,5P_{\text{ос}}n_{\text{в}}}{100P_{\text{б}}d_{\text{д}}^2}, \text{ м/ч}; \quad (4.3)$$

в) для станков пневмоударного бурения:

$$v_{\text{б}} = \frac{0,5wn_y 10^3}{P_{\text{б}}d_{\text{д}}^2 k_1 k_{\text{ф}}}, \text{ м/ч}. \quad (4.4)$$

где $P_{\text{ос}}$ — величина осевого усилия (усилия подачи), кН; $n_{\text{в}}$ — частота вращения бурового става, с^{-1} ; $P_{\text{б}}$ — показатель трудности бурения породы; $d_{\text{д}}$ — принятый диаметр долота, м; w — энергия единичного удара пневмоударника, Дж; n_y — частота ударов пневмоударника, с^{-1} ; k_1 — коэффициент (при $P_{\text{б}} = 10 \div 14$ — $k_1 = 1$; при $P_{\text{б}} = 15 \div 17$ — $k_1 = 1,05$; при $P_{\text{б}} = 18 \div 20$ — $k_1 = 1,1$); $k_{\text{ф}}$ — коэффициент, зависящий от формы буровой коронки (при трехперой коронке $k_{\text{ф}} = 1$; при крестовой $k_{\text{ф}} = 1,1$).

Основные режимные параметры процесса бурения ($P_{\text{ос}}$ и $n_{\text{в}}$) при шарошечном бурении принимаются в соответствии с $P_{\text{б}}$ и технической характеристикой бурового станка. Оптимальную величину удельного усилия подачи при шарошечном бурении можно принимать по данным Приложения 3 и табл. 4 или 5 Приложения 4. Частоту вращения следует принимать в пределах от $0,8 \div 1$ до $2 \div 2,5 \text{ с}^{-1}$ (частота вращения снижается по мере увеличения показателя $P_{\text{б}}$ и величины $P_{\text{ос}}$).

При шнековом бурении величину удельного осевого усилия на 1 см диаметра резца следует принимать в пределах от 0,5 до 5,0 кН/см при $P_{\text{б}} < 5$ и до $6 \div 8$ кН/см при $P_{\text{б}} = 6 \div 8$. При выборе частоты вращения бурового става необходимо руководствоваться тем же подходом, что и при шарошечном бурении.

Принимаемые значения осевого усилия и частоты вращения бурового става должны соответствовать техническим возможностям бурового станка.

При пневмоударном бурении значения w и n_y следует принимать в соответствии с технической характеристикой пневмоударника (табл. 7 Приложения). Частоту вращения бурового става при $P_{\text{б}} = 10 \div 14$ возможно принимать равной от 1,5 до $0,7 \text{ с}^{-1}$, а при $P_{\text{б}} = 14 \div 20$ она снижается до $0,7 \div 0,3 \text{ с}^{-1}$.

2. Определение сменной производительности бурового станка.

Производится по выражению

$$Q_{\text{см}}^{\text{б}} = \frac{T_{\text{см}} - (T_{\text{п-з}} + T_{\text{р}})}{t_0 + t_{\text{е}}}, \text{ м/смену}, \quad (4.5)$$

где $T_{\text{см}}$ — продолжительность рабочей смены, ч ($T_{\text{см}} = 8$ ч); $T_{\text{п-з}}$ и $T_{\text{р}}$ — соответственно, продолжительность подготовительно заключительных операций и регламентированных перерывов, ч ($T_{\text{п-з}} = 0,5$ ч; $T_{\text{р}} = 0,15$ ч); t_0 и $t_{\text{е}}$ — соответственно, затраты времени на чистое бурение и на выполнение вспомогательных операций, приходящихся на 1 п.м скважины, ч/м.

Основное (чистое) время бурения 1 п.м скважины составляет:

$$t_0 = \frac{1}{v_{\text{б}}}, \text{ ч/м}, \quad (4.6)$$

где $v_{\text{б}}$ — техническая скорость бурения, м/ч.

Затраты времени на выполнение вспомогательных операций:

- а) при шарошечном бурении $t_b = 0,01 \div 0,015$ ч/м;
- б) при шнековом бурении $t_b = 0,015 \div 0,02$ ч/м;
- в) при пневмоударном бурении $t_b = 0,025 \div 0,03$ ч/м.

3. Суточная производительность бурового станка

$$Q_{сут}^b = Q_{см}^b n_{см}, \text{ м / сутки}, \quad (4.7)$$

где $n_{см}$ — число рабочих смен станка в сутки ($n_{см} = 2$).

4. Годовая производительность бурового станка:

$$Q_{год}^b = Q_{сут}^b N_p, \text{ м / год}, \quad (4.8)$$

где N_p — число рабочих дней в году.

Число рабочих дней бурового станка в году подсчитывается, исходя из календарного времени года за вычетом выходных и праздничных дней (без учета затрат времени на ремонты станка).

Практическая работа №5

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ

Общие положения и исходные данные

Расчет параметров буровзрывных работ производится на основе учета важнейших технологических характеристик взрывааемых горных пород и условий осуществления выемочно-погрузочных работ, к которым, прежде всего, относятся основные параметры выемочно-погрузочных машин, применяемых при выемке взорванных пород.

Определение необходимой степени дробления пород взрывом

В соответствии с емкостью ковша экскаватора размер кондиционного куска определяется по зависимости:

$$d_k \leq 0,75 \cdot \sqrt[3]{E}, \text{ м} \quad (5.1)$$

где E - емкость ковша экскаватора, м^3 .

Размер кондиционного куска определяется также по вместимости кузова автосамосвала и приемного отверстия дробилки. При этом в преобладающем большинстве случаев наименьшее значение из полученных d_k получается именно по условиям применения экскаватора.

Для выполнения практической работы принимаем экскаватор из условия чтобы высота черпания экскаватора не превышала заданную высоту уступа т.е. $H_y \leq H_{ч}$.

Средний линейный размер куска, служащий показателем интенсивности дробления:

$$d_{cp} = \frac{1}{2} \cdot d_k, \text{ м} \quad (5.2)$$

Необходимая степень дробления горной массы:

$$N = 240 - 110 \cdot \lg d_{cp} + 5,5 \cdot (\lg d_{cp})^2 \quad (5.3)$$

где d_{cp} - средний линейный размер куска, см.

Рассчитывается эталонный удельный расход ВВ, г/м^3

$$q_3 = 0,2 \cdot (\sigma_{сж} + \sigma_{сд} + \sigma_p) + 0,002 \cdot \gamma, \quad (5.4)$$

где $\sigma_{сж}, \sigma_{сд}, \sigma_p$ – предел прочности породы в естественном состоянии, МПа.

Выбор взрывчатых веществ

Начальное давление:

$$P_H = 0,00126 \cdot \gamma \cdot C_p - 1700, \text{ МПа} \quad (5.5)$$

где C_p – скорость продольных волн для данных пород, м/с.

Скорость детонации:

$$D = 2 \sqrt{\frac{g}{\Delta} \cdot P_n \cdot 10^5}, \text{ м/с} \quad (5.6)$$

где g - ускорение силы тяжести, м/с²;

Δ - плотность ВВ при зарядании, кг/м³.

Теплота взрыва:

$$Q_v = \frac{g \cdot (126 \cdot \gamma \cdot C_p - 1,7 \cdot 10^8)}{(\kappa - 1) \cdot \Delta}, \text{ Дж/кг} \quad (5.7)$$

где κ - показатель политропы, принимается $\kappa=3$ в начальной стадии и $\kappa=1,25 \div 1,40$ в конечной стадии расширения продуктов взрыва.

Из числа выпускаемых промышленностью выбираются типы ВВ. Энергетические характеристики некоторых видов ВВ представлены в таблице 17 Приложения 4 [14].

При выборе взрывчатых веществ необходимо также обращать внимание на наличие в непосредственной близости от горнодобывающего предприятия заводов по производству эмульсионных ВВ. При прочих равных условиях применение данных взрывчатых веществ, как правило, является более экономически целесообразным по сравнению с ВВ промышленного изготовления.

Замена одного типа ВВ другим целесообразна при условии [9]:

$$\frac{(C_{ВВ1} + C_{\delta})}{Q_1} > \frac{(C_{ВВ2} + C_{\delta})}{Q_2}$$

где $C_{ВВ1}$, $C_{ВВ2}$ - стоимость 1 кг ВВ соответственно первого и второго типов, руб.;

C_{δ} - удельная стоимость бурения для размещения 1 кг ВВ, руб.;

Q_1 , Q_2 - теплота взрыва ВВ соответственно первому и второму типам, кДж/кг.

Расчет удельного расхода ВВ

Для расчета удельного расхода ВВ применяются различные методы, основанные на определении энергетических затрат на разрушение пород, учете конкретных условий ведения взрывных работ.

Методика проф. В.Н. Мосинца

Удельный расход ВВ должен учитывать энергозатраты на дробление пород до заданной кусковатости и перемещение взорванной горной массы при формировании развала, требуемой ширины и высоты.

$$q = q_{др} + q_{п}, \text{ кг/м}^3 \quad (5.8)$$

где $q_{др}$ - удельный расход ВВ на дробление, кг/м³;

$q_{п}$ - удельный расход ВВ на перемещение взорванной горной массы, кг/м³.

$$q_{др} = \frac{1800 \cdot (\sqrt{f} + 0,16 \cdot 1g V_n) \cdot N}{Q_v^{1+\eta}}, \text{ кг/м}^3 \quad (5.9)$$

где f - коэффициент крепости горных пород по шкале проф. М.М. Протодяконова;

V_n - скорость нагружения массива при взрыве, (для промышленных ВВ $V_n=10^3-10^4$ кгс/(см² с));

η - коэффициент полезного действия взрыва ($\eta=0,04-0,05$).

Находим возможную скорость разлета кусков взорванной породы:

$$V_0 = \frac{72000}{\gamma} \cdot q_{др}, \text{ м/с} \quad (5.10)$$

где γ - плотность взрывааемых пород, кг/м³.

Удельный расход ВВ на перемещение взорванных пород:

$$q_{п} = \frac{\gamma \cdot \ln K_p \cdot V_0^2}{Q_v^{1+\eta} \cdot 2g}, \text{ кг/м}^3 \quad (5.11)$$

где K_p - коэффициент разрыхления.

Методика Гипроруды

Расчетный удельный расход ВВ определяют по формуле:

$$q_p = q_{\text{э}} * K_p * K_{\text{д.с.}} * K_{\text{ВВ}}, \text{ кг/м}^3, \quad (5.12)$$

где $q_{\text{э}}$ – удельный расход эталонного ВВ (аммонита 6 ЖВ), кг/м³, принимаемый по табл. 11, 12 Приложения 4;

K_p – поправочный коэффициент на размер кондиционного куска, принимаемый равным 1,73; 1,33; 1,13; 1; 0,87 при размерах кондиционного куска соответственно 0,25; 0,5; 0,75; 1; 1,5 м;

$K_{\text{д.с.}}$ – поправочный коэффициент на диаметр скважины, принимаемый по табл. 10 Приложения 4;

$K_{\text{ВВ}}$ – поправочный коэффициент от эталонного ВВ к применяемому, принимается по табл. 15 Приложения 4.

Методика академика В.В.Ржевского

Удельный расход ВВ определяется по следующей формуле:

$$q_p = q_{\text{э}} * K_{\text{ВВ}} * K_{\text{д}} * K_{\text{т}} * K_{\text{з.с.}} * K_{\text{в}} * K_{\text{сп}}, \text{ г/м}^3 \quad (5.13)$$

где $q_{\text{э}}$ – эталонный расход ВВ, г/м³ (табл. 17 Приложения 4);

$K_{\text{д}} = 0,5/d_{\text{ср}}$ - коэффициент, учитывающий требуемую степень дробления;

$K_{\text{т}} = 1,2 * l_{\text{т}} + 0,2$ – коэффициент, учитывающий влияние трещиноватости массива;

l_0 - средний размер отдельностей в массиве, м;

$K_{\text{з.с.}}$ - коэффициент, учитывающие требуемую степень сосредоточение заряда ВВ, принимаемый по табл. 14 Приложения 4;

$K_{\text{в}}$ - коэффициент влияния объема (при высоте уступа до 15-18 м $k_v = \sqrt[3]{15/h_y}$; при высоте

более 15-18 м $k_v = \sqrt[3]{h_y/15}$;

$K_{\text{сп}}$ - коэффициент, учитывающий число свободных поверхностей при взрыве (при двух $K_{\text{сп}} = 8$; при трех $K_{\text{сп}} = 6$; при четырех $K_{\text{сп}} = 4$; при пяти $K_{\text{сп}} = 2$; при шести $K_{\text{сп}} = 1$).

Методика МГИ и ВНИИЦветмета

Расчетный удельный расход ВВ определяется по формуле полученной на основе обобщения большого количества экспериментов и содержащих ряд эмпирических соотношений, кг/м³:

$$q_p = 0,13 * \gamma * \sqrt[4]{f} * \left(0,6 + 3,3 * 10^{-3} * l_0 * d_3\right) * \left(\frac{0,5}{d_k}\right)^{2/5} * K_{\text{ВВ}}, \text{ кг/м}^3 \quad (5.14)$$

где l_0 – средний размер отдельности, м;

d_k – размер кондиционного куска, м;

d_3 – диаметр заряда, мм;

γ – плотность пород, т/м³;

f – коэффициент крепости горных пород по шкале проф. М.М. Протождяконова.

Полученные по вышеприведенным методикам значения удельного расхода ВВ как правило отличаются. Итоговое значение удельного расхода ВВ может быть получено как среднеарифметическое от значений полученных по расчетным методикам. При этом значения отличающиеся более чем на 30% выбраковываются, для повышения достоверности результата.

В соответствии с рекомендациями Технических правил ведения взрывных работ на дневной поверхности удельный расход ВВ может быть принят по таблице 17 Приложения 4 в зависимости от физико-механических характеристик разрабатываемых пород и умножен на поправочный коэффициент к применяемому типу ВВ (табл 15 Приложения 4).

Окончательно удельный расход ВВ по видам работ для конкретных условий уточняется по результатам опытных взрывов.

Расчет параметров скважинных зарядов

Диаметр скважины [13, 20]:

$$d_{\text{скв}} = \frac{C + H_y \cdot \text{ctg}\alpha}{50 \cdot K_n \sqrt{\frac{\Delta}{\gamma}}}, \text{ м} \quad (5.15)$$

где C - расстояние от верхней бровки уступа до скважины, м;

H_y - высота уступа, м;

γ - плотность пород, т/м³;

α - угол откоса уступа, град;

Δ - плотность ВВ в заряде, т/м³;

K_n - коэффициент, учитывающий уменьшение плотности взрываемого массива за счет трещиноватости ($K_n = 1,0-1,2$). Для монолитных $K_n = 1,0$; для трещиноватых $K_n = 1,1$; для сильно трещиноватых $K_n = 1,2$;

Диаметр вертикальных скважин, обеспечивающий нормальную проработку подошвы уступа [17]:

$$d_{\text{скв}} = \frac{(C + H_y \cdot \text{ctg}\alpha) \cdot \sqrt{\gamma}}{30 \cdot (3 - m)} \quad (5.16)$$

где γ - плотность пород, т/м³;

m - коэффициент сближения скважин ($m = 0,85-1$ - для трудновзрываемых пород; $m = 1,1$ для средневзрываемых пород; $m = 1,1-1,2$ для легковзрываемых пород).

Диаметр скважины при котором максимально используется ее объем [20]:

$$d_{\text{скв}} = 28H_y \cdot \sqrt{\frac{q_p}{\Delta}} \quad (5.16)$$

Расчетный диаметр скважины округляется до ближайшего стандартного значения соответствующего принятому типу и модели бурового станка и бурового инструмента. Для бурения скважин в скальных вскрышных породах и рудных массивах могут быть приняты разные модели буровых станков. Технические характеристики некоторых моделей буровых станков Российского и импортного производства представлены в приложении 3.

Расчет величины линии сопротивления по подошве

При определении величины сопротивления по подошве уступа и использовании вертикальных скважин необходимо проверить, не превышает ли величина W_6 , найденная по условию минимально допустимого расстояния от скважины первого ряда до верхней бровки уступа), величину W , исключающую образование порогов в подошве уступа.

Линия наименьшего сопротивления по подошве (ЛСПП) определяется величиной удельного расхода ВВ и вместимости скважин:

$$W = \frac{\sqrt{0,25 \cdot P^2 + 4 \cdot P \cdot q \cdot H_y \cdot L_{\text{скв}} \cdot 0,5q}}{2 \cdot q \cdot H_y}, \text{ м}, \quad (5.17)$$

где p - вместимость 1 пог. м скважины в зависимости от диаметра скважины и плотности заряжения Δ :

$$P = \frac{\pi d_{\text{скв}}^2}{4} \Delta \quad (5.18)$$

q - расчетный удельный расход ВВ (кг/м³) при коэффициенте работоспособности $K_{\text{ВВ}} \sim 1$;

H_y - высота уступа, м;

$L_{\text{скв}}$ - глубина скважины, м.

Трест «Союзвзрывпром» рекомендует определить предельную величину ЛСПП с учетом взаимодействия соседних зарядов по формуле:

$$W = \frac{\sqrt{0,56 \cdot P^2 + 4 \cdot m \cdot P \cdot q_p \cdot H_y \cdot L_{\text{СКВ}} - 0,75P}}{2m \cdot q \cdot H_y} \quad (5.19)$$

где m – коэффициент сближения зарядов (0,85÷1,1).

Расчетная величина ЛСПП (m) не должна превышать предельное значение, определяемое по формуле С.А.Давыдова:

$$W = 53K_T \cdot d_{\text{СКВ}} \cdot \sqrt{\frac{\Delta}{\gamma \cdot K_{\text{ВВ}}}}, \text{ м}, \quad (5.20)$$

где K_T – коэффициент, учитывающий трещиноватость массива (для сильнотрещиноватых пород I и II категорий $K_T=1,2$; для пород средней трещиноватости III категории $K_T=1,1$; для крупноблочных и монолитных пород IV и V категорий $K_T=1,0$);

Δ – плотность заряда ВВ, кг/м³;

γ – плотность пород, кг/м³;

$K_{\text{ВВ}}$ – переводной коэффициент эталонного ВВ к применяемому.

Расчетанная величина ЛСПП не должна превышать фактической величины по условиям безопасности:

$$W_6 = H_y \cdot \text{ctg} \alpha + C, \text{ м}, \quad (5.21)$$

где H_y – высота уступа, м;

α – угол откоса уступа, град;

$C \geq 2$ м – безопасное расстояние от оси скважин до верхней бровки уступа, м.

Проверяется выполнения условия $W \geq W_6$ для скальной вскрыши и руды, при невыполнении условия следует пересмотреть принятую величину линии сопротивления по подошве, либо применять специальные мероприятия к которым, например, относятся:

- бурение парносближенных или строенных скважин на расстоянии (4...6) $d_{\text{СКВ}}$ одна от другой; при этом следует увеличить ЛСПП для парносближенных скважин - в 1,4 раза, для строенных - 1,7 раза;

- бурение по нижней бровке уступа вспомогательных (врубовых) скважин;

- бурением наклонных скважин.

Для наклонных скважин ЛСПП рекомендуется определять по формуле:

$$W = 0,9 \sqrt{\frac{P}{q}} \cdot \frac{1}{\sin \beta}, \text{ м}, \quad (5.22)$$

где β – угол наклона скважины к горизонту, град.

Расстояние между скважинами в ряду определяется коэффициентом сближения скважин m .

Для зарядов нормального дробления коэффициент сближения принимается в зависимости от диаметра взрывных скважин d , [1]:

$$a = m \cdot W = \frac{0,5 \cdot W}{\sqrt[3]{d}} \text{ или } a = \sqrt{\frac{\pi \cdot r^2 \Delta \cdot l_{\text{зар}}}{q \cdot H_y}} \quad (5.23)$$

где W – линия сопротивления по подошве, м;

r – радиус заряда, м;

Δ – плотность заряжения т/м³;

$l_{\text{зар}}$ – длина заряда, м;

q – расчетный удельный расход ВВ (кг/м³) при коэффициенте работоспособности $K_{\text{ВВ}} = 1$ (табл. 15 Приложения 4).

При диаметре скважин 250 мм коэффициент сближения m следует принимать равным 0,8, при диаметре скважин 220 мм - 0,86.

Для парносближенных и строенных скважин расстояние между ними в ряду следует увеличивать соответственно в 1,4 раза и 1,5 раза.

Расстояние между рядами скважин рекомендуется принимать:

- при многорядном короткозамедленном взрывании $b=(0,85 \dots 1) \cdot a$;
- при шахматной сетке $b = 0,85 a$;
- при квадратной сетке $b = a$.

При этом коэффициент сближения скважин в последующих после первого рядах принимать равным 1.

Конструктивные параметры скважинных зарядов

Длина перебура скважины как правило составляет:

$$l_{\Pi} = (10 - 15) \cdot d_{\text{СКВ}}, \text{ м} \quad (5.24)$$

Расчетным способом величина перебура определяется по формуле:

$$l_{\Pi} = \frac{W^3 \cdot \sin^2 \alpha \cdot q \cdot f(n)}{500 \pi \cdot d_{\text{СКВ}}^2 \cdot \Delta} \quad (5.25)$$

где α – угол откоса уступа, град;

n – показатель действия взрыва, $f(n) = 0,2-0,8$;

W - линия сопротивления по подошве, м;

Δ - плотность заряжения кг/м^3 ;

$d_{\text{СКВ}}$ – диаметр скважинного заряда, м;

q - расчетный удельный расход ВВ, кг/м^3 .

Глубина скважины:

$$l_{\text{СКВ}} = \frac{H_y}{\sin \alpha_{\text{СКВ}}} + l_{\Pi}, \text{ м} \quad (5.26)$$

где $\alpha_{\text{СКВ}}$ - угол наклона скважины к горизонту, град.

Устья заряженных скважин следует заполнять забойкой из бурового шлама, песчано-глинистой или другой инертной смеси. Длину забойки следует принимать равной $(20 \div 30) \cdot d_{\text{СКВ}}$.

Также высоту забойки можно определить по формуле:

$$l_{\text{заб}} = 24d_{\text{СКВ}} - 2,3K_p + 3, \text{ м}, \quad (5.27)$$

где $d_{\text{СКВ}}$ - диаметр скважины, м;

$K_p = 1,3 \div 1,5$ - коэффициент разрыхления.

Масса заряда в скважине первого ряда:

$$Q_3 = q \cdot W \cdot a \cdot H_y, \text{ кг} \quad (5.28)$$

Масса заряда в скважине второго и последующих рядов:

$$Q_3 = q \cdot b \cdot a \cdot H_y, \text{ кг} \quad (5.29)$$

Длина заряда в скважине:

$$l_{\text{зар}} = \frac{Q_3}{P}, \text{ м} \quad (5.30)$$

Полученная длина заряда проверяется по условию:

$$l_{\text{зар}} \leq (l_{\text{СКВ}} - l_{\text{заб}}) \quad (5.31)$$

Конструктивно скважинный заряд может быть сплошным или рассредоточенным. В последнем случае основной заряд размещается в нижней части скважины и составляет:

$$Q_{31} = (0,6 \div 0,7) \cdot Q_3. \quad (5.32)$$

Оставшееся ВВ может рассредотачиваться в зависимости от цели взрыва и крепости пород в виде одного или двух зарядов общим весом:

$$Q_{32} = (0,3 \div 0,4) \cdot Q_3. \quad (5.33)$$

Рассредоточение скважинного заряда воздушными промежутками или промежутками,

заполненными инертными материалами, позволяет увеличить зону регулируемого дробления пород.

Суммарная длина воздушных промежутков составляет:

$$h_{\text{вп}} = (0,17 - 0,35) \cdot \lambda_{\text{зар}} \quad (5.34)$$

При взрывании пород ниже средней крепости следует ориентироваться на нижний предел $h_{\text{вп}}$, а при взрывании крепких и весьма крепких пород - на верхний предел $h_{\text{вп}}$.

Расположение и порядок взрывания скважинных зарядов

Интервал замедления:

$$\tau_3 = \kappa_\tau \cdot W, \text{ мс} \quad (5.35)$$

где κ_τ - коэффициент, зависящий от взрывающей породы, принимается по табл. 18 Приложения 4.

Полученный интервал замедления округляют до ближайшего стандартного, согласно принятой системе инициирования зарядов.

Параметры развала взорванной горной массы

Ширина развала при многорядном короткозамедленном взрывании без подпорной стенки:

$$B_M \cong k_3 \cdot B_0 + (n - 1) \cdot b, \text{ м} \quad (5.36)$$

где n - число рядов скважин;

b - расстояние между рядами скважин;

k_3 - коэффициент дальности отброса взорванной породы, зависящий от величины интервала замедления.

| | | | | | |
|----------------------|---|------|-----|------|------------|
| Время замедления, мс | 0 | 10 | 25 | 50 | 75 и более |
| Величина k_3 | 1 | 0,95 | 0,9 | 0,85 | 0,8 |

$$B_0 = k_b \cdot k_\beta \sqrt{q} \cdot H_y \quad (5.37)$$

где k_b - коэффициент, характеризующий взрываемость породы ($K_b=3; 2,5; 2$ - соответственно для легко-, средне- и трудновзрываемых пород.);

k_β - коэффициент, учитывающий угол наклона скважин к горизонту.

$$k_\beta \cong 1 + 0,5 \sin 2 \left(\frac{\pi}{2} - \beta \right) \quad (5.38)$$

При вертикальных скважинах $k_\beta = 1$

Ширина развала должна обеспечить оптимальной работой экскаватора, т.е. быть кратной ширине заходки экскаватора:

$$N = \frac{B_M}{(1,5-1,7) \cdot R_{\text{чы}}}, \text{ м} \quad (5.39)$$

где $R_{\text{чы}}$ - радиус черпания экскаватора на уровне установки, м;

N - число заходов экскаватора.

Кратность ширины развала количеству заходов экскаватора достигается путем подбора количества рядов скважин в формуле 5.36. При приближении расчетного числа заходов экскаватора по развалу к целому числу последняя заходка может приниматься узкой либо широкой. При определении ширины развала для конкретных горнотехнических условий необходимо также учитывать фактическую ширину рабочей площадки горизонта для которого осуществляется расчет параметров буровзрывных работ (БВР).

Высота развала при многорядном взрывании:

$$H_p = 0,9 \cdot H_y, \text{ м} \quad (5.40)$$

Ширина взрываемого блока:

$$\text{Ш}_{\text{вб}} = [W + (n - 1) \cdot b], \text{ м} \quad (5.41)$$

Выход взорванной массы с 1м скважины:

$$V_{\text{гм}} = \frac{(W + (n_p - 1) \cdot b) \cdot a_{\text{ср}} \cdot H_y}{n_p \cdot l_{\text{ср}}}, \text{ м}^3/\text{м} \quad (5.42)$$

где W - сопротивление по подошве первого ряда, м;

n_p - количество рядов взрываемых скважин;

b - расстояние между рядами скважин, м;

$a_{\text{ср}}$ - среднее расстояние между скважинами в ряду, м;

H_y - высота уступа, м;

$l_{\text{ср}}$ - средняя глубина скважин, м.

Объем взрываемого блока:

$$V_{\text{вб}} = H_y \cdot \text{Ш}_{\text{вб}} \cdot L_{\text{вб}}, \text{ м}^3 \quad (5.43)$$

где H_y - высота уступа;

$\text{Ш}_{\text{вб}}$ - ширина взрываемого блока, м;

$L_{\text{вб}}$ - длина взрываемого блока, м.

Количество ВВ, необходимое для заряжения взрываемых блоков:

$$Q_{\text{вв}} = V_{\text{вб}} \cdot q, \text{ кг} \quad (5.44)$$

где q - удельный расход, кг/м³.

Потребный объем бурения на годовую производственную мощность карьера:

$$L_{\text{гк}} = \frac{Q_{\text{к}}}{V_{\text{гм}}} \quad (5.45)$$

где $Q_{\text{к}}$ - производительность карьера, м³/год (принимается по результатам практической работы №1);

$V_{\text{гм}}$ - выход взорванной горной массы с 1 п.м скважины, м³/год.

Годовая производительность бурового станка, м/год:

$$L_{\text{гст}} = Q_{\text{см}} \cdot n_{\text{см}} \cdot N \cdot K_{\text{и}}, \quad (5.46)$$

где $Q_{\text{см}}$ - сменная производительность бурового станка, м/см (принимается по результатам практической работы №4)

$n_{\text{см}}$ - количество рабочих смен в сутки;

N - количество рабочих дней в году;

$K_{\text{и}}$ - коэффициент использования бурового станка.

Необходимое количество рабочих станков

$$N_{\text{ст}} = \frac{L_{\text{гк}}}{L_{\text{гст}}} \quad (5.47)$$

Инвентарный парк буровых станков должен на 15-20% превышать расчетное количество. Расчетное количество буровых станков округляется до целого числа в большую сторону.

Если месторождение представлено пожароопасными рудами, то необходимо разрабатывать мероприятия, обеспечивающие безопасность при ведении взрывных работ, соответствующие требованиям нормативных документов, определяющих требования безопасного ведения взрывных и открытых горных работ.

В соответствии с принятым в практической работе $t_{зам}$ выбираются средства короткозамедленного взрывания: с использованием детонирующего шнура и пиротехнических реле замедлителей, с использованием неэлектрических систем инициирования зарядов (НСИ) типа НОНЕЛЬ или ее отечественных аналогов СИНВ и ЭДИЛИН или с помощью электронных электродетонаторов.

Оформление графической части работы

В соответствии с установленными параметрами скважинных зарядов, параметрами их расположения на уступе и принятой схемой короткозамедленного взрывания приводится графическое представление параметров буровзрывных работ.

Для этого на отдельном листе формата А4 в масштабе от 1:200 до 1:500 (в зависимости от высоты уступа) вычерчивается схема взрывающего блока с нанесением численных значений всех установленных параметров (рис. 5.1). На схему наносится принятая конструкция зарядов (сплошной или рассредоточенный), параметры скважинных зарядов также наносятся на схему. Также студенты самостоятельно вычерчивают схемы монтажа взрывной сети (ВС) при применении НСИ и при применении ДШ. Схемы монтажа ВС также вычерчиваются в указанном выше масштабе.

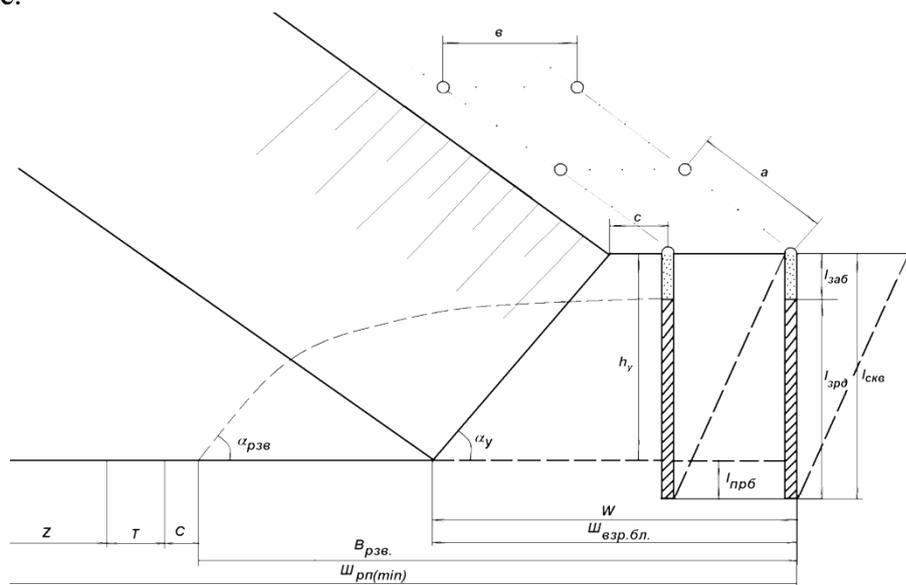


Рис. 5.1 Основные параметры взрывных скважин и блока

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЗАБОЕВ И ЗАХОДОК ПРИ ПРИМЕНЕНИИ КАРЬЕРНЫХ ЭКСКАВАТОРОВ. РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ОДНОКОВШОВЫХ ЭКСКАВАТОРОВ

Общие положения и исходные данные

Целью данной работы является изучение подходов к определению основных параметров забоев и заходок карьерных экскаваторов в соответствии с технологическими свойствами пород и характеристиками экскаваторов, а также освоение методики расчета производительности экскаваторов.

Технологические параметры экскаватора

На рис. 6.1 показаны основные рабочие параметры карьерной механической лопаты.

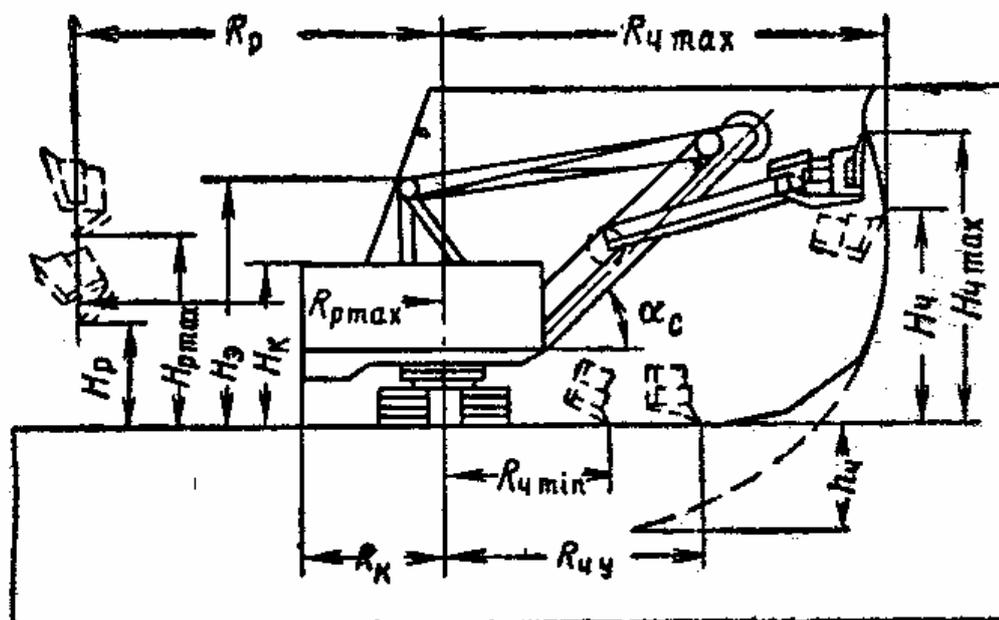


Рис. 6.1 Рабочие параметры одноковшовых экскаваторов

$R_{ч}^{max}$ — максимальный радиус черпания, м; $R_{ч}$ радиус черпания на уровне стояния экскаватора, м; R_p^{max} максимальный радиус разгрузки, м; R_p — радиус разгрузки при максимальной высоте разгрузки, м; R_k — радиус вращения кузова, м; $H_{ч}^{max}$ — максимальная высота черпания, м; H_p^{max} максимальная высота разгрузки, м; H_p — высота разгрузки при максимальном радиусе разгрузки, м.

Расчеты производятся для модели экскаватора, принятой в практической работе №5.

Обычно при разгрузке экскаватора в железнодорожный транспорт применяют нормальные заходки для сокращения числа переукладок забойного пути.

Ширина нормальной заходки:

$$A = (1,5 \div 1,7) \cdot R_{ч}, \text{ м} \quad (6.1)$$

где $R_{ч}$ - радиус черпания на уровне установки экскаватора, м.

Ширина торцевого забоя для экскаватора при разгрузке породы в автомобильный транспорт:

$$A = (0,5 \div 1,0) \cdot R_{ч}, \text{ м} \quad (6.2)$$

Максимальная высота забоя соответствует максимальной высоте черпания экскаватора.

Теоретическая производительность экскаватора – количество продукции (в тоннах или кубических метрах), которое может быть выработано в единицу времени (обычно за час) при

непрерывной его работе. Условия работы берутся предположительно одинаковыми для всех машин, коэффициенты наполнения ковша и разрыхления породы принимаются равными единице. У одноковшовых экскаваторов при расчете теоретической производительности принимаются: одинаковыми угол поворота на выгрузку (90°), высота черпания (до уровня напорного вала) и номинальными скорости рабочих движений и удельные сопротивления породы копанию.

$$Q_{\text{т}} = \frac{3600 \cdot E}{t_{\text{ци}}}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (6.3)$$

где E – емкость ковша экскаватора, м^3 ;

$t_{\text{ци}}$ – паспортная продолжительность цикла экскаватора, с.

Техническая производительность экскаваторов – является наибольшей возможной часовой производительностью выемочной машины при непрерывной ее работе в конкретных горно-технических условиях, т.е. конкретных экскавируемых породах, видах и типоразмерах средств механизации смежных производственных процессов.

$$Q_{\text{т}} = \frac{3600 \cdot E \cdot k_{\text{э}} \cdot k_{\text{ТВ}}}{t_{\text{ц}}}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (6.4)$$

где $t_{\text{ц}}$ – продолжительность цикла экскаватора, с. $t_{\text{ц}} \approx 1,3 \div 1,5 t_{\text{ци}}$;

$k_{\text{э}} = k_{\text{н}}/k_{\text{р}}$ – коэффициент экскавации;

$k_{\text{ТВ}}$ – коэффициент влияния технологии выемки.

Значения $k_{\text{н}}$, $k_{\text{р}}$, $k_{\text{ТВ}}$ следует принимать по данным прил. 7, 8, 9. При этом значение диаметра среднего куска взорванной породы ориентировочно можно принять в соответствии с принятым в работе № 5 коэффициентом, учитывающим требуемую степень дробления породы $k_{\text{д}}$ исходя из соотношения

$$d_{\text{ср}} = \frac{l_{\text{ср}}^{\text{тр}}}{k_{\text{д}}}, \text{ м},$$

где $l_{\text{ср}}^{\text{тр}}$ – среднее расстояние между трещинами в массиве (принимается из условий задания).

При выемке мягких пород коэффициент наполнения ковша можно принимать равным 1,0-4,1, а коэффициент разрыхления породы в ковше — 1,1-1,3.

Эксплуатационная производительность экскаваторов – это действительный объем горной массы, отработанный экскаватором за определенный период эксплуатации. Она рассчитывается с учетом неизбежных организационных и технологических простоев: потерь времени на приемку смены и осмотр машины, смазку, обмен подвижного состава. Эксплуатационная производительность численно меньше технической. Ее величина отражает совершенство организации работы экскаватора и всех обслуживающих его машин.

Эксплуатационная производительность экскаваторов может быть сменной, месячной и годовой (в последних случаях учитываются потери времени на ремонтные осмотры, текущие и капитальные ремонты). В наибольшей мере характеризует организацию работы на данном предприятии (не только по добыче полезного ископаемого, но и по обслуживанию экскаваторов, снабжению их запасными частями) годовая производительность экскаватора.

Эксплуатационная производительность экскаватора:

$$Q_{\text{э}} = \frac{3600 \cdot E}{T_{\text{ц}}} \cdot \frac{K_{\text{н}}}{K_{\text{р}}} \cdot K_{\text{и}} \cdot T_{\text{см}}, \text{ м}^3/\text{смену} \quad (6.5)$$

где $T_{\text{ц}}$ – продолжительность цикла, с;

$\frac{K_{\text{н}}}{K_{\text{р}}} = K_{\text{э}}$ – коэффициент экскавации;

$K_{\text{и}} = 0,75$ – коэффициент использования оборудования;

$T_{\text{см}}$ – продолжительность смены, ч;

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{ч}} + t_{\text{пов}} + t_{\text{разгр}}, \quad (6.6)$$

где $t_ч = \frac{\Pi_{эл}}{\Pi_{эп}} \cdot t_{чп} \cdot K_p$, с;

$\Pi_{эл}, \Pi_{эп}$ - показатели трудности экскавации фактический и паспортный. Соотношение $\Pi_{эл}/\Pi_{эп}$ для расчетов можно принять равным 1,4;

$t_{чп}$ - время черпания паспортное, с;

K_p - коэффициент разрыхления;

$$t_{пов} = \frac{\beta}{\beta_{п}} \cdot t_{пп}, с \quad (6.7)$$

$\beta, \beta_{п}$ - фактический и паспортный углы поворота экскаватора в забое;

$t_{пп}$ - время поворота стрелы, с;

$t_{разгр}$ - время разгрузки, с;

E - емкость ковша экскаватора, м³.

Расчет количества экскаваторов

Годовая производительность экскаватора:

$$Q_{год} = Q_3^{см} \cdot N_{см} \cdot N_{дн}, м^3/год \quad (6.8)$$

где $Q_3^{см}$ - сменная производительность экскаватора, м³/смену;

$N_{см}$ - число рабочих смен в сутки;

$N_{дн}$ - число рабочих дней в году.

Число рабочих смен в году для экскаватора может приниматься по Приложению 10.

Эксплуатационное количество экскаваторов:

$$N_э = \frac{Q_k}{Q_3^{год}} \quad (6.9)$$

Списочное количество экскаваторов:

$$N_c = (1,5 \div 1,2) \cdot N_э \quad (6.10)$$

Скорость подвигания фронта забоя:

$$v_3 = \frac{Q_3}{A \cdot H_3}, м/смену \quad (6.11)$$

Где Q_3 - сменная производительность экскаватора, м³/смену;

H_3 - высота забоя, м.

Количество экскаваторных заходов в развале:

$$N = \frac{B_p}{A} \quad (6.12)$$

где B_p - ширина развала, м

Время отработки развала:

$$T = t_1 + t_2 + \dots + t_n, смены \quad (6.13)$$

где n - количество заходов

Время отработки одной заходки:

$$t = \frac{L_p}{v_3}, смены \quad (6.14)$$

Пример паспорта забоя экскаватора представлен на рис. 6.2 и 6.3.

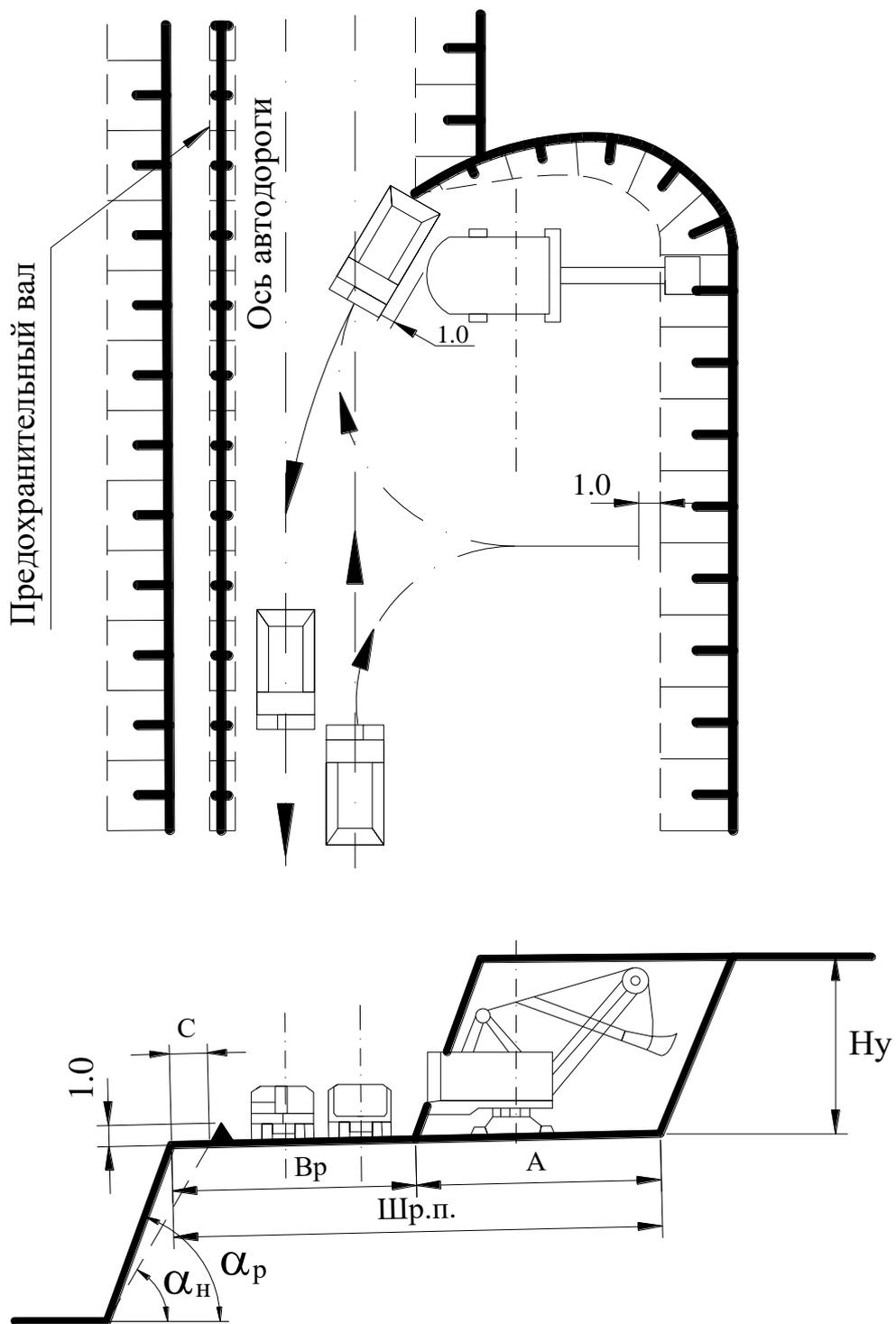


Рис. 6.2. Паспорт забоя экскаватора типа «прямая лопата» при выемке мягких пород из массива:
 H_y - высота уступа, м; α_p - угол откоса рабочего уступа, град; α_n - угол откоса нерабочего уступа, град; C - ширина призмы обрушения, м; B_p - ширина транспортной полосы, м; A - ширина экскаваторной заходки, м; $Ш_{р.п.}$ - ширина рабочей площадки, м.

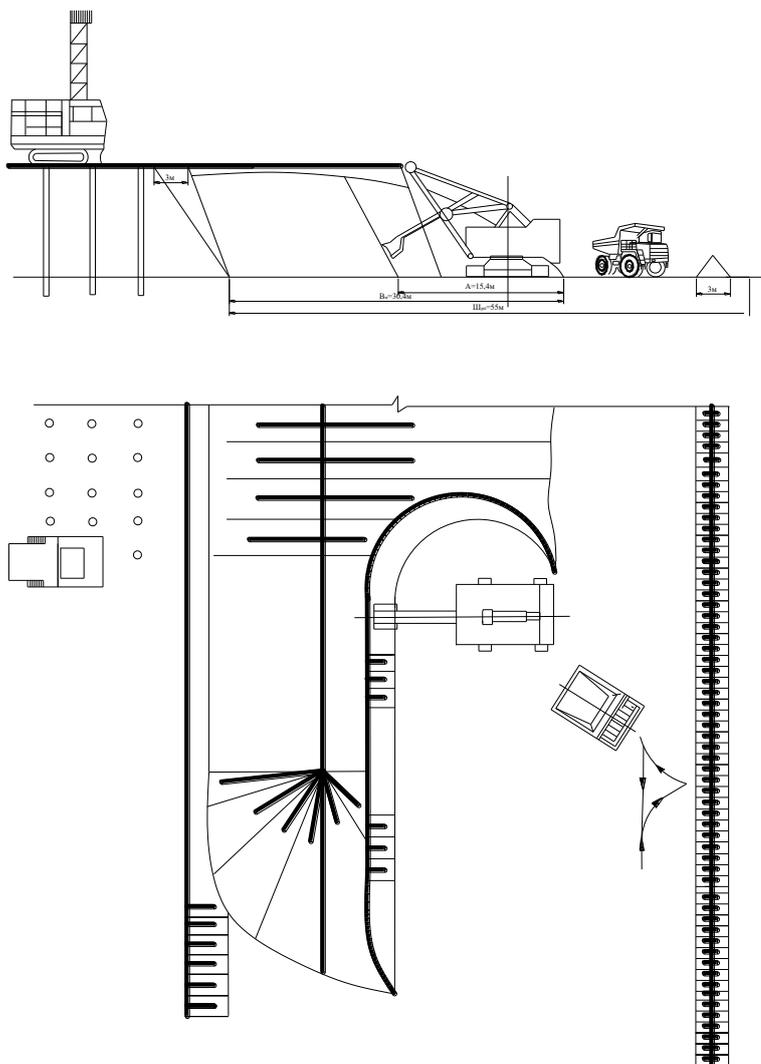


Рис. 6.3. Паспорт забоя экскаватора типа «прямая лопата» при выемке мягких пород из развала взорванной горной массы:

Длина взрываемого (экскаваторного) блока в метрах определяется по условиям обеспечения бесперебойной работы экскаватора в течение N_c суток (принимается 7-15 суток)

$$L_{вб} = \frac{N_c \cdot N_{см} \cdot Q_{э(см)}}{Ш_{вб} \cdot H_y}, \quad (6.15)$$

На основе установленных параметров забоев вычерчивается паспорт выемочно-погрузочных работ с указанием всех необходимых размеров.

Практическая работа №7

ВЫЕМКА ГОРНЫХ ПОРОД КОЛЕСНЫМИ ПОГРУЗЧИКАМИ. РАСЧЕТ ИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

Общие положения и исходные данные

В результате выполнения данной работы студент должен ознакомиться с условиями использования колесных погрузчиков, освоиться с его техническими характеристиками и технологическими параметрами, изучить технологию выполнения работ и научиться определять производительность машин.

В соответствии с исходными данными к заданию при использовании колесных погрузчиков необходимо:

- 1) привести техническую характеристику машин;

- 2) с учетом условий работы машин вычертить схемы выемки и перемещения породы;
- 3) рассчитать техническую, сменную и годовую (месячную) производительность погрузчика;
- 4) определить необходимый рабочий парк машин.

Содержание работы

В соответствии с указанной в условиях задания моделью погрузчика по Приложению 12 устанавливаются его основные технологические параметры и приводится техническая характеристика.

Необходимо определить производительность погрузчика при его использовании как выемочно-погрузочного и выемочно-транспортирующего оборудования.

Забой одноковшового погрузчика - торцевой, фронтальный или забой-площадка. В практике применяется ряд схем работы погрузчиков в забое (рис. 8.1). Наибольшая высота уступа 8-15 м.

Минимальная ширина заходки погрузчика, м:

$$A_{\min} = b_k + c, \quad (8.1)$$

где b_k - ширина ковша погрузчика, м;

c - наименьшее расстояние между погрузчиком и нижней бровкой развала или уступа, м ($c = 0,4-0,6$ м).

Наиболее высокая производительность мощных погрузчиков достигается при ширине заходки 12-15 м, позволяющей применять рациональные схемы поворота погрузчика и автосамосвалов.

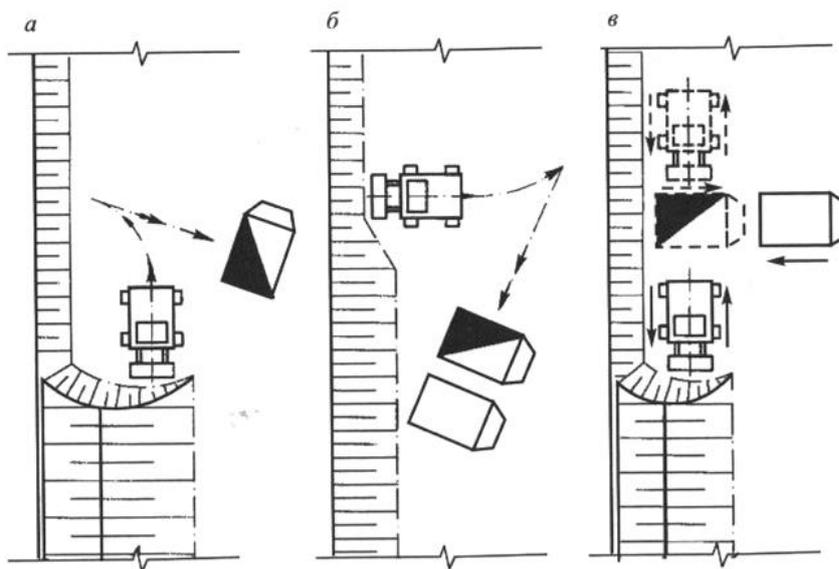


Рис. 8.1. Схемы маневрирования погрузчиков и автосамосвалов при выемочно-погрузочных работах

Определяется продолжительность рабочего цикла погрузчика

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{ч}} \frac{2l}{V_{\text{ср}}} + t_{\text{р}}, \text{ с}, \quad (8.2)$$

где $t_{\text{ч}}$ — время черпания, с (принимается по Приложению 13); l - расстояние транспортирования, м (из исходных данных); $V_{\text{ср}}$ — средняя скорость движения погрузчика вперед и назад, м/с (принимается минимальная — рабочая скорость); $t_{\text{р}}$ — время разгрузки, с ($t_{\text{р}} = 3 \div 4$ с).

Полученные значения $T_{\text{ц}}$ сопоставить с данными прил. 13.

Определяется техническая производительность погрузчика по выражению

$$Q_m = \frac{3600 E_p}{T_{\text{ц}}}, \text{ м}^3 / \text{ час}, \quad (8.3)$$

где E_p — расчетная вместимость ковша, m^3 .

Величина E_p при этом определяется по выражению

$$E_p = \frac{q_n k_{н.к}}{\gamma k_{рк}}, m^3, \quad (8.4)$$

где q_n — номинальная грузоподъемность погрузчика, т; γ плотность породы в массиве, t/m^3 ; $k_{н.к}$ и $k_{рк}$ — коэффициенты наполнения ковша и разрыхления породы в ковше.

Значения коэффициентов $k_{н.к}$ и $k_{рк}$ возможно принимать в соответствии с приведенной ниже таблицей

| Свойства пород | Мягкие | Плотные | Скальные и полускальные | | |
|--|-----------|----------|-------------------------|---------------------------|------------------|
| | | | $d_{ср} < 0,3$ м | $d_{ср} = 0,3 \div 0,4$ м | $d_{ср} > 0,4$ м |
| $K_{н.к}$ | 1,2÷1,25 | 1,1÷1,15 | 0,9÷1,0 | 0,7÷0,9 | 0,6÷0,7 |
| $K_{рк}$ | 1,20÷1,25 | 1,25÷1,3 | 1,3÷1,4 | 1,4÷1,5 | 1,5÷1,7 |
| <i>Примечание.</i> Более мощным погрузчикам соответствуют большие значения $k_{н.к}$ и меньшие значения $k_{рк}$ | | | | | |

Определяются сменная и годовая производительность погрузчика

Сменная производительность

$$Q_{см} = Q_m T_{см} k_u, m^3 / см, \quad (8.5)$$

где $T_{см}$ — продолжительность смены, ч (принимать $T_{см} = 8$ ч); k_u — коэффициент использования рабочего времени погрузчика:

- при погрузке в автосамосвалы и думпкары $k_u = 0,75-0,8$;
- при разгрузке в рудоскаты и приемные бункеры дробилок $k_u = 0,85 \div 0,9$.

Годовая производительность

$$Q_{год} = Q_{см} n_{см} N_p, m^3 / год, \quad (8.6)$$

где $n_{см}$ — количество рабочих смен в сутки ($n_{см} = 2 \div 3$); N_p - количество рабочих дней в году (при двухсменной работе с одним выходным днем при расчетах можно принимать $N_p = 250$).

Определяется рабочий парк погрузчиков по выражения

$$N = \frac{V_{год}}{Q_{год}}, \quad (8.7)$$

где $V_{год}$ — годовой объем горных работ, m^3 (принимается по расчетным данным практической работы №1).

По результатам расчетов вычерчивается паспорт выемочно-погрузочных работ с использованием погрузчика. Пример паспорта выемочно-погрузочных работ представлен на рис. 8.2.

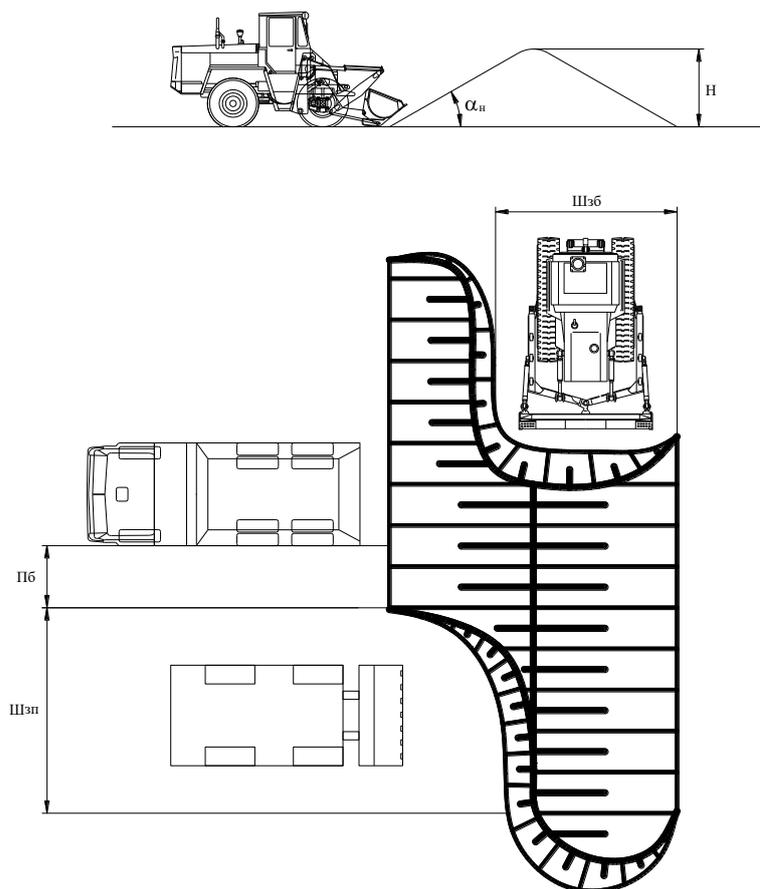


Рис.8.2. Паспорт погрузки горной массы погрузчиком и бульдозером:
 H - высота насыпи, м; α_n - угол откоса насыпи, град; P_6 - безопасное расстояние между погрузчиком и автосамосвалом, м; $Ш_{зп}$ - ширина забоя погрузчика, м; $Ш_{зб}$ - ширина забоя бульдозера, м.

Практическая работа №8

ВЫЕМКА ПОРОД РОТОРНЫМИ ЭКСКАВАТОРАМИ. РАСЧЕТ ИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

Общие положения и исходные данные

В результате выполнения данной работы студент должен ознакомиться с условиями использования роторных экскаваторов на карьерах, с техническими характеристиками, технологическими параметрами и основными производителями данного оборудования, изучить технологию выполнения работ и научиться определять производительность машин, их количество для выполнения заданного объема работ, а также разрабатывать паспорт выполнения выемочных работ роторными экскаваторами.

В соответствии с исходными данными к заданию при использовании экскаваторов необходимо:

- привести техническую характеристику выбранного экскаватора;
- рассчитать техническую, сменную и годовую (месячную) производительность роторного экскаватора;
- определить необходимый рабочий парк машин;
- вычертить схемы выемки и погрузки породы.

Содержание работы

У роторных экскаваторов разделение функций выемки и транспортирования породы снижает по сравнению с цепными массу экскаватора на единицу производительности, позволяет увеличить

усилие черпания до $10 - 14 \text{ кгс/см}^2$ и уменьшить расход электроэнергии. Повышенные усилия копания и широкий диапазон регулирования толщины стружки позволяют экскавировать плотные и мерзлые породы ($\Pi \varepsilon < 12 \div 14$). Эффективно осуществляется роторными экскаваторами раздельная выемка. Процесс черпания сравнительно легко поддается автоматизации. Недостатки: сезонность работы при нормальных усилиях черпания, большие динамические колебания роторной стрелы у крупных моделей, затрудненность борьбы с налипанием на рабочий орган и конвейерные ленты экскавируемых влажных и вязких глин.

Технические характеристики роторных экскаваторов представлены в приложении 15.

Забой роторного экскаватора может быть продольным (фронтальным) или торцевым.

Фронтальный забой используется в редких случаях - при эксплуатации роторных экскаваторов на рельсовом ходу, а также при раздельной выемке.

Торцевой забой типичен для роторных экскаваторов на гусеничном и шагающем - рельсовом ходу. Отработка его производится с непрерывным поворотом роторной стрелы и горизонтальной плоскости и периодическим - в вертикальной плоскости (рис. 11.1, 11.2).

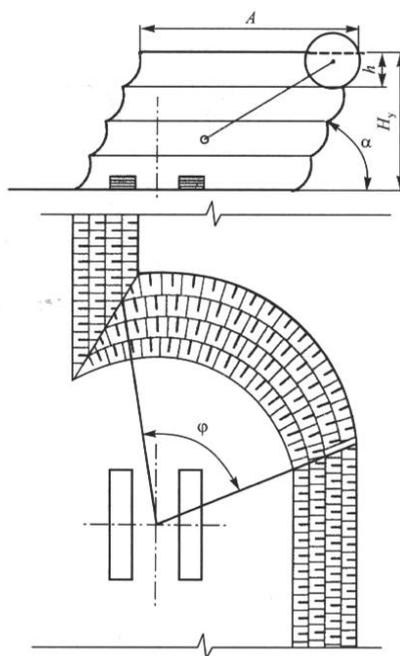


Рис. 11.1 Схема выемки породы роторным экскаватором при работе торцевым забоем

H_y – высота уступа; h – высота стружки; A - ширина заходки; α - угол откоса уступа; φ - рабочий угол поворота экскаватора

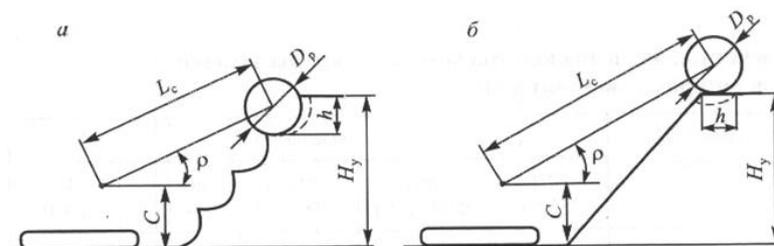


Рис. 11.2 Схемы к определению высоты уступа при выемке породы вертикальными (а) и горизонтальными (б) стружками

L_c – длина роторной стрелы; C – высота закрепления опорного шарнира стрелы; ρ – угол наклона роторной стрелы к горизонту; D_p – диаметр роторного колеса

При работе, экскаватора в торцевом забое, м:

$$A = 1,5 \cdot R_{ч. \max} - h_y \cdot \text{ctg} \alpha, \quad (11.1)$$

где $R_{ч. \max}$ - максимальный радиус черпания, м;

При работе экскаватора во фронтальном забое, м:

$$A = 2 R_{ч. \max} \sin \frac{\varphi}{2}; \quad (11.2)$$

Определяем эксплуатационную производительность экскаватора по формуле, м³:

$$Q_{ч} = 60 \cdot E \cdot n_{ч} \cdot \frac{K_{и}}{K_{р}} \cdot K_{и}, \quad (11.3)$$

где E - емкость ковша экскаватора, м³;

n_ч - число разгрузок в минуту; определяем в зависимости от плотности пород;

K_и - коэффициент наполнения пород;

K_{раз} - коэффициент разрыхления экскавируемых пород;

Число разгрузок (n_ч) определяется скоростью и шагом ковшовой цепи у цепных экскаваторов, скоростью вращения и количеством черпаков на роторном колесе у роторных экскаваторов. В легкоэкскавируемых породах число черпаний увеличивают, в трудноэкскавируемых — уменьшают.

Число разгрузок ковшей роторных экскаваторов в минуту определяют по формуле

$$n_{ч} = m \cdot N \quad (11.4)$$

где m — число ковшей на роторном колесе;

N — число оборотов роторного колеса в минуту.

K_и - коэффициент использования экскаватора во времени K_и=0,5÷0,9.

Определяем суточную производительность экскаватора по формуле, м³:

$$Q_{сут} = Q_{см} \cdot n_{см} \cdot T_{см}, \text{ м}^3 \quad (11.5)$$

Определяем годовую производительность экскаватора по формуле, м³:

$$Q_{г} = Q_{сут} \cdot N, \text{ м}^3 \quad (11.6)$$

где N - число рабочих дней в году;

Необходимое число экскаваторов:

$$N_{э} = \frac{Q_{в}}{Q_{г}} \quad (11.7)$$

где Q_в - объем пород, предназначенных для разработки роторными экскаваторами в течение года, м³.

При использовании в карьере роторных экскаваторов и на вскрышных и на добычных работах, расчеты выполняются отдельно для каждого вида работ.

Практическая работа №9

ВЫЕМКА ПОРОД РОТОРНЫМИ МНОГОКОВНОВЫМИ ЦЕПНЫМИ ЭКСКАВАТОРАМИ. РАСЧЕТ ИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

Общие положения и исходные данные

Цель работы состоит в том, чтобы научиться определять: производительность многоковшовых цепных экскаваторов, выбирать модели из существующего модельного ряда, потребное количество экскаваторов для производства работ на карьере.

В соответствии с исходными данными к заданию при использовании экскаваторов необходимо:

- привести техническую характеристику выбранного экскаватора;
- рассчитать техническую, сменную и годовую (месячную) производительность цепного экскаватора;
- определить необходимый рабочий парк машин;
- вычертить схемы выемки и погрузки породы.

Содержание работы

Цепные экскаваторы применяют на вскрышных и добычных работах при разработке только мягких пород с удельным сопротивлением копанию, не превышающем $0,6 \div 0,7$ МПа. Они успешно работают на выемке песчано-глинистых пород и бурых углей невысокой прочности и лишь самые мощные цепные экскаваторы могут работать на выемке пород с удельным сопротивлением копанию до $1,4 \div 1,5$ МПа.

Однако они не приспособлены для выемки промерзших пород даже при небольшой глубине промерзания. Поэтому в районах с отрицательными температурами цепные экскаваторы эксплуатируют в сезонном режиме, только в теплое время года. Зимние месяцы используются при этом для проведения ремонтов и выполнения других вспомогательных работ.

Цепные экскаваторы, по аналогии с роторными, используют как в качестве самостоятельных средств выемки и погрузки горной массы в транспортные средства, так и в комплексе с транспортно-отвальными мостами или консольными отвалообразователями. При высокой производительности экскаваторов, которая у наиболее крупных машин достигает $10,5 \div 14,5$ тыс. $\text{м}^3/\text{ч}$ по рыхлой породе, их транспортное обслуживание обеспечивается только с помощью конвейеров или железнодорожного транспорта.

Технические характеристики роторных экскаваторов представлены в приложении 16.

Рабочим органом цепного экскаватора (рис. 12.1) является ковшовая рама 3, по направляющим которой с помощью приводной звездочки 5 перемещается бесконечная ковшовая цепь с закрепленными на ней ковшами. Форма ковшей аналогична ковшам роторных экскаваторов — они открыты спереди и сверху. Вместимость ковша у разных по мощности экскаваторов составляет от $0,25 \text{ м}^3$ (250 л) до $4,5 \text{ м}^3$ (4500 л). Режущая кромка ковшей изготавливается из износостойчивой марганцовистой стали.

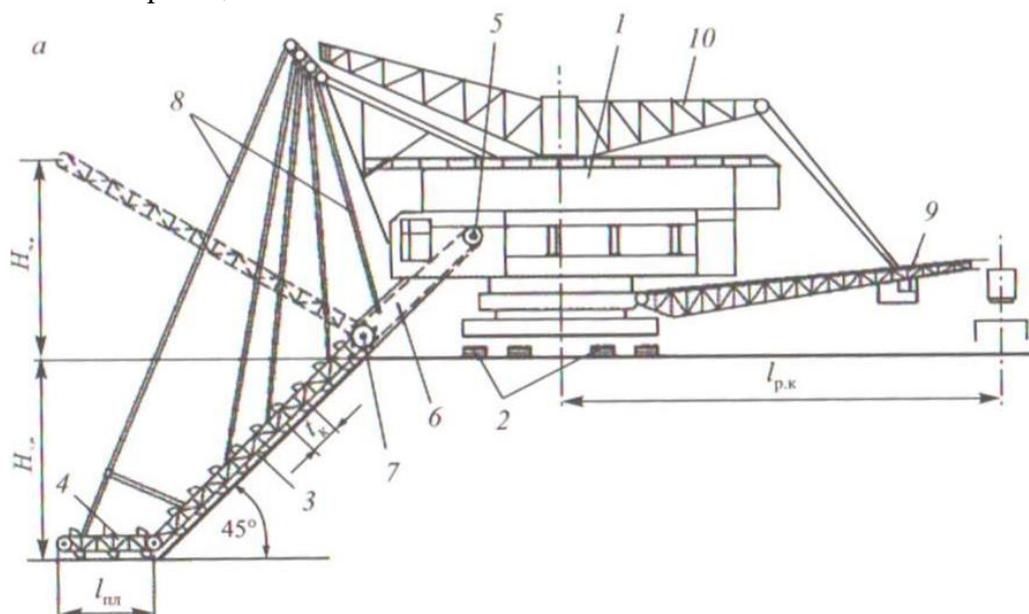


Рис. 12.1. Схема цепного экскаватора (нижнего черпания):

1 — верхнее строение с машинным отделением; 2 — ходовая часть; 3 — ковшовая рама с ковшовой цепью; 4 — планирующее звено; 5 — приводная звездочка; 6 — приемный желоб; 7 — роторное колесо для подборки породы; 8 — подвеска ковшовой рамы; 9 — разгрузочная консоль; 10 — стрела подвески разгрузочной консоли

Ковшовая рама представляет собой достаточно легкую металлическую конструкцию, которая одним концом шарнирно крепится к корпусу экскаватора и удерживается в нужном положении с помощью стрелы (укосины) и системы полиспастов и канатных тяг (рис. 12.1). Рама бывает *жесткой* или *многошарнирной*. Жесткая рама используется при валовой выемке. Многошарнирной раме с помощью канатных тяг можно придавать форму, соответствующую структуре уступа при его селективной разработке. *Планирующее звено* 4 ковшовой рамы, длина которого составляет $2 \div 7$ м, предназначено для уборки породных гребней и выравнивания

площадок уступа. У экскаваторов с нижним черпанием планирующее звено находится внизу, в конце рамы, а у экскаваторов с верхним черпанием — в начале рамы. Планирующее звено связано с рамой шарнирно и может поворачиваться относительно рамы на нужный угол в вертикальной плоскости.

Звенья ковшовой цепи соединяются между собой шарнирами. Ковши крепятся к так называемым *рабочим* звеньям, между которыми находятся от четырех до восьми *холостых* звеньев. Расстояние между соседними ковшами или *шаг установки ковшей* t_k (рис. 1) определяется длиной звена цепи и количеством холостых звеньев, находящихся между соседними рабочими. Шаг установки ковшей должен увеличиваться с увеличением плотности породы. Общее количество ковшей на ковшовой цепи у разных экскаваторов составляет от 20 до 60 шт.

Выемка породы цепными экскаваторами происходит в результате движения ковшовой цепи по направляющим ковшовой рамы при одновременном перемещении рамы вместе с корпусом экскаватора в горизонтальной плоскости. При движении ковшовой цепи ковши, перемещаясь по забою, срезают породу в виде стружки и поднимают ее к находящемуся внутри корпуса экскаватора верхнему барабану (приводной звездочке). Огибая барабан, ковши опрокидываются, порода высыпается из них под действием собственного веса и попадает в бункер экскаватора, откуда поступает в вагоны либо на конвейер разгрузочной консоли.

По взаимному расположению экскаватора и забоя различают экскаваторы *нижнего черпания*, которые осуществляют выемку породы из уступов, находящихся ниже уровня установки экскаватора, и экскаваторы *верхнего черпания*, которые обрабатывают уступы, расположенные выше уровня установки экскаватора. Такие экскаваторы относятся к категории *неповоротных или неполповоротных*.

Содержание работы

Паспортная производительность цепных экскаваторов по разрыхленной горной массе ($Q_{\Pi}^{\text{э}}$,) определяется по формуле, $\text{м}^3/\text{ч}$:

$$Q_{\Pi}^{\text{э}} = E \cdot n_p, \quad (12.1)$$

где E - расчетная скорость движения ковшовой цепи, $\text{м}/\text{с}$; n_p - число разгрузок ковшей в час.

Расчетное число разгрузок в час определяется скоростью движения ковшовой цепи и шагом установки ковшей

$$n_p = 3600 \frac{v_{\text{ч}}}{t_k}, \quad (12.2)$$

где $v_{\text{ч}}$ - расчетная скорость движения ковшовой цепи, $\text{м}/\text{с}$; t_k - шаг установки ковшей, м (см. рис. 12.1).

Обычно число разгрузок ковшей цепных экскаваторов в минуту составляет при разработке рыхлых пород 30—38, суглинистых 22—26, тяжелых глин, мела и мергеля 18—22.

Шаг установки ковшей на ковшовой раме увеличивается с увеличением мощности экскаваторов. У наиболее мощных экскаваторов он достигает 3,2÷3,6 м (приложение 16).

Техническая производительность экскаваторов ($Q_{\text{T}}^{\text{э}}$) определяется по формуле.

$$Q_{\text{T}}^{\text{э}} = Q_{\Pi}^{\text{э}} \frac{K_{\text{н.к.}}}{K_{\text{р.к.}}} K_{\Pi} \quad K_3 = 3600 E \frac{v_{\text{ч}}}{t_k} K_3 K_{\Pi} K_3, \quad \text{м}^3/\text{ч} \quad (12.3)$$

где K_3 - коэффициент экскавации; K_{Π} - коэффициент, учитывающий влияние свойств разрабатываемой породы; K_3 - коэффициент влияния типа забоя.

Коэффициент экскавации зависит от свойств породы, вместимости ковша (мощности экскаватора) и направления черпания (приложение 17).

При работе нижним черпанием коэффициент экскавации увеличивается по сравнению с верхним черпанием за счет увеличения коэффициента наполнения ковшей. Он увеличивается также с ростом мощности экскаватора.

Коэффициент влияния породы (K_{Π}) может быть установлен по соотношению

$$K_{\Pi} = \frac{n_{\text{р}}^{\text{ф}}}{n_{\text{р}}^{\text{п}}} \quad (12.4)$$

где $n_{\text{р}}^{\text{ф}}$ - фактическое число разгрузок ковшей в единицу времени; $n_{\text{р}}^{\text{п}}$ - фактическое число разгрузок ковшей в единицу времени.

При этом расчетное (паспортное) количество разгрузок ковшей определяется по выражению (12.1), а их фактическое количество может быть принято в соответствии с данными, приведенными в [15].

Коэффициент влияния забоя (K_3) при выемке фронтальным забоем параллельными однорядными и многорядными стружками можно принимать равным единице, а при веерных стружках — 0,97. При выемке торцовым забоем параллельными однорядными, параллельными многорядными и веерными стружками величина K_3 составляет, соответственно 0,8; 0,88 и 0,85.

Эксплуатационная (суточная) производительность ($Q_{\text{сут}}^3$) определяется по формуле:

$$Q_{\text{сут}}^3 = Q_{\text{т}}^3 \cdot T \cdot K_{\text{и}} \quad (12.5)$$

где $T_{\text{сут}}$ — число часов работы экскаватора в сутки; $K_{\text{и}}$ - коэффициент использования экскаватора (при работе с погрузкой в железнодорожный транспорт $K_{\text{и}}$ можно принимать равным 0,6÷0,7 и при использовании конвейерного транспорта 0,85÷0,9).

Схема выемки породы цепным экскаватором нижнего черпания торцовым забоем представлена на рис 12.2. Возможная схема раздельной выемки цепным экскаватором с многошарнирной выдвигной ковшовой рамой представлена на рис 12.3.

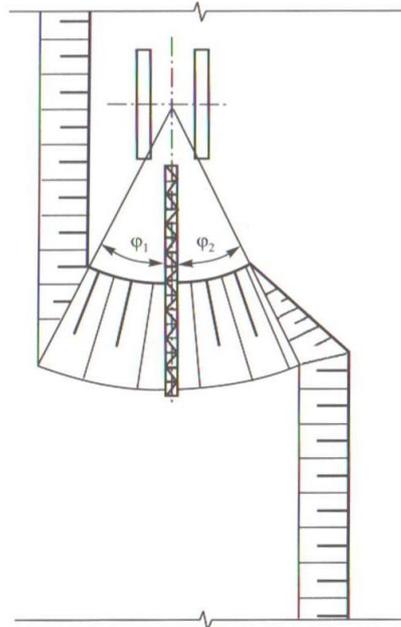


Рис. 12.2. Схема выемки породы цепным экскаватором нижнего черпания торцовым забоем

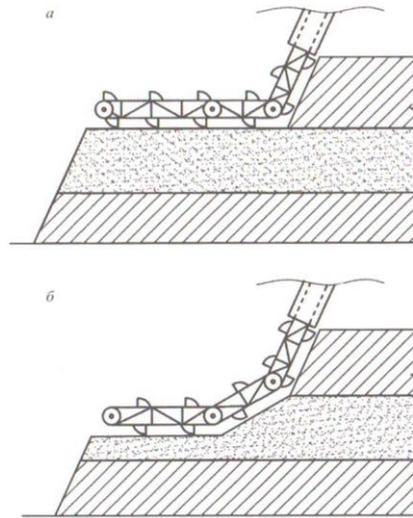


Рис. 12.3. Схема раздельной выемки цепным экскаватором с многошарнирной выдвигной ковшовой рамой

Годовая производительность экскаватора зависит от длительности сезона его работы. При добыче угля экскаваторы могут работать круглый год. При выемке мягких пород, склонных к промерзанию, длительность сезона зависит от климатических условий района расположения месторождения. В южных районах сезон может продолжаться с марта по декабрь, а его длительность составляет 4800÷5000 часов. В районах средней полосы сезон продолжается с апреля-мая по ноябрь при его длительности 4200÷4400, а в северных районах – с мая по октябрь при длительности 3700÷3900 ч.

С учетом режима работы экскаватора определяется необходимое количество машин для выполнения выемочно-погрузочных работ на карьере.

Практическая работа №10

ВЫЕМКА ПОРОД ФРЕЗЕРНЫМИ КОМБАЙНАМИ. РАСЧЕТ ИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

Общие положения и исходные данные

Цель работы состоит в том, чтобы научиться определять: производительность фрезерных комбайнов для послойной разработке пород, выбирать модели из существующего модельного ряда, потребное количество комбайнов для производства работ на карьере.

В соответствии с исходными данными к заданию при использовании фрезерных комбайнов необходимо:

- привести техническую характеристику выбранного фрезерного комбайна;
- рассчитать техническую, сменную и годовую (месячную) производительность фрезерных комбайнов;
- определить необходимый рабочий парк машин;
- вычертить схемы выемки и погрузки породы.

Содержание работы

Наибольшее распространение на карьерах во всем мире получили фрезерные комбайны фирмы «Wirtgen GmbH» (Германия). В настоящее время фирмой «Wirtgen GmbH» разработаны и выпускаются три базовые модели горных комбайнов Wirtgen SM для открытой разработки месторождений (табл. 13.1).

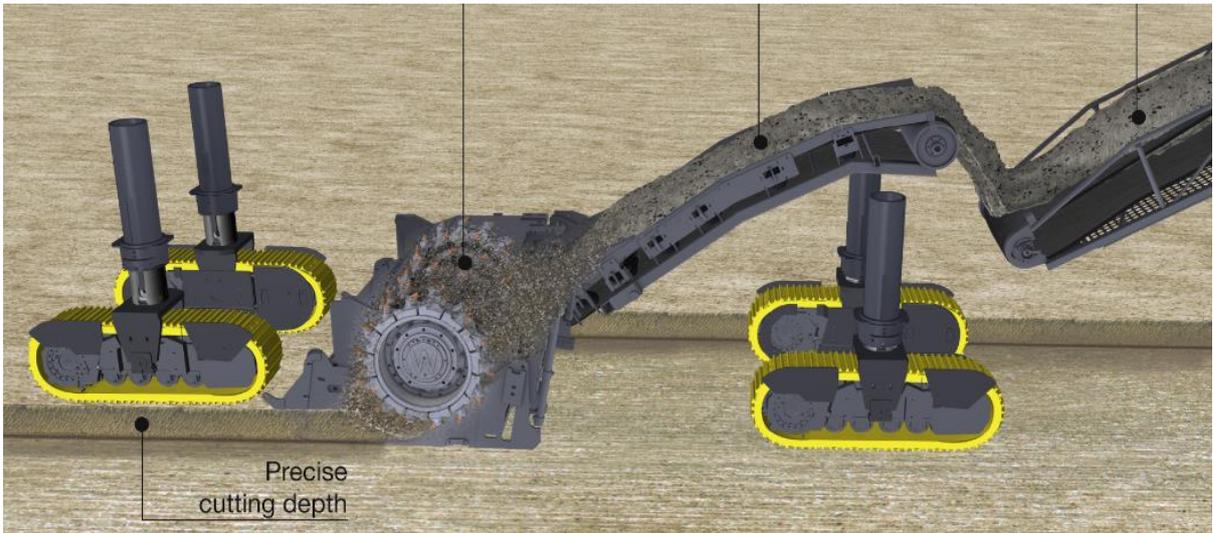


Рис. 13.1 Схема работы фрезерных комбайнов

Технические характеристики роторных экскаваторов представлены в приложении 17.

Выемочно-погрузочные работы при послойной разработке массива горных пород осуществляются в процессе поступательного непрерывного движения комбайна, причем в отличие от традиционной технологии (с применением ковшовых или роторных экскаваторов) забоем служит не откос уступа, а поверхность горизонтальной или наклонной площадки, на которой после прохода комбайна образуются вертикальные подступы высотой, равной высоте фрезеруемого слоя (рис.13.2).

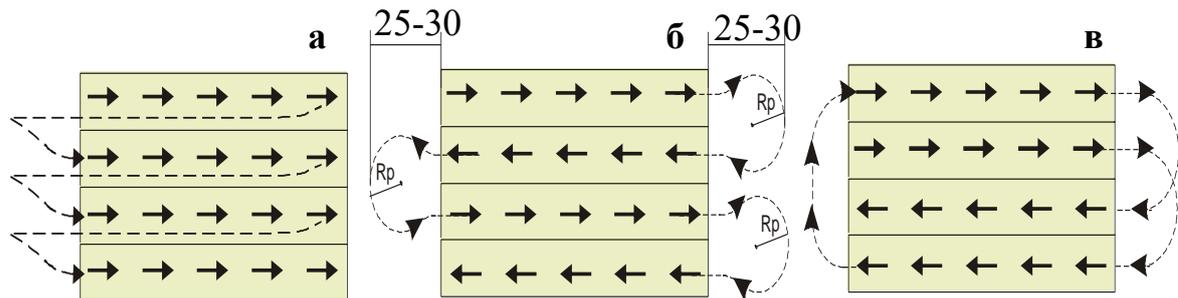


Рис. 13.2. Технологические схемы работы фрезерного комбайна: *а* – челночная; *б, в* – петлевые, соответственно с последовательной и переменной установкой фрезерного комбайна на новую заходку. Стрелками показано направление фрезерования, пунктирной линией – холостой пробег; R_p – радиус разворота фрезерного комбайна.

Благодаря мобильности комбайна и возможности селективной технологии разработки месторождения, обеспечивается высокий уровень поточности горного производства в сочетании с автоматизацией выемочно-погрузочных (послойно-полосная технология), транспортных и сортировочных операций (послойно-порционная технология). Погрузка добытых и дробленых пород осуществляется либо непосредственно в транспортные средства (самосвалы, конвейеры и др.) через погрузочный конвейер комбайна, либо отсыпается в штабель для последующей отгрузки погрузочно-доставочными машинами.

В наибольшей мере преимущества применения комбайнов SM реализуются при наличии значительного фронта работ, когда может быть обеспечена их непрерывная работа с минимальным числом вспомогательных операций и холостых проходов.

Скорость комбайна при фрезеровании в основном ограничивается сопротивлением пород массива: для крепких пород ($\sigma_{сж} > 80$ МПа) скорость составляет $v_p = 3 \div 5$ м/мин, для пород средней крепости ($\sigma_{сж} = 40 \div 80$ МПа) – $v_p = 5 \div 10$ м/мин, для мягких ($\sigma_{сж} < 80$ МПа) – $v_p = 10 \div 20$ м/мин.

Одновременно рабочая скорость комбайна может влиять на фракционный состав горной массы: чем выше скорость, тем больше выход крупных классов, и наоборот, чем меньше скорость, тем мельче фракции. [24, 25].

Расчет производительности фрезерных комбайнов осуществляем следующим образом.

- общая формула, применимая для всех схем работы

Часовая производительность:

$$Q_{\text{час}} = \frac{60}{T} \cdot b \cdot h \cdot L_{\text{бл}} \cdot K_{\text{и}}, \text{ м}^3 / \text{час} \quad (13.1)$$

где T – время цикла, мин;

h – глубина фрезерования, м;

b – ширина фрезерования (равна ширине барабана фрезерного комбайна), м;

$K_{\text{и}}$ – коэффициент использования комбайна ($K_{\text{и}} = 0,8$);

$L_{\text{бл}}$ – длина рабочего блока (хода фрезерования), м.

Сменная производительность:

$$Q_{\text{см}} = (T_{\text{см}} - T_{\text{л.н.}}) \cdot Q_{\text{час}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \text{ м}^3 / \text{смену} \quad (13.2)$$

где $T_{\text{см}}$ – продолжительность смены, час;

$T_{\text{л.н.}}$ – время на личные надобности, час (0,2 часа);

K_1 – коэффициент, учитывающий затраты времени на техническое обслуживание агрегатов машины ($K_1=0,8$);

При разработке вскрышных пород сменная производительность может быть увеличена при поточной технологии в 2 раза, а при цикличной в 1,6 раза, т.к. скорость фрезерования по вскрышным породам увеличивается.

K_2 – коэффициент, учитывающий потерю времени на замену резцов ($K_2=0,9$);

K_3 – коэффициент, учитывающий потери времени при замене и установке автосамосвалов под погрузку ($K_3=0,95$).

Поточная схема «передвигающаяся» петля:

- расчет времени фрезерования одной петли (время цикла):

$$T = t_0 + t_{\text{ф.п.}} + t_{\text{ф.р.}} + t_{\text{п}}, \text{ мин} \quad (13.3)$$

где t_0 , $t_{\text{п}}$ – время опускания и поднятия барабана на забой или от него до начала движения, соответственно 30 и 20 сек.;

$t_{\text{ф.п.}}$ – время фрезерования полосы:

$$t_{\text{ф.п.}} = \frac{L}{v_{\text{ф.п.}}}, \text{ мин} \quad (13.4)$$

где L – длина прямолинейного участка полосы, м

$v_{\text{ф.п.}}$ – скорость фрезерования согласно техническим характеристикам, м/мин;

$t_{\text{ф.р.}}$ – время фрезерования, за которое происходит разворот на противоположную полосу, м/мин;

$$t_{\text{ф.р.}} = \frac{L_0}{v_{\text{ф.п.}}}, \text{ мин} \quad (13.5)$$

где L_0 – длина части окружности, по которой происходит разворот фрезерного комбайна, м.

Цикличная «челноковая» схема:

- расчет времени цикла при цикличной схеме работы

$$T = t_0 + t_{\text{ф.п.}} + t_{\text{п}} + t_{\text{х.х.}}, \text{ мин} \quad (13.6)$$

где $t_{\text{х.х.}}$ – время холостого хода:

$$t_{\text{х.х.}} = \frac{L_{\text{х.х.}}}{v_{\text{х.х.}}}, \text{ мин} \quad (13.7)$$

где $L_{х.х.}$ – длина холостого хода, м:

$$L_{х.х.} = L + 2 \cdot B_p, \text{ м} \quad (13.8)$$

где B_p – ширина врубовых выработок (три прохода), м.

Циклическая технология при схеме с разворотом и фрезерованием в обратном направлении:

$$T = t_0 + t_{ф.п.} + t_{п.} + t_{раз.}, \text{ мин} \quad (13.9)$$

где $t_{раз.}$ – время, затрачиваемое на поворот комбайна для фрезерования в обратном направлении.

$$t_{раз.} = \frac{2\pi(6 \div 8)b}{v_{х.х.}}, \text{ мин} \quad (13.10)$$

где b – ширина барабана машины, м.

Паспорт производства выемочно-погрузочных работ с применением фрезерного комбайна и погрузкой породы в автосамосвалы показан на рис. 13.3.

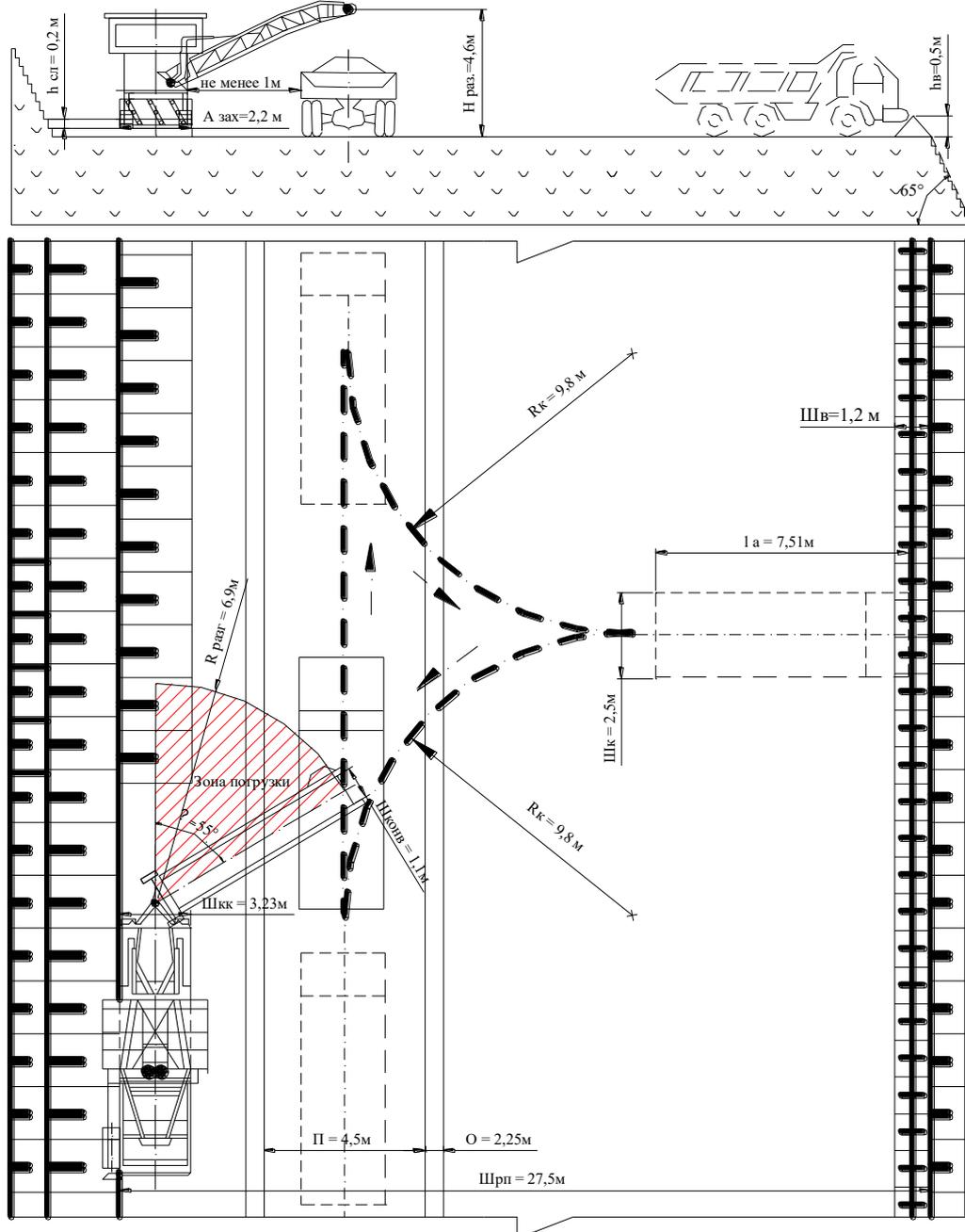


Рис. 13.3. Паспорт производства выемочно-погрузочных работ с применением фрезерного комбайна

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №11

ПЕРЕМЕЩЕНИЕ КАРЬЕРНЫХ ГРУЗОВ АВТОТРАНСПОРТОМ

Задание для расчетной работы: выбрать тип и рассчитать производительность карьерных автосамосвалов.

Исходные данные для выполнения работы представлены в приложении 2. Также используются результаты расчетов практической работы №3.

Карьерный транспорт предназначен для перемещения горной массы (вскрыши и полезного ископаемого) от забоев до пунктов разгрузки. Он является связующим звеном в технологическом процессе.

Тип карьерного автосамосвала выбирается из условия оптимального сочетания геометрических емкостей кузова (V_a) и ковша экскаватора (E). Наиболее целесообразным считается соотношение $V_a/E=4\div6$.

Число автосамосвалов рассчитывается для каждого экскаватора отдельно. Рабочий парк автосамосвалов устанавливается по условию обеспечения непрерывной работы рабочего парка экскаваторов.

Производительность автосамосвала, т/смен.

$$Q_{ac(смен)} = q_{ac(фкт)} \frac{T_{смен}}{t_{pc}} K_{и(ас)}, \quad (20)$$

где $q_{ac(фкт)} = q_{ac(тех)} K_{q(a)}$ - фактическая грузоподъемность автосамосвала, т;

$q_{ac(тех)}$ - техническая грузоподъемность автосамосвала, т;

$K_{q(a)}$ - коэффициент использования грузоподъемности автосамосвала. Принимается равным $0,85\div0,9$;

$T_{смен}$ - продолжительность смены;

t_{pc} - длительность одного рейса автосамосвала, ч;

$K_{и(ас)}$ - коэффициент использования автосамосвала во времени. Принимается равным $0,75$.

Продолжительность одного рейса автосамосвала, ч

$$t_{pc} = t_{пгр} + t_{дв} + t_{разг} + t_{мнв}, \quad (21)$$

где $t_{пгр}$ - время погрузки автосамосвала, ч;

$t_{дв}$ - время движения автосамосвала с грузом и без груза, ч;

$t_{разг}$ - время разгрузки автосамосвала. Принимается равным $0,02$ ч;

$t_{мнв}$ - время на выполнение манёвров при погрузке и разгрузке. Принимается равным $0,03$ ч.

Время погрузки автосамосвала, ч

$$t_{пгр} = \frac{V_a K_{шп} t_{ц}}{0,9 V_{квш} K_{э} 3600}, \quad (22)$$

где V_a - ёмкость кузова принятого типа автосамосвала, m^3 ;

$K_{шп}$ - коэффициент, учитывающий погрузку автосамосвала с верхом («шапкой»). Принимается равным $1,1\div1,15$;

$t_{ц}$ - время цикла экскаватора, с.;

$V_{квш}$ - ёмкость ковша экскаватора, m^3 ;

$K_{э}$ - коэффициент экскавации.

Время движения

$$t_{дв} = t_{дв(гр)} + t_{дв(пр)} = \frac{L_a}{V_{гр}} + \frac{L_a}{V_{пр}}, \quad (23)$$

где $t_{дв(гр)}$ - время движения груженого автосамосвала, ч;

$t_{дв(пр)}$ - время движения порожнего автосамосвала, ч;

L_a - расстояние перемещения грузов автосамосвалами;

$V_{гр}$ - скорость движения гружёного автосамосвала. Принимается равным 14 км/ч;

$V_{пр}$ - то же порожнего автосамосвала. Принимается равным 25 км/ч.

Количество автосамосвалов, обслуживающих один экскаватор

$$n_{ac} = \frac{t_{pc}}{t_{пгр}} \quad (24)$$

Необходимое количество работающих автосамосвалов

$$n'_{ac} = n_{э(нбх)} n_{ac}, \quad (25)$$

где $n_{э(нбх)}$ - необходимое количество рабочих экскаваторов.

Рабочий парк автосамосвалов на карьере

$$n_{ac(p)} = \frac{Q_{к(смен)}}{Q_{a(смен)}}, \quad (26)$$

где $Q_{к(смен)}$ - сменный грузооборот карьера, т/смен.

$$Q_{к(смен)} = \frac{Q_{к(сут)}}{n_{смен}}, \quad (27)$$

где $Q_{к(сут)}$ - суточный грузооборот карьера, т/сут;

$n_{смен}$ - количество рабочих смен в сутки.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №12

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ КАРЬЕРНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Задание для расчетно-графической работы: определить параметры транспортных берм. По результатам расчета вычертить транспортную берму в разрезе. Чертеж выполнить в масштабе 1:100 или 1:200. На чертеже обозначить все рассчитанные параметры.

Исходные данные для выполнения работы представлены в приложении 2. Также используются результаты расчетов практических работ №3, 4.

Перемещение карьерных грузов автомобильным транспортом осуществляется по карьерным автодорогам, по поверхности и далее по отвалам либо складам полезного ископаемого. Параметры автомобильных дорог должны обеспечить перемещение необходимого количества грузов, а также безопасность движения автосамосвалов.

Грузонапряженность – это количество груза, перевозимое по участку дороги в единицу времени:

$$W_{бр} = Q_{к(гм)} + \frac{Q_{к(гм)} \cdot \phi}{q}, \text{ т/год} \quad (28)$$

где $Q_{к(гм)}$ - проектируемый объем перевозки горной массы, т/год;

ϕ - собственная масса автосамосвала, т;

q - грузоподъемность автосамосвала, т.

На рис.3 приведена схема к определению ширины транспортной бермы в карьере

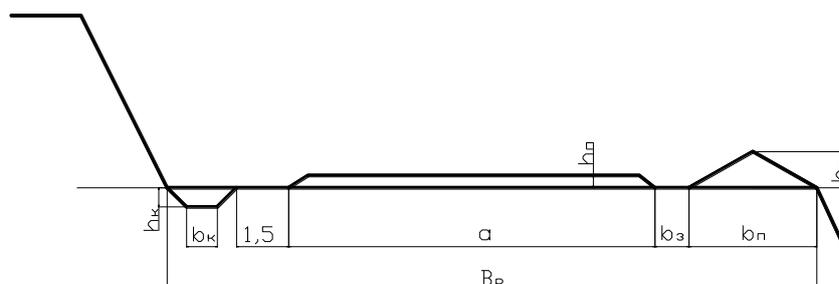


Рисунок 3 - Схема к определению ширины транспортной бермы при автомобильном транспорте

В соответствии с грузонапряженностью устанавливается техническая категория дороги (табл.1). Временные дороги относятся к третьей категории.

Таблица 1 – Техническая классификация карьерных постоянных автодорог

| Категория дороги | I | II | III |
|--|-----|------------|-----|
| Грузонапряженность, млн т брутто в год | >25 | от 25 до 3 | <3 |
| Расчетная скорость движения на прямых участках, км/ч | 50 | 40 | 30 |
| То же на поворотах, серпантинах, перекрестках, км/ч | 30 | 25 | 20 |

Для выбранного автосамосвала рассчитывается ширина транспортной бермы в рыхлых и скальных породах (рис.7.6):

$$B_p = a + 2h_b + 1,5h_n + 3h_k + b_k + b_z + b_n + 2,0, \text{ м} \quad (29)$$

где а - ширина проезжей части дороги, принимается на основании выбранного типа автосамосвала и грузонапряженности дороги. Значение ширины проезжей части в зависимости от категории автодороги, числа полос движения и принятого типа автосамосвала выбирается по таблице 2.

Таблица 2 – Ширина проезжей части

| Грузоподъемность машины, т | Ширина машины, м | Ширина проезжей части, м | | | |
|----------------------------|------------------|---------------------------|------|------|---------------------------|
| | | при двухполосном движении | | | При однополосном движении |
| | | I | II | III | |
| 27-30 | <3,5 | 11 | 10,5 | 10 | 5,5 |
| 40-45 | <4 | 12,5 | 12 | 11,5 | 6 |
| 65-80 | <5 | 15,5 | 15 | 14,5 | 7 |
| 100-120 | <5,5 | 17 | 16,5 | 16 | 8 |
| 150-180 | <6,5 | 20 | 19,5 | 19 | 9 |

h_b - высота ограждающего вала. Вал сооружается из скальных пород. Высота вала зависит от грузоподъемности машины и составляет: при q до 20 т – 0,7 м;

$$q = 27 - 75 \text{ т} - 1,0 \text{ м};$$

$$q = 110 - 180 \text{ т} - 1,2 \text{ м};$$

h_{Π} - толщина слоя дорожной одежды (в рыхлых породах - 0,8 м, в скальных породах - 0,25-0,3 м);

h_k - глубина кювета (в полускальных и рыхлых породах – не менее 0,6 м, в скальных породах – не менее 0,3 м);

b_k - ширина дна кювета, м ($\geq 0,4$ м);

b_{Π} - ширина предохранительного вала, м;

$b_3 \geq 0,5$ м

Пропускная способность автодороги, маш/ч

$$N_{ад} = \frac{1000 V'_{ac} K_{нрм} n}{L_6}, \quad (30)$$

где V'_{ac} - средняя скорость движения автосамосвала по карьерным дорогам;

$K_{нрм}$ - коэффициент неравномерности движения. Принимается равным 0,5÷0,8;

n - число полос движения;

L_6 - минимально допустимое безопасное расстояние между следующими друг за другом автосамосвалами. Принимается не менее 50 м.

Провозная способность автодороги, т/ч

$$M_a = \frac{Q_{ac(фкт)} N_{ад}}{f}, \quad (31)$$

где f - коэффициент резерва. Принимается равным 1,75÷2,0

Возможную провозную способность автодороги следует сравнить с необходимой по заданию производительностью карьера и сделать выводы по изменению параметров траншей и организации движения автосамосвалов на карьере.

Таблица 1 - Техническая характеристика отечественных рыхлителей.

| Показатели | ДП-26СЛ | ДП-22С Л | ДП-9ВХЛ | ДП-10С | ДП-29АХ | ДП-141ХЛ | ДП-35УХ |
|-------------------------------------|---------|----------|----------|--------|---------|----------|---------|
| Базовый трактор | Т-130 | Т-180КС | ДЭТ-250М | Т-330 | Т-330 | Т-500 | Т-50.01 |
| Мощность двигателя, кВт | 118 | 133 | 243 | 250 | 250 | 353 | 523 |
| Тяговый класс, кН | 100 | 150 | 250 | 250 | 250 | 350 | 750 |
| Число зубьев | 1 | 1;3 | 1 | 1;3 | 1 | 1 | 1 |
| Расстояние между осями зубьев, мм | - | 795 | - | 700 | - | - | - |
| Ширина наконечника зуба, мм | 66 | 86 | 105 | 114 | 114 | 120-125 | 125-130 |
| Глубина рыхления, мм | 450 | 500 | 1200 | 700 | 700 | 1300 | 1780 |
| Угол рыхления, градус | 45 | 48 | 45 | 45 | 45-50 | 25-50 | 30-83 |
| Масса рыхлительного оборудования, т | 1,4 | 3,1 | 3,9 | 5,4 | 6,6 | 7 | 12,7 |

Таблица 2 - Техническая характеристика бульдозерно-рыхлительных агрегатов отечественного производства

| Показатели | ДЗ-116А; ДЗ-116В | ДЗ-117; ДЗ-117А | ДЗ-35С; ДЗ-22С | ДЗ-126; ДЗ-126А | ДЗ-94С; ДЗ-95С | ДЗ-129ХЛ | ДЗ-141ХЛ | ДЗ-159УХЛ; ДП-35УХЛ | |
|-------------------|----------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------|----------|------------------------|-------|
| Базовый трактор | Т-130.1 Г-1; Т-130.1 МГ-1; | | Т-180КС | ДЭТ-250М | Т-330 | Т-330Р-1-01 | Т-500Р-1 | Т-50.01 | |
| Тяговый класс, кН | 100 | | 150 | 250 | | | 350 | 750 | |
| Бульдозер | ДЗ-110А; ДЗ-110В | ДЗ-109; ДЗ-109Б | ДЗ-35С | ДЗ-118 | ДЗ-59С; ДЗ-59ХЛ | ДЗ-124ХЛ | ДЗ-141ХЛ | ДЗ-159УХЛ | |
| Рыхлитель | ДП-26С | | ДП-22С | ДП-9ВХЛ | ДП-59ХЛ; ДП-10С | ДП-29АХЛ | ДЗ-141ХЛ | ДП-35УХЛ | |
| Габариты, мм: | длина | 6400 | 6570 | 8350 | 9215 | 8740 | 9290 | 10305 | 11200 |
| | ширина | 3220 | 4120 | 3640 | 4310 | 4730 | 4730 | 4800 | 6050 |
| | высота | 3087 | 3087 | 2825 | 3240 | 3450 | 4230 | 4295 | 4785 |
| Масса, т | 17,8 | 17,9 | 27 | 42 | 52,8 | 50,5 | 59,5 | 90,1 | |

Значения коэффициента $k_{тр}$, учитывающего трещиноватость горных пород в массиве при определении показателя трудности разрушения породы P_p

| Категория пород по трещиноватости | Средний размер структурного породного блока, см | Породы и типичные горно-геологические условия | Значения $k_{тр}$ |
|-----------------------------------|---|--|-------------------|
| I. Чрезвычайно трещиноватые | < 10 | Сильновыветрелые осадочные и метаморфические полускальные породы ($\sigma_{сж} + \sigma_{сдв} + \sigma_{раст} < 70$ МПа) в зонах интенсивных тектонических нарушений; полускальные и скальные нарушенные породы (после взрывания) в верхней части нижележащего уступа высотой 2—6 м | 0,005—0,1 |
| II. Сильнотрещиноватые | 10—20 | Слоистые и сланцевые осадочные и метаморфические полускальные ($\sigma_{сж} + \sigma_{сдв} + \sigma_{раст} < 70$ МПа) и наименее прочные скальные ($\sigma_{сж} + \sigma_{сдв} + \sigma_{раст} < 100$ МПа) породы в геосинклинальных областях | 0,2—0,3 |
| | 20—50 | Массивные осадочные полускальные породы ($\sigma_{сж} + \sigma_{сдв} + \sigma_{раст} < 70$ МПа), магматические и метаморфические скальные породы средней прочности ($\sigma_{сж} + \sigma_{сдв} + \sigma_{раст} = 100 \div 150$ МПа) в зонах сильных тектонических нарушений | 0,4—0,5 |
| III. Среднетрещиноватые | 50—70 | Слоистые и сланцевые осадочные и метаморфические полускальные и скальные породы ($\sigma_{сж} + \sigma_{сдв} + \sigma_{раст} < 100$ МПа) в зонах умеренной тектонической деятельности | 0,6—0,7 |
| III. Среднетрещиноватые | 70—100 | Массивные осадочные полускальные породы ($\sigma_{сж} + \sigma_{сдв} + \sigma_{раст} < 70$ МПа) в платформенных областях; магматические и метаморфические скальные породы ($\sigma_{сж} + \sigma_{сдв} + \sigma_{раст} = 100 \div 50$ МПа) в зонах умеренной тектоники | 0,7—0,8 |
| IV. Малотрещиноватые | 100—120 | Скальные осадочные, метаморфические и магматические породы ($\sigma_{сж} + \sigma_{сдв} + \sigma_{раст} = 100 \div 150$ МПа) в платформенных областях | 0,8—0,9 |
| | 120—150 | Магматические, метаморфические и осадочные скальные породы ($\sigma_{сж} + \sigma_{сдв} + \sigma_{раст} = 150 \div 200$ МПа) в платформенных областях; периферийные части эффузивов | 0,9—0,95 |
| V. Практически монолитные | > 150 | Магматические и метаморфизованные скальные породы ($\sigma_{сж} + \sigma_{сдв} + \sigma_{раст} = 200 \div 250$ МПа) в платформенных областях; центральные части молодых эффузивов; исключительно крупноблочные песчаники и известняки | 0,95—1,0 |

Техническая характеристика станков буровых шарошечных

| Показатели | СБШ-160/200-40Д | 5СБШ-200-36 | 3СБШ-200-60 (3СБШ-200Н) |
|--|------------------|------------------|-------------------------|
| Диаметр долота, мм | 160; 171; 215,9 | 215,9 | 215,9 244,5 |
| Глубина скважины, м, не более | 40,5 | 36 | 60 |
| Направление бурения к вертикали, градус | 0; 15; 30 | 0; 15; 30 | 0; 15; 30 |
| Длина штанги/ход непрерывной подачи, м | 8,5; 9,2 | 9,6/1 | 12/1 |
| Осевое усилие, кН, не более | 235 | 300 | 300 |
| Частота вращения долота, с ⁻¹ | 0—2,0 | 0,25—2,5 | 0,2—2,16 |
| Подача компрессора, м ³ /с | 0,416 | 0,417 | 0,417—0,53 |
| Габариты, мм | 11500x6000x13000 | 10200x5000x14300 | 10100x5300x18400 |
| Масса станка, т | 50 | 66 | 65 |

| Показатели | СБШ-190/250-60 МНА-32 (СБШ250МН) | СБШ-250МНА-32 | СБШ-320-36 |
|--|----------------------------------|-----------------|------------------|
| Диаметр долота, мм. | 190; 215,9; 244,5 | 244,5; 269,9 | 320 |
| Глубина скважины, м, не более | 52 | 32 | 36 |
| Направление бурения к вертикали, градус | 0; 15; 30; 35; 45 | 0; 15; 30 | 0 |
| Длина штанги/ход непрерывной подачи, м | 8/Нет данных | 8,2/8 | 17,5/17,5 |
| Осевое усилие, кН, не более | 300 | 300 | 600 |
| Частота вращения долота, с ⁻¹ | 0—2,5 | 0,2—2,5 | 0—2,1 |
| Подача компрессора, м ³ /с | 0,53 | 0,417 | 0,834 |
| Габариты, мм | 11000x5450x15350 | 9200x5450x15350 | 12500x5450x25200 |
| Масса станка, т | 80 | 71 | 140 |

Приложение 3 (продолжение)

Техническая характеристика станков шарошечного бурения скважин фирмы Atlas Copco.

| Модель Параметры | DM-30* | DM-45/50 | DML* | DM-M2 | DM-M3 | PV271 | PV351 |
|---|----------|----------------|----------------|---------|-------------|-------------|---------------|
| Скважина: диаметр, мм | 130–171 | 127–171 | 152–270 | 251–270 | 251–311 | 200–270 | 270–410 |
| глубина, м | 15,2 | 55 | 55 | 53,3 | 48,8 | 60 | 55 |
| Угол бурения к вертикали, градус | 0–20 | 0–30 | 0–30 | 0–30 | 0–30 | – | – |
| Усилие подачи, кН, не более | 136 | 227 | 272 | 340 | 409 | 340 | 522 |
| Скорость подачи на забой, м/мин | 0–30 | 0–44 | 0–44 | 0–25 | 0–44 | 0–39 | 0–21 |
| Частота вращения долота, мин ⁻¹ | 0–100 | 0–160 0–100 | 0–160 0–100 | 0–150 | 0–200 | 0–170 | 0–170 |
| Крутящий момент, кН·м | 7,3 | 7,3; 12,2 | 7,35; 12,2 | 11,8 | 13,8 | 6,44; 12 | 25,7; 14,2 |
| Тип привода | Д | Д | Д | Д/Э | Д/Э | Д | Д/Э |
| Мощность дизеля, л.с. | 425; 525 | 425; 600 | 525; 760 | 760 | 850; 950 | 760 | 1000– 1500 |
| Масса станка, т | 23,7 | 28,2 | 49 | 60,7 | 104,4 | 80 | 169 |

* возможно оснащение станков оборудованием для пневмоударного бурения скважин

Техническая характеристика станков вращательного шнекового бурения

| Показатели | СБР-160А-24 | СБР-160Б-32 | 2СБР-125-30 | СБШК-200 |
|--|-----------------|-----------------|----------------|------------------|
| Диаметр скважины, мм | 160 | 160 | 115;125 | 190; 215,9 |
| Глубина бурения, м | 24 | 32 | 30 | 50 |
| Направление бурения к вертикали, град. | 0; 15; 30 | 0; 15; 30 | 0; 15; 30 | 0; 15; 30 |
| Частота вращения бурового инструмента, с ⁻¹ | 1,7; 2,2; 3,3 | 1,7; 2,2; 3,3 | 0—4,2 | 0,05—3,0 |
| Усилие подачи, кН | 65 | 80 | До 40 | До 196 |
| Габариты, мм, в рабочем положении | 7495x4900x12980 | 8100x4900x12980 | 5200x3250x7200 | 10300x4900x18200 |
| Масса, т | 25 | 35 | 12 | 48 |

Таблица 2

Техническая характеристика станков ударно-вращательного (пневмоударного) бурения типа СБУ

| Показатели | ЗСБУ-100-32 | СБУ-125А-32 | СБУ-100ГА-50 | СБУ-125У-52 |
|--|-------------|----------------|----------------|----------------|
| Диаметр скважины, мм | 85; 110 | 125 | 130 | 125—160 |
| Глубина скважины, м, не менее | 32 | 32 | 50 | 52 |
| Направление бурения к вертикали, град. | Манипулятор | 0; 15; 30 | 0; 15; 30 | 0—30 |
| Пневмоударник | П-110К | П-125К | П-130-4 | П-125 |
| Тип долота | К - 110КА | К- 125 | К- 130 | К - 125К |
| Частота вращения бурового става, с ⁻¹ | 0,65—1,33 | 0,37; 0,75 | 0,77 | 0,22-0,45 |
| Тип ходовой части | Гусеничный | Гусеничный | Гусеничный | Гусеничный |
| Габариты станка в транспортном положении, мм | Нет данных | 4250x3000x2400 | 4000x2210x2210 | 5600x3200x3200 |
| Масса станка, т | 8,5 | 8,5 | 5,0 | 13,5 |

Таблица 3

Техническая характеристика станков пневмоударного бурения фирмы «Атлас Копко»

| Показатели | ROC - L6 | DM 45HP* |
|-----------------------------------|----------------|-----------------|
| Диаметр скважин, мм | 95—152 | 114—203 |
| Глубина бурения, м | 36 | 54 |
| Длина штанг, м | 4 | 9—15 |
| Направление бурения, градус | 0—90 | 0—30 (через 5°) |
| Пневмоударник | COP-44; COP-54 | Нет данных |
| Осевое усилие, кН | 20 | 22,7 |
| Частота вращения, с ⁻¹ | 0—1,3 | 0—2,66 |
| Давление сжатого воздуха, МПа | 2,5 | 2,4 |
| Привод | Дизельный | Дизельный |
| Масса, т | 18,4 | 39 |

* Скорость бурения (м/ч) в породах прочностью, МПа
129 МПа — 41,9 м/ч; 152 МПа — 38,4 м/ч;
167 МПа — 36,5 м/ч; 225 МПа — 31,5 м/ч;
232 МПа — 31,3 м/ч.

Техническая характеристика станков пневмоударного бурения фирмы «Атлас Копко»

| Тип | Диаметр скважины | Длина скважины | Угол наклона скважины | Масса станка | Удельное давление нагрузки | Наличие компрессора | Способ удаления мелочи | Производительность |
|---------------|---|----------------|-----------------------|--------------|----------------------------|---------------------|------------------------|-------------------------------------|
| DM45/D M50 | 127–203 | 54.8 | 0–30 | 40 | - | + | | 25,5–30,3 |
| DML | 1)190–270 мм— вращательное бурение 2)152–225 мм— пневмоударное бурение | 54,8 | 0–30 | 48-50 | - | + | Сжатым воздухом | 1) 34–54 2) 35,4–41 |
| Pit Viper 275 | 250–270 | 60 | - | 80 | - | + | Сжатым воздухом | 53,8–74,6 |
| CM 470 | 64 - 89 | 18 | 30 | 13 | - | + | Сжатым воздухом | 83 |
| ECM 660 | 76-115 | 25 | - | 13 | - | - | Сжатым воздухом | - |
| PV271 | 200-270 | 60 | - | 75-80 | - | + | Сжатым воздухом | 1)53.8-вращ. 2)41-ударно-вращат. |
| PV351 | 270 - 410 | 40 | - | 169 | - | + | Сжатым воздухом | 85–108 вращат. |
| DM-M3 | 251–311 | 48.8 | 0-30 | 104.4 | - | + | Сжатым воздухом | 54 |
| DM30 | 130–171 | 27.4-45.7 | 0–20 | | - | + | Сжатым воздухом | 25.5 |

Таблица 4

Рациональные области применения долот второго поколения (по данным ВНИИБТ)

| Долото | Горная порода | Коэффициент крепости пород | Диаметр долот, мм |
|--------|--|----------------------------|-------------------------|
| МЗ | Абразивные породы ниже средней и средней крепости | До 6 | 190; 214; 243 |
| С | Алевролиты, мергели, углистые и глинистые сланцы, известняки и др. средней крепости | 6 | 190; 214 |
| Т | Не- и малоабразивные горные породы: амфиболовые сланцы, аргиллиты, песчанистые сланцы, твердые известняки, слабые доломиты, фосфатные руды, опоки и т.п. | 6÷8 | 145; 190; 214; 243 |
| ТК | Малоабразивные твердые породы с пропластками крепких пород и руд: известняки с пропластками угля, малокристаллические известняки с пропластками доломитов и т.п. | 8÷10 | 190; 214; 243 |
| ТЗ | Вязкие абразивные твердые горные породы: апатит-нефелиновые руды, доломитизированные известняки и плотные доломиты, разрушенные граниты, габбро и диориты, магнезиты | 8÷14 | 190; 214; 243 |
| ТКЗ | Переменяющиеся абразивные твердые вязкие и крепкие хрупкие горные породы и руды: окварцованные доломитизированные известняки с прослойками рыхлого кварцита, кварцевые сланцы и т.п. | 8÷14 | 190; 214 |
| К и ОК | Абразивные хрупкие крепкие и очень крепкие горные породы и руды: гранит, скарны, кварциты, диориты, джеспилиты, крепкие песчаники и т.п. | Свыше 12÷14 | 145; 190; 214; 269; 320 |

Таблица 5

Техническая характеристика режущих долот типов РК и РД

| Показатели | РК-4М | 8РД-160Ш | 10РД-160Ш | 3РД-215,9 | 1РД-244,5 |
|----------------------------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| Диаметр долота, мм | 160 | 165 | 164 | 216 | 245 |
| Число резцов | 2 | 4 | 4 | 8 | 8 |
| Способ очистки скважины | Шнековый | | | Продувка | |
| Коэффициент крепости пород | 4 | 6 | 7 | 7 | 7 |
| Стойкость корпуса, м | 400 | 2000 | 2000 | 3000 | 2000 |
| Масса, кг | 3,2 | 4 | 4,5 | 15 | 29 |

Таблица 6

Техническая характеристика пневмоударников

| Показатели | П-110-2,8 | П-130-4 | П-160А |
|-------------------------------------|-----------|---------|--------|
| Номинальный диаметр, мм | 105 | 125 | 165 |
| Номинальное давление воздуха, МПа | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Работа единичного удара, Дж | 96 | 140 | 280 |
| Частота ударов, с ⁻¹ | 27 | 21 | 21 |
| Ударная мощность, кВт | 2,8 | 4,0 | 7,9 |
| Наружный диаметр пневмоударника, мм | 92 | 112 | 142 |
| Масса без коронки, кг | 22 | 30 | 56 |

Таблица 7

Долота для пневмоударного бурения

| Показатели | К-110КА | К-125К | БК-155 |
|---------------------------------|---------------------|--------|--------|
| Диаметр, мм | 110 | 125 | 155 |
| Материал: пластин корпуса | Твердый сплав ВК-15 | | |
| | Сталь 45ХН | | 30ХГСА |
| Масса, кг | 4,8 | 5,9 | 9,2 |

Таблица 8

Удельные усилия подачи при шарошечном бурении
(на 1 см диаметра долота)

| П ₆ | Диаметр долота, мм | Удельное усилие подачи, кН/см | |
|----------------|--------------------|---|---|
| | | фактически создаваемое серийными станками | требуемое для оптимального режима бурения |
| 8 | 214 | 7 | 9 |
| 10 | 243 | 9 | 11 |
| 12 | 243—269 | 11 | 13 |
| 14 | 269 | 13 | 18 |
| 16 | 295—320 | 18 | 22 |

Таблица 9

Рекомендуемые параметры режима бурения долотами третьего поколения

| Диаметр долота, мм | Наружный диаметр бурильных труб, мм | Осевое усилие на долото, кН | | Частота вращения, с ⁻¹ | | Расход сжатого воздуха, м ³ /с |
|--------------------|-------------------------------------|-----------------------------|---------------|-----------------------------------|---------------|---|
| | | М, С, Т, ТК | МЗ, ТЗ, К, ОК | М, С, Т, ТК | МЗ, ТЗ, К, ОК | |
| | | | | | | |

| <i>Долота на подшипниках качения</i> | | | | | | |
|---|--------|---------|---------|---------|----------|-----------|
| 146 | 89-114 | 60-80 | 80-100 | 2,5-2 | 2-1 | 0,16-0,2 |
| 161 | 127 | 100-130 | 130-150 | 2,5-2 | 2-1 | 0,25 |
| 215,9 | 180 | 140-180 | 160-200 | 2,5-1,3 | 2-0,83 | 0,42 |
| 244,5 | 203 | 180-220 | 180-250 | 2,5-1,3 | 2-0,83 | 0,42-0,53 |
| 269,9 | 219 | 200-270 | 250-300 | 2,5-1,3 | 2-0,83 | 0,6-0,7 |
| 320 | 273 | < 350 | < 500 | 2,5-1,3 | 2-0,83 | 0,83-1,0 |
| <i>Долота на подшипниках скольжения</i> | | | | | | |
| 146 | 89-114 | < 80 | < 120 | 2,5-1,0 | 2,5-1,0 | 0,15 |
| 161 | 127 | 120-140 | 130-150 | 2-1,0 | 1,7-1,0 | 0,25 |
| 215,9 | 180 | 160-200 | 180-220 | 2-1,0 | 1,7-0,83 | 0,42 |
| 244,5 | 203 | 200-250 | 220-270 | 2-1,0 | 1,7-0,83 | 0,42-0,53 |
| 269,9 | 219 | 220-270 | 250-320 | 2-1,0 | 1,7-0,83 | 0,6-0,7 |
| 320 | < 273 | < 400 | 500 | 2-1,0 | 1,7-0,83 | 0,8-1,0 |

Таблица 10

Поправочный коэффициент на диаметр скважин (по данным Гипроруды)

| Категория пород по степени трещиноватости | Поправочный множитель $K_{дс}$ эталонному расчетному расходу ВВ при диаметре скважин, мм | | | | | | | |
|---|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 100 | 125 | 160 | 200 | 243 | 320 | 350 | 400 |
| I | 0,9 2 | 0,9 3 | 0,9 5 | 0,9 8 | 1,0 0 | 1,0 5 | 1,0 7 | 1,1 0 |
| II | 1,0 1 | 1,0 3 | 1,0 5 | 1,0 7 | 1,1 3 | 1,1 5 | 1,1 7 | 1,2 |
| III | 1,0 6 | 1,0 8 | 1,1 | 1,1 3 | 1,1 6 | 1,2 | 1,2 3 | 1,2 5 |
| IV | 1,1 1 | 1,1 3 | 1,1 5 | 1,1 7 | 1,2 | 1,2 5 | 1,2 7 | 1,3 |
| V | 1,1 6 | 1,1 8 | 1,2 | 1,2 3 | 1,2 6 | 1,3 | 1,3 2 | 1,3 |

Таблица 11

Показатели эталонного удельного расхода ВВ и классификация пород по взрываемости

| Категория (класс) пород по взрываемости | Породы | $k_1(\sigma_{сж} + \sigma_{раст} + \sigma_{сдв})$, Г/М ³ | $k_2 \gamma g$, Г/М ³ | $q_э$, Г/М ³ |
|---|--------------------------------|--|-----------------------------------|--------------------------|
| I | Легковзрываемые | 1—12 | 3—8 | 4—20 |
| II | Средней трудности взрывания | 17—30 | 4—10 | 21—40 |
| III | Трудновзрываемые | 36—48 | 5—12 | 41—60 |
| IV | Весьма трудновзрываемые | 55—56 | 6—14 | 61—80 |
| V | Исключительно трудновзрываемые | 74—84 | 7—16 | 81—100 |

Таблица 12

Удельный расход эталонного ВВ, кг/м³ (по данным Гипроруды)

| Категория горных пород по степени трещиноватости | Коэффициент крепости по М.М. Протоdjяконову | | | |
|--|---|----------|-----------|----------|
| | 2,0-6,0 | 6,0-10,0 | 10,0-14,0 | Свыше 14 |
| | | | | |

| | удельный расход эталонного ВВ | | | |
|-----|-------------------------------|------|-------|-------|
| | I | II | III | IV |
| I | 0.2 | 0.25 | 0.3 | 0.3 |
| II | 0.3 | 0.35 | 0.4 | 0.45 |
| III | 0.45 | 0.5 | 0.6 | 0.67 |
| IV | 0.67 | 0.75 | 0.8 | 0.9 |
| V | 0.9 | 1.0 | 1.100 | 1.200 |

Таблица 13

Рекомендуемые области применения взрывчатых веществ

| Условия применения | Категории пород по взрываемости | | |
|--|---|---|---|
| | I и II | III | IV и V |
| Сухие скважины или сухая часть обводненных скважин | Гранулит М Игданит Граммонит 79/21 Акватола Ифзаниты Карбатол 15Т Гранулит УП | Акватола Ифзаниты Карбатол 15Т Граммонит 79/21 Гранулиты АС-4 Игданит Гранулит УП | Акватола Карбатол ГЛ-10В Граммонит 79/21 Гранулит АС-4 |
| Обводненная часть скважин с непроточной водой | Граммониты 50/50 и 30/70 Ифзаниты Карбатол 15Т Порэммиты Сибириты | Акватола Ифзаниты Карбатол 15Т Граммониты 50/50 и 30/70 Порэммиты Сибириты | Акватола Ифзаниты Карбатол ГЛ-10В Граммониты 50/50 и 30/70 Гранулотол Алюмотол Порэммиты и сибириты металлизированные |
| Обводненная часть скважин с проточной водой | Акватола Граммонит 30/70 Гранулотол Порэммиты Сибириты | Акватола Алюмотол Гранулотол Граммонит 30/70 Порэммиты Сибириты | Акватола Алюмотол Гранулотол Граммонит 30/70 Порэммиты и сибириты металлизированные |

Таблица 14

Коэффициент, учитывающие требуемую степень сосредоточение заряда ВВ

| Категория по взрываемости | K _{з.с.} | | |
|---------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | d ₃ = 100 мм | d ₃ = 200 мм | d ₃ = 300 мм |
| Легковзрываемые | 0,95-1,0 | 0,67-0,8 | 1,05-1,1 |

| | | | |
|------------------|----------|--|----------|
| Средневзрываемые | 0,85-0,9 | | 1,2-1,25 |
| трудновзрываемые | 0,67-0,8 | | 1,35-1,4 |

Таблица 15

Поправочный коэффициент ($k_{\text{ВВ}}$) для некоторых типов ВВ

| ВВ | $K_{\text{ВВ}}$ | ВВ | $K_{\text{ВВ}}$ |
|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Аммонал скальный №3 | 0,79 | Гранулит М | 1,11 |
| Карботол ГЛ-10В | 0,79 | Ифзанит Т-60 | 1,13 |
| Алюмотол | 0,83 | Граммонит 50/50 | 1,20 |
| Гранулит АС-8 | 0,89 | Гранулотол | 1,20 |
| Гранулит АС-4 | 0,98 | Ифзанит Т-20 | 1,35 |
| Гранулит АС-4В | 0,98 | ЭВВ АС-25П | 1,25 |
| Аммонит 6ЖВ | 1,0 | ЭВВ «Фортис» | 1,20 |
| Граммонит 79/21 | 1,0 | Сибириты | 1,20 |
| Ифзанит Т-80 | 1,09 | Граммонит30/70 | 1,20 |

Таблица 16

Взрывчатые характеристики ВВ

| Взрывчатое вещество | Теплота взрыва, кДж/кг | Скорость детонации, км/с | Плотность насыпная (состава), т/м ³ | Условия применения |
|------------------------|------------------------|--------------------------|--|--------------------|
| Аммонал скальный №3 | 5684 | 4,2-4,6 | 1,00-1,10 | С и О |
| Карботол ГЛ-10В | 5684 | 4,5-5,0 | 1,55-1,6 | С и ОС |
| Алюмотол | 5266 | 5,5-6,0 | 0,95 | С и О |
| Гранулит АС-8В | 5233 | 3,0-3,6 | 0,8-0,85 | С и О |
| Гранулит АС-8 | 5191 | 3,0-3,6 | 0,87-0,95 | С |
| Акванал А-10 (ипконит) | 4520-4860 | 3,8-4,6 | 1,4-1,45 | О |
| Гранулит АС-4 | 4522 | 2,6-3,5 | 0,85-0,9 | С |
| Гранулит АС-4В | 4522 | 3,0-3,5 | 0,8-0,85 | С и О |
| Аммонит 6ЖВ | 4305 | 3,6-4,8 | 1,0-1,2 | С |
| Граммонит 79/21 | 4285 | 3,2-4,0 | 0,8-0,85 | С |
| Порэмиты | 3200-4350 | 4,4-5,2 | 1,2-1,35 | С и О |
| Игданит | 3973-4061 | 2,8-4,3 | 0,8-0,9 | С |
| Ифзанит Т-80 | 3941 | 5,2-5,5 | 1,45-1,5 | С и О |
| Гранулит С-2 | 3939 | 2,2-3,0 | 0,8-0,85 | С |
| Гранулит М | 3852 | 2,5-3,6 | 0,78-0,82 | С |
| Тротил У | 3641-4060 | 4,0-5,5 | | О |
| Ифзанит Т-60 | 3782 | 5,0-5,5 | 1,4-1,45 | С и О |
| Гранипоры БП-1, БП-2 | 3348-3767 | 3,5-5,0 | | О |
| Дибазит | 3348-3767 | 2,8-6,0 | | О |
| Граммонит 50/50 | 3578 | 3,6-4,2 | 0,85-0,9 | С |
| Гранулотол | 3642 | 5,5-6,5 | 0,9 | С и О |
| Граммонит 30/70 | 3511 | 3,8-4,5 | 0,85-0,9 | С |
| Карботол ГЛ-15Т | 3427 | 4,5-4,8 | 1,4-1,6 | С и ОС |
| Ифзанит Т-20 | 3176 | 4,0-4,5 | 1,25-1,3 | С и О |
| «Фортис-Эдвантэдж»: | | | | |
| Ф-Э-100 | 3,790 | 5,42 | 0,9-1,3 | С и О |

| | | | | |
|--------------|-------|---------|------------|-------|
| Ф-Э-95 | 3,780 | 5,45 | 0,97-1,25 | С и О |
| Ф-Э-90 | 3,740 | 5,48 | 0,98-1,25 | С и О |
| Ф-Э-85 | 3,700 | 5,5 | 1,02-1,25 | С и О |
| Ф-Э-80 | 3,580 | 5,51 | 1,04-1,25 | С и О |
| Ф-Э-75 | 3,450 | 5,54 | 1,7-1,25 | С и О |
| Ф-Э-70 | 3,320 | 5,57 | 1,1-1,1,25 | С и О |
| Ф-Э-65 | 3,260 | 5,65 | 1,12-1,25 | С и О |
| Сибирит-1000 | 3,05 | 4,8-5.4 | 1,25 | С и О |
| Сибирит-1200 | 2,58 | 4,9-5,2 | 1,25 | С и О |

С и О – сухие и обводненные скважины; С – сухие скважины;
О – обводненные; С и ОС – сухие и осушенные скважины

Таблица 17

Величина расчетного удельного расхода взрывчатого вещества аммонит БЖВ

| Породы | Группа (категория) грунтов и пород по СНИП | Коэфф. крепост и по шкале Протода яконова f | Средняя плотность породы γ , кг/м ³ | Расчетный удельный расход ВВ q , кг/м ³ | |
|---|--|---|---|--|----------------------------|
| | | | | для зарядов рыхления, q_p | для зарядов выброса, q_b |
| Песок | I | - | 1500 | - | 1,6-1,8 |
| Песок влажный или плотный | I-II | - | 1650 | - | 1,2-1,3 |
| Суглинок тяжелый | II | - | 1750 | 0,35-0,4 | 1,2-1,5 |
| Глина ломовая | III | - | 1950 | 0,35-0,45 | 1,0-1,4 |
| Лесс | III-IV | - | 1700 | 0,3-0,4 | 0,9-1,2 |
| Мел, выщелоченный мергель | IV-V | 0,8-1,0 | 1850 | 0,25-0,3 | 0,9-1,2 |
| Гипс | IV | 1,0-1,5 | 2250 | 0,35-0,45 | 1,1-1,5 |
| Известняк-ракушечник | V-VI | 1,5-2,0 | 2100 | 0,35-0,6 | 1,4-1,8 |
| Опока, мергель | IV-VI | 1,0-1,5 | 1900 | 0,3-0,4 | 1,0-1,3 |
| Туфы трещиноватые плотные, тяжелая пемза | V | 1,5-2,0 | 1100 | 0,35-0,5 | 1,2-1,5 |
| Конгломерат, брекчии на известняковом и глинистом цементе | IV-VI | 2,3-3,0 | 2200 | 0,35-0,45 | 1,1-1,4 |
| Песчаник на глинистом цементе, сланец глинистый, слюдистый, серицитовый мергель | VI-VII | 3,0-6,0 | 2200 | 0,4-0,5 | 1,2-1,6 |
| Доломит, | | | | | |

| | | | | | |
|---|----------|---------|------|----------|---------|
| известняк, магнезит, песчаник на известковом цементе | VII-VIII | 5,0-6,0 | 2700 | 0,4-0,5 | 1,2-1,8 |
| Известняк, песчаник, мрамор | VII-XI | 6,0-8,0 | 2800 | 0,45-0,7 | 1,2-2,1 |
| Гранит, гранодиорит | VII-X | 6-12 | 2800 | 0,5-0,7 | 1,7-2,1 |
| Базальт, диабаз, андезит, габбро | IX-XI | 6-18 | 3000 | 0,6-0,75 | 1,7-2,2 |
| Кварцит | X | 12-14 | 3000 | 0,5-0,6 | 1,6-1,9 |
| Порфирит | X | 16-20 | 2800 | 0,7-0,75 | 2,0-2,2 |

Таблица 18

Значения коэффициента k_t , зависящего от взрываеваемой породы

| Взрываеваемые породы | k_t , мс/м |
|---|--------------|
| Особо крепкие породы: граниты, перидотиты, порфириты, диабазы | 3 |
| Крепкие породы: аркозовый песчаник, метаморфические крепкие сланцы, железистые кварциты и др. | 4 |
| Породы средней крепости: известняк, мрамор, магнезит, серпентинит и др. | 5 |
| Мягкие породы: мергель, мел, глинистые сланцы, каменный уголь, аргелиты и др. | 6 |

Техническая характеристика карьерных механических лопат Российского производства

| Показатели | Модели экскаваторов | | | | | |
|--|---------------------|-----------|---------|--------|--------|-----------|
| | ЭКГ-3,2 | ЭКГ-2у | ЭКГ-4,6 | ЭКГ-5А | ЭКГ-8И | ЭКГ-6,3ус |
| Вместимость стандартного ковша, м ³ | 3,2 | 2,0 | 4,6 | 5,0 | 8,0 | 6,3 |
| сменного, м ³ | 2,5 и 4,0 | 1,6 и 2,5 | - | - | 10,0 | - |
| Угол наклона стрелы, град | 47 | 54 | 45 | 45 | 47 | 50 |
| Рабочие размеры, м: длина стрелы | 10,3 | 16,5 | 10,5 | 10,5 | 13,35 | 16,5 |
| длина рукояти | 8,655 | 12,1 | 7,8 | 7,8 | 11,51 | 12,85 |
| Радиус черпания на уровне стояния | 8,8 | 11,0 | 9,3 | 9,04 | 12,2 | 13,5 |
| Максимальный радиус черпания | 13,5 | 18,0 | 14,4 | 14,5 | 18,4 | 19,8 |
| Высота черпания при максимальном радиусе черпания | 6,1 | 8,85 | 8,8 | 6,25 | 8,3 | 9,6 |
| Максимальный радиус разгрузки | 12,0 | 16,7 | 12,65 | 12,3 | 16,3 | 17,9 |
| Максимальная высота черпания | 9,8 | 16,9 | 10,0 | 10,3 | 13,5 | 17,1 |
| Радиус разгрузки при максимальной высоте разгрузки | - | 14,3 | - | 11,8 | 15,6 | 16,5 |
| Радиус черпания при максимальной высоте черпания | 12,6 | 14,7 | - | - | 16,0 | 17,4 |
| Максимальная высота разгрузки | 6,25 | 13,4 | 6,45 | 6,7 | 8,6 | 12,5 |

Индекс «у» - экскаваторы с удлиненным оборудованием для верхней погрузки горной массы.

Индекс «ус» - экскаваторы со средне-удлиненным оборудованием, предназначенные для выемки широкими заходками

Продолжение табл. П.5

| Показатели | Модели экскаваторов | | | | | |
|---|---------------------|----------|---------|--------|-----------|-----------|
| | ЭКГ-3,2 | ЭКГ-2у | ЭКГ-4,6 | ЭКГ-5А | ЭКГ-8И | ЭКГ-6,3ус |
| Габаритные размеры, м: | | | | | | |
| - радиус вращения кузова | 5,6 | 5,6 | 5,25 | 5,25 | 7,78 | 7,78 |
| - ширина кузова | 5,13 | 5,13 | 5,016 | 5,0 | 6,51 | 6,51 |
| - высота экскаватора без стрелы | 8,105 | 8,105 | 5,47 | 8,16 | 11,2 | 11,2 |
| - высота крыши кузова | 5,06 | 5,06 | 5,46 | 5,47 | 6,73 | 6,73 |
| Просвет под поворотной платформой | 1,96 | 1,96 | 1,68 | 1,85 | 2,765 | 2,765 |
| Высота оси пяты стрелы | 2,74 | 2,74 | 2,53 | 2,54 | 4,1 | 4,1 |
| Расстояние от оси пяты стрелы до оси вращения экскаватора | 1,9 | 1,9 | 2,25 | 2,25 | 2,4 | 2,4 |
| Длина гусеничного хода | 5,35-5,6 | 5,35-5,6 | 6 | 6,06 | 7,95-8,23 | 7,95-8,23 |
| Ширина гусеничного хода | 4,9 | 4,9 | 5,23 | 5,24 | 6,98 | 6,98 |
| Ширина гусеничной цепи | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 1,1 | 1,1 |
| Скорость передвижения, км/ч | 0,6 | 0,6 | 0,55 | 0,55 | 0,42 | 0,42 |
| Преодолеваемый уклон, град | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |

Продолжение табл. П.5

| Показатели | Модели экскаваторов | | | | | |
|---|---------------------|---------|--------|----------|----------|--------|
| | ЭКГ-10 | ЭКГ-8ус | ЭКГ-5у | ЭКГ-12,5 | ЭКГ-6,3у | ЭКГ-15 |
| Вместимость стандартного ковша, м ³ | 10 | 8 | 5 | 12,5 | 6,3 | 15 |
| сменного, м ³ | 8 и 12,5 | - | - | 16 | - | - |
| Угол наклона стрелы, град | 45 | 50 | 50 | 45 | 50 | 45 |
| Рабочие размеры, м: длина стрелы | 13,85 | - | - | 18 | 31 | 18 |
| длина рукояти | 11,37 | - | - | 13,58 | 22,5 | 13,58 |
| Радиус черпания на уровне стояния | 12,6 | 13,5 | 14,5 | 14,8 | 21,4 | 15,6 |
| Максимальный радиус черпания | 18,4 | 14,8 | 23,7 | 22,5 | 35 | 22,6 |
| Высота черпания при максимальном радиусе черпания | - | - | - | 10,15 | 15,2 | - |
| Максимальный радиус разгрузки | 16,3 | 17,9 | 22,1 | 19,9 | 33 | 20 |
| Высота разгрузки при максимальном радиусе разгрузки | 5,7 | 7,7 | 9,4 | 7,6 | 13,1 | 7,8 |
| Максимальная высота черпания | 13,5 | 17,1 | 22,2 | 15,1 | 30 | 16,4 |
| Радиус разгрузки при максимальной высоте разгрузки | 15,4 | 16,5 | 18,6 | 19,5 | 26,5 | 19,5 |
| Радиус черпания при максимальной высоте черпания | - | - | 21,3 | - | - | - |
| Максимальная высота разгрузки | 8,6 | 12,5 | 17,5 | 10,0 | 25,0 | 10,0 |

| Показатели | Модели экскаваторов | | | | | |
|---|---------------------|---------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | ЭКГ-10 | ЭКГ-8yc | ЭКГ-5y | ЭКГ-12,5 | ЭКГ-6,3y | ЭКГ-15 |
| Габаритные размеры, м: | | | | | | |
| - радиус вращения кузова | 7,78 | 7,78 | 7,78 | 10,0 | 10,0 | 10,0 |
| - ширина кузова | 6,51 | 6,51 | 6,51 | 8,01 | 8,01 | 8,04 |
| - высота экскаватора без стрелы | 14,6 | 14,6 | 14,6 | 15,6 | 15,6 | 15,6 |
| - высота крыши кузова | 11,55 | 11,55 | 11,55 | 8,4 | 8,4 | 8,4 |
| Просвет под поворотной платформой | 2,76 | 2,76 | 2,76 | 3,33 | 3,33 | 3,33 |
| Высота оси пяты стрелы | 4,1 | 4,1 | 4,1 | 4,85 | 4,85 | 4,85 |
| Расстояние от оси пяты стрелы до оси вращения экскаватора | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 3,2 | 3,2 | 3,2 |
| Длина гусеничного хода | 7,95- 8,23 | 7,95- 8,23 | 7,95- 8,23 | 12,85- 13,08 | 12,85- 13,08 | 12,85- 13,08 |
| Ширина гусеничного хода | 6,98 | 6,98 | 6,98 | 9,5 | 6,98 | 9,5 |
| Ширина гусеничной цепи | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 0,9 | 0,9 |
| Скорость передвижения, км/ч | 0,42 | 0,42 | 0,42 | 0,43 | 0,42 | 0,43 |
| Преодолеваемый уклон, град | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |

Приложение 6

Технологические параметры гидравлических экскаваторов отечественного производства

| Параметры | Прямые лопаты | | | | Обратные лопаты | | | |
|---|---------------|--------|--------|--------|-----------------|--------------|--------------|--------------|
| | ЭГ-110 | ЭГ-150 | ЭГ-350 | ЭГ-550 | ЭГО - 110 | ЭГО - 150 | ЭГО - 350 | ЭГО - 550 |
| Вместимость основного ковша, м ³ | 5,4 | 12 | 18 | 22 | 4 | 9 | 15 | 22 |
| Высота черпания, м | 11,3 | 13,5 | 16 | 21 | 14,5 | 14,2 | 16,7 | 18 |
| Глубина черпания, м | 1,5 | 1,8 | 2,0 | 2,0 | 9 | 9,3 | 12 | 14 |
| Радиус черпания, м | 9,9 | 13,6 | 16 | 21 | 15,1 | 16 | 21,8 | 25 |
| Длина планируемого участка, м | 4,5 | 5,6 | 7,0 | 8,4 | — | — | — | — |
| Высота разгрузки, м | 6,45 | 9,8 | 13 | 16 | 8,2 | 10,3 | 12,5 | 14 |
| Усилие копания, кН | 390 | 690 | 1280 | 1700 | 390 | 640 | 1080 | 1470 |
| Продолжительность рабочего цикла, с | 23 | 24 | 26 | 28 | 23 | 24 | 26 | 28 |
| Рабочая масса, т | 105 | 150 | 350 | 550 | 105 | 150 | 350 | 550 |

Приложение 6 (продолжение)

Техническая характеристика гидравлических экскаваторов зарубежного производства

| Наименование | Емкость ковша | Высота черпания экс-ра Н, м | Глубина черпания экс-ра Н, м | Радиус черпания (max) | Радиус разгрузки (max) | Масса, т | Удельное давление на грунт |
|-------------------|---------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------|----------|----------------------------|
| Hitachi ZX 800LD | 4 | 10.9 | 5.1 | 10200 | 7.9 | 77.7 | 106 |
| Hitachi EX 1200 | 6.5 | 12.3 | 5.2 | 11440 | 8740 | 111 | 136 |
| Hitachi EX 1800-3 | 9.6 | 14.4 | 9.2 | 16070 | 9160 | 180 | |
| Hitachi EX 2500 | 13.8 | 16.6 | 8.6 | 17050 | 10 350 | 236 | 174 |
| Hitachi EX 3600 | 21 | 16.30 | 3.9 | 15 220 | 10 990 | 350 | 181 |
| Hitachi EX 5500 | 29 | 20.6 | 9 | 16 600 | 13 100 | 515 | 230 |
| Hitachi ZX 800 | 3.4 | 12.5 | 8.9 | 13 990 | 8 530 | 74 | 88 |
| Liebherr R 9100 | 7 | 13.5 | 12 | 13000 | 865 | 111 | |
| Liebherr R 9250 | 15 | | 8.7 | 15500 | 11000 | 253 | |
| Liebherr R 9350 | 18 | 15.4 | 9.5 | 13750 | 11200 | 310 | |
| Liebherr R 9800 | 42 | 16.2 | 9 | 15900 | 13000 | 804 | |
| Liebherr R 995 | 26.5 | 16.3 | 8.6 | 7800 | 10500 | 450 | |

Приложение 7

Средние значения коэффициента разрыхления пород в ковше при выемке разрушенных пород одноковшовыми экскаваторами

| Вместимость ковша экс-ра, м | Значения $k_{рк}$ при диаметре среднего куска d_{cp}^* , см | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 10 | 15 | 25 | 35 | 45 | 55 | 65 | 75 | 85 | 95 | 105 |
| 4 | 1,35 | 1,4 | 1,53 | 1,65 | 1,82 | — | — | — | — | — | — |
| 6 | 1,34 | 1,38 | 1,48 | 1,6 | 1,75 | 1,86 | - | — | - | — | — |
| 8 | 1,33 | 1,36 | 1,43 | 1,53 | 1,65 | 1,78 | 1,9 | — | — | — | — |
| 10 | 1,32 | 1,35 | 1,42 | 1,5 | 1,6 | 1,72 | 1,83 | 1,91 | — | — | — |
| 12,5 | 1,31 | 1,34 | 1,4 | 1,46 | 1,55 | 1,66 | 1,77 | 1,86 | 1,95 | — | — |
| 15 | 1,31 | 1,33 | 1,39 | 1,44 | 1,52 | 1,63 | 1,74 | 1,82 | 1,92 | 1,99 | — |
| 20 | 1,3 | 1,32 | 1,37 | 1,42 | 1,49 | 1,58 | 1,68 | 1,78 | 1,86 | 1,93 | 1,99 |
| 25 | 1,3 | 1,32 | 1,35 | 1,4 | 1,46 | 1,54 | 1,64 | 1,74 | 1,82 | 1,89 | 1,95 |
| 35 | 1,3 | 1,31 | 1,33 | 1,39 | 1,43 | 1,5 | 1,58 | 1,66 | 1,74 | 1,81 | 1,87 |
| 40 | 1,3 | 1,31 | 1,33 | 1,38 | 1,42 | 1,48 | 1,55 | 1,62 | 1,71 | 1,78 | 1,84 |
| 50 | 1,3 | 1,31 | 1,33 | 1,37 | 1,41 | 1,46 | 1,52 | 1,58 | 1,66 | 1,74 | 1,79 |
| 80 | 1,3 | 1,31 | 1,32 | 1,34 | 1,38 | 1,41 | 1,45 | 1,5 | 1,56 | 1,62 | 1,69 |

* Диаметр среднего куска d_{cp} в табл. 16 и 17 соответствует линейному методу измерения кусковатости взорванной породы

Средние значения коэффициента наполнения ковша мехлопат и драглайнов при выемке разрушенных пород

| Вместимость ковша экс-ра, м | Значения $k_{нк}$ при среднем размере куска $d_{ср}^*$, см | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | 15 | 25 | 35 | 45 | 55 | 65 | 75 | 85 | 95 | 105 |
| 4 | $\frac{1.15^*}{1,11}$ | $\frac{1,08}{1,04}$ | $\frac{0,93}{0,86}$ | $\frac{0,72}{0,63}$ | — | — | — | — | — | — |
| 6 | $\frac{1,17}{1,15}$ | $\frac{1,12}{1,1}$ | $\frac{1}{0,96}$ | $\frac{0,82}{0,77}$ | $\frac{0,6}{0,5}$ | — | — | — | — | — |
| 8 | $\frac{1,18}{1,15}$ | $\frac{1,15}{1,13}$ | $\frac{1,08}{1,03}$ | $\frac{0,92}{0,88}$ | $\frac{0,73}{0,65}$ | $\frac{0,53}{0,42}$ | — | — | — | — |
| 10 | $\frac{1,18}{1,16}$ | $\frac{1,15}{1,14}$ | $\frac{1,08}{1,06}$ | $\frac{0,98}{0,96}$ | $\frac{0,63}{0,54}$ | $\frac{0,47}{0,35}$ | $\frac{0,32}{0,2}$ | — | — | — |
| 12,5 | $\frac{1,18}{1,16}$ | $\frac{1,16}{1,14}$ | $\frac{1,09}{1,07}$ | $\frac{1}{0,97}$ | $\frac{0,88}{0,84}$ | $\frac{0,72}{0,63}$ | $\frac{0,55}{0,43}$ | $\frac{0,38}{0,27}$ | — | — |
| 15 | $\frac{1,18}{1,16}$ | $\frac{1,16}{1,14}$ | $\frac{1,08}{1,04}$ | $\frac{1,03}{0,98}$ | $\frac{0,95}{0,9}$ | $\frac{0,8}{0,72}$ | $\frac{0,68}{0,53}$ | $\frac{0,52}{0,37}$ | $\frac{0,36}{0,25}$ | — |
| 20 | $\frac{1,19}{1,17}$ | $\frac{1,17}{1,15}$ | $\frac{1,11}{1,1}$ | $\frac{1,06}{1,03}$ | $\frac{1}{0,96}$ | $\frac{0,9}{0,82}$ | $\frac{0,8}{0,65}$ | $\frac{0,65}{0,5}$ | $\frac{0,52}{0,37}$ | $\frac{0,4}{0,25}$ |
| 25 | $\frac{1,19}{1,17}$ | $\frac{1,17}{1,15}$ | $\frac{1,12}{1,11}$ | $\frac{1,09}{1,06}$ | $\frac{1,04}{1,02}$ | $\frac{0,97}{0,93}$ | $\frac{0,87}{0,8}$ | $\frac{0,76}{0,63}$ | $\frac{0,65}{0,5}$ | $\frac{0,53}{0,35}$ |
| 35 | $\frac{1,2}{1,18}$ | $\frac{1,18}{1,16}$ | $\frac{1,15}{1,13}$ | $\frac{1,12}{1,09}$ | $\frac{1,08}{1,05}$ | $\frac{1,03}{1}$ | $\frac{0,97}{0,91}$ | $\frac{0,87}{0,79}$ | $\frac{0,78}{0,65}$ | $\frac{0,7}{0,54}$ |
| 40 | $\frac{1,2}{1,18}$ | $\frac{1,18}{1,16}$ | $\frac{1,16}{1,14}$ | $\frac{1,14}{1,11}$ | $\frac{1,1}{1,07}$ | $\frac{1,05}{1,02}$ | $\frac{1,01}{0,96}$ | $\frac{0,93}{0,86}$ | $\frac{0,84}{0,74}$ | $\frac{0,76}{0,62}$ |
| 50 | $\frac{1,2}{1,18}$ | $\frac{1,18}{1,16}$ | $\frac{1,17}{1,15}$ | $\frac{1,15}{1,12}$ | $\frac{1,12}{1,09}$ | $\frac{1,08}{1,0}$ | $\frac{1,03}{0,99}$ | $\frac{0,97}{0,92}$ | $\frac{0,88}{0,81}$ | $\frac{0,8}{0,7}$ |
| 80 | 1,2 | 1,17 | 1,17 | 1,15 | 1,13 | 1,11 | 1,1 | 1,0 | 0,9 | 0,9 |

* В числителе приведены значения $k_{нк}$ при выемке пород мехлопатами, в знаменателе — драглайнами.

| Тип экскаватора | Число рядов скважин | Значения коэффициента k_{mv} при среднем размере куска d_{cp} , см | | |
|------------------|---------------------|--|-------|----------|
| | | менее 35 | 35—60 | более 60 |
| ЭКГ-5 | 1 | 0,9 | 0,7 | 0,6 |
| | 2—3 | 0,93 | 0,73 | 0,63 |
| | 4—5 | 0,95 | 0,75 | 0,65 |
| | 6—9 | 0,97 | 0,77 | 0,67 |
| ЭКГ - 8И | 2—3 | 0,93 | 0,78 | 0,68 |
| | 4—5 | 0,95 | 0,8 | 0,7 |
| | 6—9 | 0,97 | 0,82 | 0,72 |
| ЭКГ - 12,5 | 2—3 | 0,93 | 0,83 | 0,73 |
| | 4—5 | 0,95 | 0,85 | 0,75 |
| | 6—9 | 0,97 | 0,87 | 0,77 |
| ЭКГ-15 ЭКГ-20 | 2—3 | 0,93 | 0,85 | 0,75 |
| | 4—5 | 0,95 | 0,87 | 0,78 |
| | 6—9 | 0,97 | 0,89 | 0,82 |

Примерное число рабочих смен экскаваторов в году (по районам)

| Вместимость ковша экскаватора, м ³ | Непрерывная рабочая неделя при работе в три смены | | | Прерывная рабочая неделя с одним выходным днем при работе в две смены | | |
|---|---|----------------|---------|---|----------------|---------|
| | северный | средняя полоса | южный | северный | средняя полоса | южный |
| ЭКГ | | | | | | |
| До 5 | 780 | 800 | 820 | 460 | 475 | 485 |
| 8 | 765 | 780 | 795 | 455 | 470 | 475 |
| 12 | 745 | 770 | 785 | 450 | 465 | 470 |
| 15—20 | 735 | 760 | 780 | 445 | 465 | 470 |
| ЭШ | | | | | | |
| До 10 | 720—765 | 750—800 | 770—820 | 440—460 | 460—475 | 465—485 |
| 15 | 705 | 730 | 735 | 520 | 540 | 545 |
| 25 | 655 | 680 | 785 | 505 | 520 | 525 |
| Свыше 25 | 650 | 675 | 785 | 500 | 515 | 525 |

Основные технологические параметры драглайнов на гусеничном ходу

| Параметры | эдг- 3,2.30 | эдг- 3,2.30А * | эдг- 4.25 | эдг- 3.25А* | эдг- 8.55 |
|--|----------------|----------------------|--------------|----------------|--------------|
| Вместимость ковша, м ³ | 3,2 | 3,2 | 4 | 4 | 8 |
| Длина стрелы, м | 30 | 30 | 25 | 25 | 55 |
| Глубина черпания, м | 15 | 15 | 15 | 15 | 27,5 |
| Радиус черпания и разгрузки, м | 28,9 | 28,9 | 24,5 | 24,5 | 51,6 |
| Высота разгрузки, м | 10,65 | 10,65 | 8,15 | 8,15 | 24,5 |
| Продолжительность рабочего цикла (при повороте на 120°), с | 42 | 42 | 42 | 42 | 50 |
| Рабочая масса, т | 186 | 196 | 186 | 196 | 630 |
| Ширина гусеничной ленты, м | 1,1 | 1,4 | 1,1 | 1,4 | 1,8 |
| Среднее удельное давление на грунт, МПа | 0,154 | 0,127 | 0,154 | 0,127 | 0,225 |
| Теоретическая про- изводительность, м ³ /ч | 270 | 270 | 340 | 340 | 520 |
| * Модификация с пониженным удельным давлением на грунт. | | | | | |

Приложение 11 (продолжение)

Основные технологические параметры драглайнов корпорации «ОМЗ»

| Параметры | ЭШ 11.75 | ЭШ 20.90 | ЭШ 15 100 | ЭШ 25.90 | ЭШ 20.10 0 | ЭШ 15.11 0 | ЭШ 40.100 | ЭШ 30.11 0 | ЭШ 25.12 0 | ЭШ 65.100 | ЭШ 40.13 0 | ЭШ 100.100 | ЭШ 100.125 |
|---|----------------|---------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|--------------|------------------|------------------|--------------|------------------|---------------|---------------|
| Вместимость ковша, м ³ | 14 | 20 | 15 | 25 | 20 | 15 | 40 | 30 | 25 | 65 | 40 | 100 | 100 |
| Длина стрелы, м | 75 | 90 | 100 | 90 | 100 | 110 | 100 | 110 | 120 | 100 | 130 | 100 | 125 |
| Угол наклона стрелы, градус | 32 | 32 | 32 | 32 | 34 | 34 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 35 |
| Глубина черпания, м | 38 | 42,5 | 46 | 47 | 46 | 50 | 47 | 53 | 57 | 46 | 60 | 47 | 52 |
| Радиус черпания, м | 71,4 | 83 | 91,5 | 85,4 | 91 | 99 | 94,8 | 103,3 | 117,7 | 47,6 | 123 | 97 | 118 |
| Высота разгрузки, м | 30.6 | 38.5 | 45 | 37,5 | 45 | 52 | 40 | 46,2 | 52,4 | 38,5 | 56 | 43 | 56 |
| Продолжительность рабочего цикла, с | 56 | 60 | 60 | 60 | 62 | 64 | 60 | 64 | 66 | 60 | 62 | 60 | 60 |
| Рабочая масса, т | 840 | 1690 | 1710 | 1900 | 1900 | 1900 | 3310 | 3420 | 3400 | 5460 | 5460 | 10300 | 10000 |
| Диаметр опорной базы, м | 10,8 | 14,5 | 14,5 | 15,3 | 15,3 | 15,3 | 18 | 18 | 18 | 23.5 | 23,5 | 27 | 27 |
| Размеры башмака (длина и ширина), м | 11,6x1,9 | 13x2,5 | 1x2,5 | 14x2,9 | 14x2,9 | 14x2,9 | 17,2 x3,96 | 17,2 x3,96 | 17,2x3,96 | 18x3,9 | 18x3,9 | 22,5x4,74 | 22.5X4,74 |
| Удельное давление на грунт, МПА при работе при передвижении | 0,087 0,145 | 0,105 0,24 | 0,105 0,24 | 0,103 0,187 | 0,103 0,187 | 0,103 0,187 | 0,137 0,2 | 0,137 0,2 | 0,137 0,2 | 0,125 0,2 | 0,125 0,2 | 0,18 0,265 | 0,18 0,265 |

Приложение 12

Техническая характеристика колесных фронтальных погрузчиков, выпускаемых в Беларуси и России

| Показатели | В-160 | МоАЗ-40484 | ТО-40 | ПК-60.01 | ПК-12.02К | БелАЗ-7822 | ТО-21-1 |
|--|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|------------|---------------|
| Номинальная грузоподъемность, т | 6,2 | 7,5 | 7,3 | 6 | 12 | 10 | 15 |
| Вместимость основного ковша с «шапкой», м ³ | 3,4 | 3,7 | 4,2 | 3,5 | 6,7 | 6 | 7,5 |
| Ширина ковша, мм | Нет данных | | | | 4060 | 3900 | 4400 |
| Высота разгрузки, мм | 3250 | 3300 | 3250 | 3070 | 4102 | 4150 | 4500 |
| Скорость движения, км/ч: - максимальная - рабочая* | 35 5,3—6 | 45 5,5—6,5 | 35 5,3—6 | 40 5,5—6,5 | 35 5,3—6 | 32 5—6 | 22 4,5—5,5 |
| Масса эксплуатационная, т | 20,1 | 29,5 | 27,3 | 22 | 48 | 53 | 73,2 |
| * Даются ориентировочные значения скорости. | | | | | | | |

Приложение 12 (продолжение)

Техническая характеристика колесных фронтальных погрузчиков, выпускаемых в Японии и США

| Показатели | «Комацу» | | «Катерпиллер» | | «Дарт» | |
|--|------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | WA-700-1 | WA-800-2 | 988 | 988B | 992C | Д600B |
| Номинальная грузоподъемность, т | 13,8 | 17,1 | 8,2 | 9,6 | 13,6 | 20,4 |
| Вместимость основного ковша с «шапкой», м ³ | 8,5 | 10,5 | 4,6 | 5,4—6,3 | 9,9—10,4 | 11,5 |
| Сменные ковши, м ³ | 9,2 | 6,7 | — | 4,5—5,2 | 8,3—8,7 | — |
| Ширина ковша, мм | Нет данных | 5040 | 3270 | 3645 | 4750 | 4724 |
| Высота разгрузки, мм | 4380 | 5715 | 3250 | 4180 | 4170 | 4520 |
| Скорость движения, км/ч - максимальная - рабочая | 30 7—12 | 27,8 7,1—12,3 | 35,6 6,4—14,5 | 41,4 6,4—11,5 | 22,7 6,9—12,1 | 35,4 5,8—11,3 |
| Наименьший радиус поворота, м | 9,59 | 10,99 | 7,85 | 7,87 | 9,74 | 9,45 |
| Масса эксплуатационная, т | 65,9 | 89,6 | 30,8 | 42,4 | 88,4 | 81,8 |

Приложение 13

Показатели, характеризующие паспортную производительность одноковшовых погрузчиков

| Показатели | Емкость ковша погрузчика, м ³ |
|------------|--|
|------------|--|

| | | | | |
|--|----------|---------|----------|----------|
| | 2—3 | 4—6 | 7,5—12,5 | 15—20 |
| Продолжительность черпания $t_{ч}$, с | 10—12 | 10—12 | 10—12 | 10—12 |
| Продолжительность движения погрузчика между забоем и пунктом разгрузки и обратно при минимальном расстоянии его перемещения $t_{дп}$, с | 26—36 | 30—42 | 36—48 | 40—56 |
| Продолжительность рабочего цикла $T_{ц}$, с | 50—52 | 54—56 | 57—62 | 66—70 |
| Паспортный показатель трудности экскавации породы $P_{эп}$ | 4,9—5,1 | 5,2—5,4 | 5,5—5,7 | 5,8—6,0 |
| Коэффициент влияния типоразмера погрузчика k_{mp} | 1,1—1,05 | 1 | 0,95—0,9 | 0,9—0,85 |

Техническая характеристика скреперов

| Показатели | ДЗ-11П | ДЗ-13Б | ДЗ-155 | ДЗ-107-1 | ДЗ-87-1 | ДЗ-74 | ДЗ-77 | ДЗ-149,5 | ДЗ-79 |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| Вместимость ковша, м ³ | 8 | 15 | 20 | 25 | 4,5 | 8 | 9 | 9 | 15 |
| Тип скрепера | Самоходный | | | | Полуприцепной | | Прицепной | | |
| Грузоподъемность, т | 15 | 27 | 27 | 50,4 | 9 | 16 | 16 | 18,5 | 27 |
| Размеры резания, м: ширина глубина | 2,72 0,3 | 3,12 0,2 | 3,42 0,24 | 3,82 0,4 | 2,4 . 0,15 | 2,7 0,2 | 2,65 0,2 | 2,83 0,15 | 3,01 0,3 |
| Дорожный просвет, мм | 450 | 600 | 500 | 850 | 400 | 500 | 510 | 500 | 560 |
| Базовый трактор, тягач | МоАЗ-546П | БелАЗ-7422 | БелАЗ-531Б | Опытный тягач | Т-150К | К-702 | Т-130МГ-2 | К-701 | Т-330 |
| Мощность двигателя, кВт | 159 | 265 | 2x265 | 2x405 | 121,5 | 150 | 118 | 125 | 243 |
| Максимальная скорость движения, км/ч | 40 | 45 | 50 | 50 | 10,5 | 33 | 10,5 | 33 | 16,4 |
| Габариты, мм: длина ширина высота | 11010 3242 3250 | 12800 3600 3800 | 13000 3810 3950 | 16410 4450 4400 | 12730 2925 2840 | 13700 3178 3580 | 9150 3150 2600 | 9350 3150 2800 | 11600 3560 3600 |
| Масса | 20 | 37 | 40 | 66 | 23 | 24 | 25,2 | 23,3 | 53,3 |

Коэффициент наполнения ковша скрепера

| Условия работы | Сухой рыхлый песок | Супесь и средний суглинок | Тяжелый суглинок и глина |
|---------------------|--------------------|---------------------------|--------------------------|
| Без толкача | 0,5—0,7 | 0,8—0,95 | 0,65—0,75 |
| С толкачем | 0,8—1 | 1—1,2 | 0,9—1,2 |
| Скреперным тандемом | 0,85—1,05 | 0,95—1,15 | 0,85—1,2 |

Расчетные показатели работы колесных скреперов*

| Показатели | Прицепные с гусеничными тракторами класса, кН | | | Самоходные с ковшами вместимостью, м ³ | |
|---|---|--------------------------|---------------------------|---|--------------------------|
| | 100 | 150 | 250 | 10-15 | 25 |
| Продолжительность, с: загрузки разгрузки | 80/104 20/22 | 98/127 23/26 | 116/150 32/35 | 82/106 44/49 | 89/115 50/56 |
| Скорость движения, м/с: при загрузке при грузовом режиме** при холостом режиме | 0,95/0,88 1,45 1,63 | 0,76/0,7 1,36 1,84 | 0,89/0,82 0,82 1,85 | 0,89/0,8 1,47 2,33 | 0,94/0,85 1,8 2,45 |

* Над чертой — для пород категории I; под чертой — для пород категории II.

** Для дальности транспортирования самоходными скреперами 300 м.

Толщина (м) стружки при загрузке скреперов

| Вместимость ковша, м ³ | Мощность, кВт | | Песок | Супесь | Суглинок | Глина |
|-----------------------------------|---------------|---------|---------|--------|----------|-----------|
| | тягача | толкача | | | | |
| 6 | 75 | 60—65 | 0,2/0,3 | 0,15/— | 0,12/0,2 | 0,09/0,14 |

| | | | | | | |
|----|-----|----|--------|--------|-----------|-----------|
| 10 | 100 | 75 | —/0,3 | 0,2/— | 0,18/0,25 | 0,14/0,18 |
| 15 | 175 | 75 | —/0,35 | 0,25/— | 0,21/0,3 | 0,16/0,22 |

Примечание. Над чертой — без толкача, под чертой — с толкачом.

Основные технологические параметры роторных экскаваторов

| Параметры | ЭРГВ- 630.9/0,5 (Ц) | ЭРП- 1250.16/1 (Г) | ЭРП- 2500.21.4 /1 | ЭРП- 5250 | ЭРШРД- 5000.40/ 3 | ЭРП- 6500 | SRs (K)- 470 | SRs- 2400 | KU- 300 | KU- 800 |
|---|---------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|--------------|--------------------|--------------|------------|------------|
| Производительность по рыхлой массе, м ³ /ч | 690 | 1250 | 2500 | 5250 | 5000 | 6500 | 1120 | - | 1200 | 5500 |
| номинальная | 1300 | 2500 | 3600 | 7100 | 6750 | 8000 | 1420 | 6000 | 1800 | 6600 |
| максимальная | | | | | | | | | | |
| Усилие копания, МНа | 2,1 | 1,8 | 1,5 | 1,15 | 1,5 | 1,5 | 1,8 | 0,75 | 0,85 | 1,1 |
| расчетное | 1,0 | 0,9 | - | - | | | 1,35 | | 0,3 | 1,9 |
| минимальное | | | | | | | | | | |
| Вместимость ковша, м ³ | 0,13 | 0,44 | 0,33 | 0,6 | 1,5 | 2,2 | 0,46 | 1,7 | 0,3 | 0,8 |
| Диаметр ротора, м | 3,2 | 6,5 | 8 | 11,5 | 13 | 13,5 | 6,7 | 12,5 | 7,1 | 11 |
| Число ковшей на роторе | 8 | 10 | 18 | 22 | 16 | 20 | 16 | 10 | 10 | 10 |
| Частота вращения ротора, мин | 34 | 8,5 | 4,5-7,2 | 5-6,5 | 3,5-5 | 4,5-5,7 | 5,1-7 | 4,6 | 5-7,6 | 6-7,3 |
| Высота копания, м | 9 | 16 | 21 | 28 | 40 | 40 | 17 | 35 | 19 | 32 |
| Глубина копания, м | 0,5 | 1,0 | 4,1 | 3,6 | 3 | 4 | 1,5 | 9 | 3,7 | 6,3 |
| Вылет оси ротора (не более), м | 16,8 | 24,5 | 32,7 | 48,1 | 65,9 | 65 | 23 | 58,6 | 36 | 48 |
| Выдвижение стрелы, м | - | - | - | - | - | - | - | - | 8,5 | 16,5 |
| Радиус разгрузки, м | 16,6 | 23,4 | 28,7 | 30,2 | 59 | 50 | 22 | 121 | 31,8 | 74 |
| Тип ходового об-я | Гусеничное | | | Шагающе-рельсовое | | | Гусеничное | | | |
| Ширина ленты конвейера, м | 1,0 | 1,2 | | 1,4 | 2 | | 2 | 2,8 | | Н. д. |
| Скорость движения ленты, м/с | 4 | 4,77 | | 4 | 4,15 | | 4 | 5 | | Н. д. |
| Масса, т | 730 | 1050 | 1870 | 4100 | 4160 | 5500 | 729 | 3250 | 1130 | 3350 |
| Страна-изготовитель | Украина | | Украина, Россия | | Украина | | Германия | | Чехия | |

Техническая характеристика роторных экскаваторов

| Наименование параметра | Значения параметров модели | | | |
|---|----------------------------|---------|---------|----------|
| | ЭР-800Г | ЭР-1500 | ЭР-3000 | ЭР-3500М |
| Теоретическая производительность, м ³ /ч | 800 | 1500 | 3000 | 3500 |
| Высота копания, м | 12-13 | 16-17 | 20 | 23 |
| Глубина копания, м | 0,5 | 1,7 | 2,0 | 1,8 |
| Диаметр ротора, м | 5 | 6,8 | 8,6 | 10,6 |
| Число ковшей ротора, шт | 20 | 12 | 16 | 16 |
| Ширина транспортируемой ленты, м | 1,2 | 1,2 | 1,6 | 1,8 |
| Скорость движения ленты, м/с | 3,3 | 4,3 | 3,5 | 4,0 |
| Скорость передвижения машины, м/ч | 450 | 480 | 540 | 480 |
| Уклон рабочей площадки, град: | | | | |
| - при работе | 3 | 3 | 3 | 3 |
| - транспортный | 5-7 | 5 | 5 | 5 |
| Давление на грунт, кг/см ² | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,25 |
| Подводимое напряжение, кВ | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Мощность привода ротора, кВт | 320 | 320 | 800 | 800 |
| Масса экскаватора, т | 380 | 710 | 1140 | 1280 |

| Наименование параметра | Значения параметров модели | | | | |
|---|----------------------------|--------------|--------------|-----------|-----------|
| | ЭРШР-4500/21 | ЭРШР-4500/25 | ЭРШР-4500/30 | ЭРШР-5250 | ЭРШР-7000 |
| Теоретическая производительность, м ³ /ч | 4500 | 4500 | 4500 | 5250 | 7000 |
| Высота копания, м | 21 | 25 | 30 | 33 | 37 |
| Глубина копания, м | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 2,6 | 3,0 |
| Диаметр ротора, м | 11 | 12,5 | 12,5 | 16,5 | 16,5 |
| Число ковшей ротора, шт | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| Ширина транспортируемой ленты, м | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 2,0 | 2,0 |
| Скорость движения ленты, м/с | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 |
| Скорость передвижения машины, м/ч | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 |
| Уклон рабочей площадки, град: | | | | | |
| - при работе | 1:20 | 1:20 | 1:20 | 1:20 | 1:20 |
| - транспортный | 1:10 | 1:10 | 1:10 | 1:10 | 1:10 |
| Давление на грунт, кг/см ² | 1,08 | 1,09 | 1,12 | 1,4 | 1,5 |
| Подводимое напряжение, кВт | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Мощность привода ротора, кВт | 1000 | 1000 | 1000 | 2×500 | 2×630 |
| Масса экскаватора, т | 1470 | 2020 | 2270 | 3760 | 4370 |

Основные технологические параметры цепных экскаваторов (Германия)

| Параметры | Es-400.10/17.5 | ERs-710.17.5/16 | ERs-900 | ERs-1120.20-24/17.5-22 | ERs-1600 | Es-2240 | ERs-3150 | Es-3150 | Es-4500 |
|--|----------------|-----------------|------------|------------------------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|
| Теоретическая производительность, м ³ /ч | 900 | 1400 | 1700 | 2200 | 3700 | 5500 | 6600 | 12000 | 14500 |
| Расчетное удельное усилие копания, кН/м | 45 | 40 | — | 140 | — | — | — | — | — |
| Вместимость ковша, м ³ | 0,4 | 0,7 | — | 1,12 | — | — | — | — | — |
| Число ковшей на цепи | 47 | 34 | — | 36 | — | — | — | — | — |
| Скорость движения ковшовой цепи, м/с | М | 1,1 | 1,1 | 1,56 | 1,22 | 1,22 | 1,37 | 1,25 | 1,25 |
| Шаг установки ковшей, м | 1,6 | 1,6 | — | 2,8 | 3,2 | 3,2 | 3,2 | 3,2 | 3,6 |
| Скорость передвижения, м/мин | 3-8 | 4,8 | 2 | 2-6 | 2 | До 9 | 6 | До 9 | До 9 |
| Высота копания, м | 20 | 17,5 | 25 | 20-24 | 26-29 | 32 | 27 | 23-27 | 27-31 |
| Глубина копания, м | 17,5 | 16 | 25 | 17,5-22 | 26-29 | 32 | 27 | 24-30 | 28-34 |
| Длина планирующего звена, м | 4 | 4 | 5 | — | 5 | 5 | 6,5 | 6,5 | 7 |
| Длина разгрузочной консоли, м | 41 | 40 | 40 | — | 55/65 | — | 125 | — | — |
| Число ходовых колес | 80 | — | — | — | — | 224 | — | 270 | 340 |
| Средняя нагрузка на колесо, кН | 100 | — | — | — | — | 170 | — | 170 | 170 |
| Давление на грунт, МПа | | 1,2 | 1,2 | 1,22 | 1,3-1,1 | — | 1,3-1,1 | — | — |
| Тип ходового устройства | Рельсовый | Гусеничный | Гусеничный | Гусеничный | Гусеничный | Рельсовый | Гусеничный | Рельсовый | Рельсовый |
| Масса, т | 800 | 1000 | 1250 | 2300 | 2300 | 3800 | 4600 | 4600 | 5800 |
| <i>Примечание.</i> Прочерк (—) означает: нет данных. | | | | | | | | | |

Значения K_z при выемке пород цепными экскаваторами

| Вместимость ковша, м ³ | Породы | | | | | | |
|-----------------------------------|---------------------|---------------------|--|---------------------|---------------------|--------------------|-------------------------------|
| | песок | супесь | суглинок | глина | уголь | | аргиллит, алевролит, песчаник |
| | | | | | бурый | каменный | |
| 0,4÷0,5 | $\frac{1,06}{1,16}$ | $\frac{1,15}{1,38}$ | $\frac{1,0}{1,24}$ ÷ $\frac{1,1}{1,34}$ | - | $\frac{1}{1,24}$ | - | - |
| 1,0÷1,5 | $\frac{1,06}{1,16}$ | $\frac{1,15}{1,38}$ | $\frac{1,0}{1,24}$ ÷ $\frac{1,1}{1,34}$ | $\frac{0,9}{0,92}$ | $\frac{1,0}{1,24}$ | $\frac{0,8}{0,82}$ | $\frac{0,8}{0,82}$ |
| >1,5 | $\frac{1,15}{1,2}$ | $\frac{1,28}{1,45}$ | $\frac{1,18}{1,34}$ ÷ $\frac{1,22}{1,4}$ | $\frac{1,14}{1,32}$ | $\frac{1,18}{1,34}$ | $\frac{0,9}{0,92}$ | $\frac{0,9}{0,92}$ |

Примечание. В числителе приведено значение K_z , при верхнем, в знаменателе — при нижнем черпании.

Основные технические характеристики фрезерных комбайнов «Wirtgen SM»

| | Модельный ряд | | |
|---|--|---|--|
| | 2200SM | 2500SM | 4200SM |
| |  |  |  |
| Теоретическая производительность, м ³ /ч | 668 | 1100 | 3500 |
| Диаметр рабочего органа, м | 1,10 | 1,40 | 1,86 |
| Ширина барабана фрезерования, м | 2,2/3,8 | 2,5 | 4,2 |
| Наибольшая глубина фрезерования, м | 0,30 | 0,60 | 0,83 |
| Мощность двигателя, л.с. | 900 | 1050 | 1600 |
| Масса комбайна, т | 51 | 103 | 208 |

Исходные данные для выполнения практической работы №1

| Номер варианта | Высота первого уступа $H_{y.1}$, м | Высота второго уступа $H_{y.2}$, м | Углы откосов уступов | | Ширина площадки между уступами $Ш_{п}$, м | Длина карьера по верху, м |
|----------------|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------------|---------------------|--|---------------------------|
| | | | первого (вскрышного) | второго (добычного) | | |
| 1 | 12 | 15 | 35 | 45 | 35 | 150 |
| 2 | 10 | 12 | 37 | 50 | 40 | 200 |
| 3 | 15 | 15 | 40 | 55 | 50 | 250 |
| 4 | 12 | 15 | 42 | 60 | 55 | 200 |
| 5 | 8 | 10 | 45 | 65 | 60 | 170 |
| 6 | 10 | 12 | 47 | 70 | 35 | 220 |
| 7 | 12 | 15 | 50 | 75 | 40 | 190 |
| 8 | 15 | 10 | 55 | 80 | 45 | 250 |
| 9 | 8 | 12 | 60 | 65 | 50 | 200 |
| 10 | 10 | 15 | 65 | 70 | 55 | 160 |
| 11 | 12 | 10 | 70 | 75 | 60 | 180 |
| 12 | 15 | 12 | 35 | 80 | 65 | 210 |
| 13 | 8 | 15 | 40 | 45 | 50 | 200 |
| 14 | 10 | 10 | 45 | 50 | 35 | 220 |
| 15 | 12 | 12 | 50 | 55 | 40 | 240 |
| 16 | 15 | 15 | 55 | 60 | 45 | 190 |
| 17 | 8 | 10 | 60 | 65 | 50 | 250 |
| 18 | 10 | 12 | 70 | 70 | 55 | 200 |
| 19 | 12 | 15 | 35 | 75 | 60 | 170 |
| 20 | 15 | 10 | 40 | 80 | 35 | 210 |
| 21 | 10 | 12 | 45 | 50 | 60 | 250 |
| 22 | 15 | 15 | 55 | 60 | 45 | 150 |
| 23 | 12 | 15 | 50 | 65 | 55 | 200 |
| 24 | 10 | 12 | 60 | 70 | 60 | 250 |
| 25 | 15 | 15 | 65 | 75 | 45 | 200 |
| 26 | 12 | 15 | 70 | 80 | 35 | 200 |
| 27 | 10 | 12 | 35 | 50 | 50 | 250 |
| 28 | 15 | 15 | 40 | 55 | 55 | 250 |
| 29 | 8 | 10 | 37 | 60 | 35 | 220 |
| 30 | 10 | 12 | 40 | 70 | 40 | 190 |