МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
“МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ”

Кафедра горного дела

ВЫБОР И РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ

Методические указания и задания к расчетно-графической работе для студентов всех форм обучения специальностей 130404 «Подземная разработка месторождений полезных ископаемых» и 130403 «Открытые горные работы»

Апатиты
2007

УДК 622.271
ББК 33.22
В 92

Составители – Сергей Прокофьевич Решетняк, д-р техн. наук, профессор кафедры горного дела Мурманского государственного технического университета;
Альфред Вячеславович Архипов, старший науч. сотрудник Горного института КНЦ РАН

Методические указания рассмотрены и одобрены кафедрой 22.02.2007 г., протокол № 6

Рецензент – В.Г. Едигарьев, канд. техн. наук, доцент кафедры горного дела МГТУ

Редактор Е.В. Попова

©Мурманский государственный технический университет, 2007

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ..... 4
МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ..... 5
РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ..... 5
ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ РАСЧЕТОВ 18
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА..... 28
ПРИЛОЖЕНИЯ……...29

ВВЕДЕНИЕ

Расчетно-графическая работа является контрольной работой, предусмотренной программой дисциплин «Технология и комплексная механизация открытых горных работ» и «Разработка месторождений открытым способом» для студентов всех форм обучения специальностей 130403 «Открытые горные работы» и 130404 «Подземная разработка месторождений полезных ископаемых»

Темой расчетно-графической работы является выбор и расчет параметров системы разработки месторождений открытым способом.

Расчеты производятся для наиболее распространенной углубочной системы разработки с продольной подготовкой уступов карьера для наклонных и крутопадающих рудных месторождений пластообразной формы, залегающих в толще скальных горных пород и имеющих в качестве покрывающих пород моренные отложения. Методикой предусмотрено, что выемка горной массы осуществляется экскаватором типа ЭКГ, транспортирование внутри карьера – автомобильным транспортом.

Конечной целью работы является расчет параметров системы разработки, производительности карьера по руде и вскрыше и расчет парка экскаваторов.

Расчетно-графическая работа является основой для выполнения курсового проекта, предусмотренного программой дисциплины «Технология и комплексная механизация открытых горных работ», а также основой технологических расчетов при дипломном проектировании для студентов специальности 130403 «Открытые горные работы».

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Общий порядок выполнения работы

Расчетно-графическая работа выполняется по индивидуальным заданиям, варианты которых представлены в приложении 8.

***Исходные данные*:**

Характер дневной поверхности (горизонтальная, наклонная).

Форма рудного тела – пластообразная.

Горизонтальная мощность рудного тела – $m_г$, м.

Длина залежи по простиранию – $L_р$, м.

Угол падения залежи – $\alpha_{р.т}$, град.

Наклон верхнего контакта рудного тела с наносами, град.

Вертикальная мощность наносов – $h_м$, м.

Характеристика пород вскрыши, руды, наносов (задается по приложению 1):

– плотность руды – $\delta_р$, т/м^3.

– плотность породы – $\delta_в$, т/м^3.

– плотность наносов – $\delta_м = 2$ т/м^3.

Базовая глубина карьера – $H_к$,м.

Система разработки – с углубкой карьера и вывозкой пород вскрыши во внешние отвалы.

Подготовка экскаваторных блоков – продольная.

Направление углубки карьера – по контакту лежачего бока залежи.

Высота уступа по скальной зоне – $h_у = 15$ м.

Высота уступа по морене – $h_{у.м}$, м, выбирается в соответствии с $h_м$.

Угол наклона конечного борта карьера $\beta_{к.в.}$, град.:

1) по скале:

– для висячего бока $\beta_{к.в.} = 41^\circ$;

– для лежачего бока $\beta_{к.л} = \beta_{к.в}$ (при $\beta_{к.в} < \alpha_{р.т}$);

$\beta_{к.л} = \alpha_{р.т}$ (при $\beta_{к.в} > \alpha_{р.т}$);

2) по наносам:

$\beta_{к.м.} = 16^\circ$.

Ширина дна карьера $b_д = 40$ м.

Выемка горной массы – экскаватором типа ЭКГ.

Вместимость ковша Е, $м^3$.

Технологический транспорт – автомобильный.

Автодороги – двухполосные.

Исходные данные приводятся на первой странице после титула.

Заданием предусматривается определить:

1. Параметры карьера на конец отработки и построить контуры карьера на поперечном разрезе и в плане.

2. Объемы балансовых и промышленных запасов руды в контуре карьера.

3. Объемы горной массы в карьере и вскрышных пород, вывозимых в отвал.

4. Коэффициенты вскрыши (средний и эксплуатационный основного периода работы карьера).

5. Производительность экскаватора.

6. Грузоподъемность автосамосвала.

7. Параметры и показатели системы разработки:

7.1 Угол откоса рабочих уступов.

7.2 Ширину экскаваторной заходки и рабочей площадки.

7.3 Угол наклона рабочего борта.

7.4 Длину активного фронта работ экскаватора.

7.5 Скорость подвигания рабочих уступов.

7.6 Скорость годового понижения дна карьера.

7.7 Корректировка параметров системы разработки (производится по необходимости в соответствии с прил. 7).

8. Годовую производительность карьера по руде, вскрыше, горной массе и инвентарный парк экскаваторов.

Задание по вышеприведенным пунктам приводится после исходных данных.

Отчет о выполнении работы состоит из пояснительной записки, оформленной в соответствии с требованиями к написанию расчетно-графических работ, и чертежей.

После исходных данных и краткого описания задания должны следовать разделы с расчетами в соответствии с заданием.

Конечные результаты вычислений следует округлять:

– для параметров карьеров– до десятков метров;

– для объемов – до десятков тыс. $м^3$;

– для запасов – до десятков тыс. $м^3$ или десятков тыс. т;

– для параметров системы разработки – до метров,

– для длин фронтов работ экскаватора – до сотен метров.

После буквенного написания формулы должен следовать ее числовой вид, а затем результат.

Чертежи выполняются на листе формата А4 в масштабе, подпись размещается внизу, обязательна рамка, штамп не обязателен.

Образец оформления титульного листа пояснительной записки приведен в приложении 9.

1. Параметры карьера на конец отработки и построение контуров карьера

1.1. Контур карьера на поперечном разрезе.

На горизонте конечного дна карьера $H_к$ от лежачего контакта рудного тела отстраивают горизонтальный отрезок, равный ширине дна ($b_д$ = 40 м).

От контуров дна проводят линии конечных бортов карьера по скальной зоне под углами $\beta_{к.в}$ и $\beta_{к.л}$. От точек пересечения проведенных линий с горизонтом наносов на глубине $h_м$, проводят линии бортов карьера по наносам под углом $\beta_{к.м}$ до пересечения с дневной поверхностью (рис. 1).

Ширина карьера по скальной зоне $B_{к.с.}$ (м) определяется по формуле

$$B_{к.с.} = (H_к - h_м)\,(\mathrm{ctg}\,\beta_{к.в} + \mathrm{ctg}\,\beta_{к.л}) + b_д.$$

Ширина карьера по поверхности $B_к$ (м) определяется по формуле

$$B_к = B_{к.с} + 2\,h_м\,\mathrm{ctg}\,16^\circ,$$

результат следует округлить до десятков м.

1.2. План контуров карьера

Длина дна карьера приравнивается к длине рудного тела $L_д = L_р$.

Для построения торцевых бортов карьера в плане определяют радиусы закруглений по скальной зоне и на поверхности (рис. 2).

Радиусы закруглений в торцах карьера по скальной зоне определяются:

– со стороны висячего бока $b_с$ (м) – по формуле

$$b_с = (H_к - h_м)\,\mathrm{ctg}\,\beta_{к.в};$$

– со стороны лежачего бока $b'_с$ (м) – по формуле

$$b'_{с} = (H_{к} - h_{м})\ \mathrm{ctg}\ \beta_{к.л}.$$

Радиусы закруглений в торцах карьера по поверхности определяются:
– со стороны висячего бока $b_{к}$ (м) – по формуле

$$b_{к} = b_{с} + h_{м}\ \mathrm{ctg}\ \beta_{к.м};$$

– со стороны лежачего бока $b'_{к}$ (м) – по формуле

$$b'_{к} = b'_{с} + h_{м}\ \mathrm{ctg}\ \beta_{к.м}.$$

Длина карьера по скальной зоне $L_{ск}$ (м) определяется по формуле

$$L_{ск} = L_{д} + 2\ b_{с}.$$

Длина карьера по поверхности $L_{к}$ (м) рассчитывается по формуле

$$L_{к} = L_{д} + 2\ b_{к},$$

результат следует округлить до десятков метров.

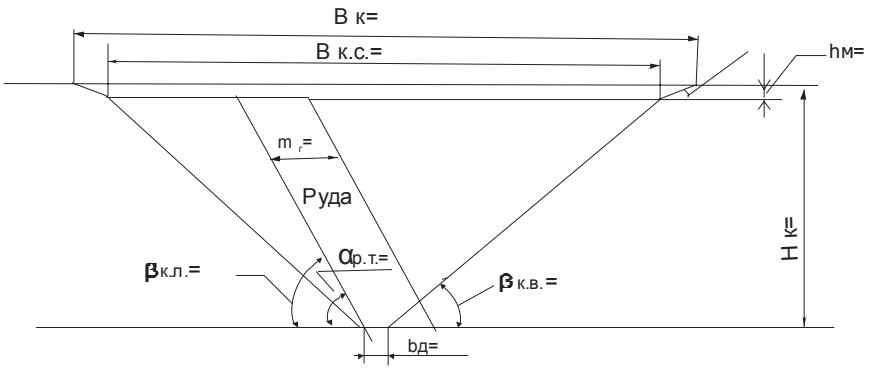

Рис.1. Контур карьера на поперечном разрезе.
М 1:10000

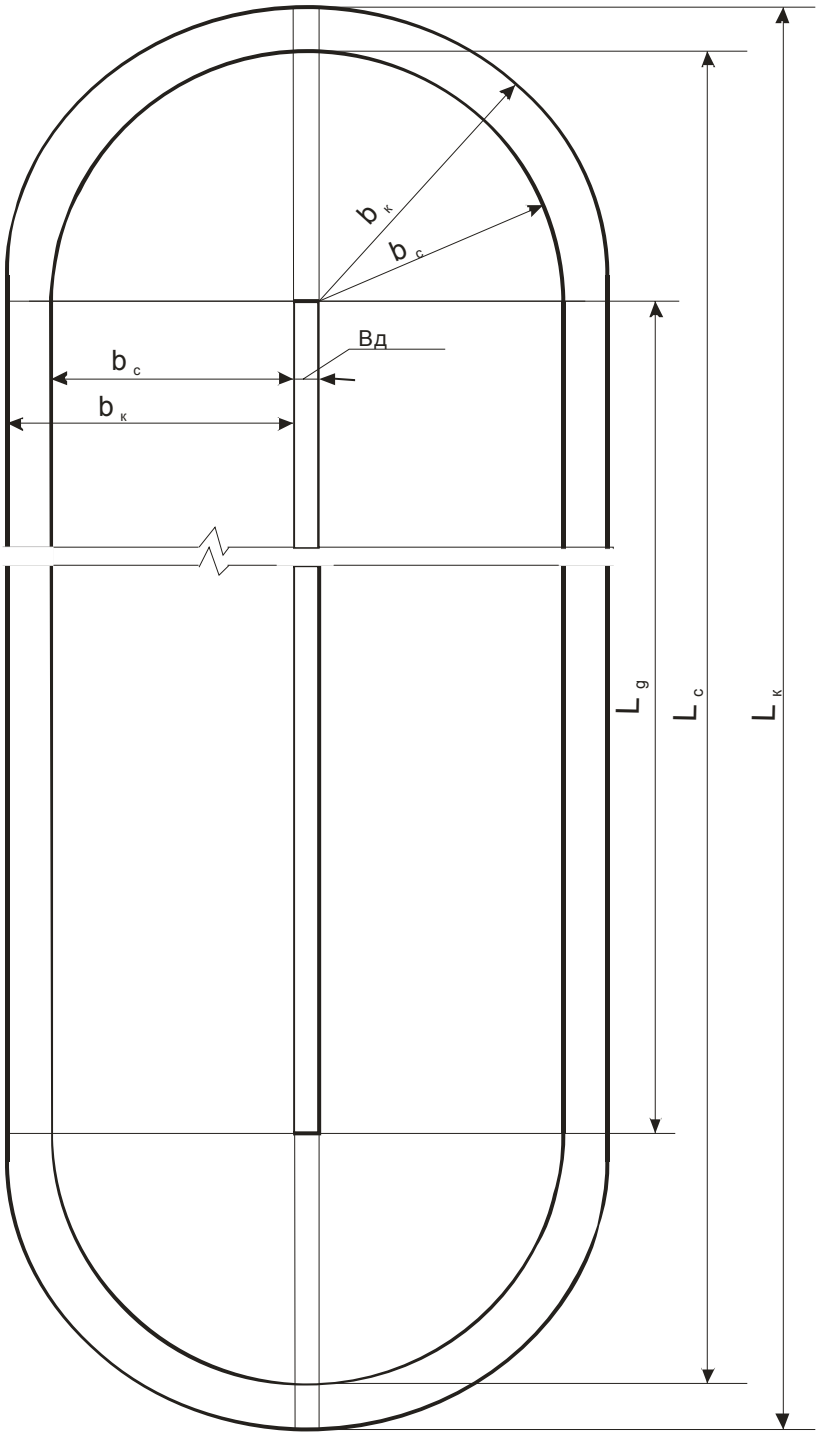

Рис.2. План границ карьера.
М 1:10000

2. Балансовые и промышленные запасы руды

2.1. Балансовые запасы руды в контурах карьера ($Р_б$)

По условию задания запасы ограничены в длину простиранием рудного тела, в глубину – конечными бортами карьера и его дном. Так как рудное тело представлено пластом правильной формы, то его объем $Р_б$ (тыс. м^3) в контуре карьера рассчитывается как произведение площади рудного тела на поперечном разрезе и длины $L_р$. Площадь карьера на поперечном разрезе рассчитывается как площадь прямоугольника высотой ($H_к$ – $h_м$) и шириной $m_г$ за вычетом площади треугольника, образованного висячим бортом карьера, висячим контактом рудного тела и линией горизонта на отметке $H_к$.

Формула для расчета балансовых запасов руды в контурах карьера $Р_б$ (тыс. м^3) имеет вид:

$$Р_б = \left[m_г (H_к - h_м) - \frac{(m_г - b_д)^2}{(\mathrm{ctg}\,\alpha_{р.т} + \mathrm{ctg}\,\beta_{к.в})\,2} \right] L_р .$$

2.2. Промышленные запасы руды (Р)

Промышленные запасы руды Р (тыс. м^3) рассчитываются с учетом потерь и разубоживания:

$$Р = Р_б \frac{1-\eta}{1-\rho},$$

где η и ρ – коэффициенты соответственно потерь и разубоживания, доли ед. (приложение 4).

Значение Р рассчитывается в тыс. т, округляется до десятков тыс. т в меньшую сторону и переводится в тыс. м^3 без округления.

3. Объемы горной массы и вскрышных пород в карьере

3.1. Объем горной массы ($V_{г.м}$)

Объем горной массы карьера правильной формы рассчитывается как сумма объемов центральной прямой призмы трапециевидного сечения, четырех четвертей конусов в торцах карьера и двух треугольных призм толщиной, равной ширине дна (40 м) в торцах карьера.

Так как имеется зона наносов, фигура карьера дополнительно разбивается на скальную и наносную части.

Расчет объема производится поэлементно с использованием предварительно рассчитанных радиусов закруглений.

Объем горной массы рассчитывается

– для прямого участка $V_{г.м.п.}$ (тыс. м^3) – по формулам:

$$V_{г.м.п.} = \left[(b_с + b_д)(H_л - h_м) + (b_с + b_к + b_д)h_м\right] L_р \text{ (при } \beta_{к.л.} = \beta_{к.в.}\text{);}$$

$$V_{г.м.п.} = \left[\frac{b_с + b'_с + 2b_д}{2}(H_к - h_м) + \frac{b_с + b'_с + 2b_д + b_к + b'_к}{2} h_м\right] L_р \text{ (при } \beta_{к.л.} = \alpha_{р.т}\text{);}$$

– для торцевых участков $V_{г.м.т.}$ (тыс. м^3) – по формулам:

$$V_{г.м.т.} = \frac{\pi b_с^2}{3}(H_к - h_м) + b_с(H_к - h_м)b_д + \frac{\pi}{4}(b_с + b_к)^2 h_м + (b_с + b_к)h_м b_д \text{ (при } \beta_{к.л.} = \beta_{к.в.}\text{);}$$

$$V_{г.м.т.} = \frac{\pi b_с^2}{6}(H_к - h_м) + \frac{\pi b_с b'_с}{6}(H_к - h_м) + b_с(H_к - h_м)b_д + \frac{\pi}{8}(b_с + b_к)^2 \times$$

$$\times h_м + \frac{\pi}{8}(b_с + b_к)(b'_с + b'_к)h_м + (b_с + b_к)h_м b_д.$$

(при $\beta_{к.л.} = \alpha_{р.т}$).

Общий объем горной массы $V_{г.м.}$ (тыс. м^3) равен

$$V_{г.м.} = V_{г.м.п} + V_{г.м.т}$$

3.2. Объем вскрыши ($V_в$)

Объем вскрыши $V_в$ (тыс. м^3) определяется по формуле

$V_в = V_{г.м.} - Р$,

результат округляется до десятков тыс. м^3.

4. Коэффициенты вскрыши

4.1. Средний коэффициент вскрыши ($n_{ср.}$)

Средний коэффициент вскрыши $n_{ср.}$ (м^3/м^3) определяется по формуле

$$n_{ср} = \frac{V_в}{Р}.$$

Результат округляется до одной десятой.

4.2. Эксплутационный коэффициент вскрыши основного периода (n_1) *работы карьера*

Эксплуатационный коэффициент вскрыши n_1 (м^3/м^3) определяется по формуле

$$n_1 = \lambda(1-\mu)n_{ср},$$

где λ_1 – коэффициент неравномерности вскрышных работ основного (первого) периода эксплуатации карьера, обычно составляет 1,15–1,65 (для пластовых месторождений правильной формы – 1,2–1,35); μ – доля первоначального значения коэффициента вскрыши n_0 от среднего $n_{ср}$.

Доля первоначального значения коэффициента вскрыши μ (доли ед.) определяется по формуле

$$\mu = \frac{n_0}{n_{ср}},$$

для налегающих пород небольшой мощности $\mu = 0{,}05 - 0{,}2$.

Значение n_1 округляют до одной десятой.

5. Годовая производительность экскаватора (*Q*)

Для упрощенных расчетов годовую производительность экскаватора Q (тыс. м^3) можно определить с использованием удельной годовой производительности экскаватора:

$$Q = q\,\text{E},$$

где q – удельная годовая производительность экскаватора на 1 м^3 вместимости ковша, обычно находится в диапазоне 120–170 тыс. м^3/м^3. Для данной работы целесообразно выбирать значение q из диапазона 120–135 тыс. м^3/м^3.

6. Грузоподъемность автосамосвала (*G*)

Грузоподъемность автосамосвала выбирается из условия рационального соотношения вместимостей ковша экскаватора E и кузова автосамосвала $V_к$. Это соотношение зависит от расстояния транспортирования груза: чем длиннее плечо откатки, тем вместимость кузова должна быть больше по сравнению с E.

Для средних значений расстояния транспортирования (2–4 км) рациональное соотношение находится в диапазоне

$$\text{E} : V_к = 1 : 4 \div 1 : 6\,.$$

Соотношение 1 : 7 используется по данным практики работы карьеров, в которых эксплуатируются большегрузные автосамосвалы и экскаваторы с пониженной вместимостью ковша, так как типовые параметры

ковша экскаватора Е несколько отстают от величин типовых грузоподъемностей автосамосвалов.

Вес породы в ковше экскаватора g (т) определяют по формуле

$$g = \mathrm{E}\,\delta_{\rho}\,K_{э},$$

где $K_э$ – коэффициент экскавации, зависит от плотности пород (выбирается по приложению 5).

Диапазон рациональной грузоподъемности автосамосвала G (т) составляет

$$G = g\,4 \div g{\cdot}7.$$

Целесообразнее выбирать машину с большей грузоподъемностью, так как она более экономична и экологична в эксплуатации. Выбор производится из типового ряда автосамосвалов грузоподъемностью: 42, 75, 90, 105, 110, 120, 130, 150, 180 т.

7. Параметры системы разработки

7.1. Угол откоса рабочего уступа ($\alpha_у$)

Выбирается наибольшее значение для данного типа пород по нормам ВНИМИ (приложение 1).

7.2. Ширина экскаваторной заходки (a)

Ширина экскаваторной заходки a (м) определяется из выражения

$$a = R_{ч.у}\ (1{,}5 \div 1{,}7),$$

где $R_{ч.у}$ – радиус черпания на уровне стояния экскаватора (выбирается по приложению 6).

Для скальных пород целесообразнее выбирать наибольшее целое значение a**,** так как при многорядном взрывании образуется большой развал дробленой породы.

7.3. Длина активного фронта работ экскаватора ($L_ф$)

Определяется исходя из минимального нормативного фронта на один экскаватор $L_{ф.min}$ (приложение 6).

Оптимальная длина активного фронта находится в пределах

$$L_ф = (1{,}5 \div 2{,}0)\ L_{ф.min},\ \text{м}.$$

Для предварительных расчетов вначале задают

$$L_ф = 1{,}5\ L_{ф.min},\ \text{м}.$$

7.4. Скорость подвигания рабочих уступов ($V_у$)

Скорость подвигания рабочих уступов $V_у$ (м/год) определяется по формуле

$$V_у = \frac{Q}{h_у L_ф}.$$

7.5. Ширина рабочей площадки ($B_{р.п.}$)

Ширина рабочей площадки $B_{р.п.}$ (м) определяется двумя методами:

1) с учетом нормативов готовых к выемке запасов ($\mu_г$) по формуле:

$$B_{р.п.} = B_{тр.б.} + \mu_г \cdot V_у,$$

где $B_{тр.б.}$ – ширина транспортной бермы (по нормативам значение $B_{тр.б}$ определяют в зависимости от грузоподъемности автосамосвала Q для карьера глубиной более 50 м, приложение 2). Результат округляют до 0,5 м в большую сторону.

Минимальное значение готовых к выемке запасов по нормам института Гипроруда составляет 2,5 мес., то есть их доля от года $\mu_г$ составляет 0,21 года.

Произведение $\mu_г$ $V_у$ обозначим как $\Delta B_{р.п.}$ – необходимая дополнительная ширина рабочей площадки для учета нормативного резерва запасов экскаватора.

2) с учетом равенства $\Delta B_{р.п.}$ ширине выбранной заходки экскаватора a.

Окончательно ширина рабочей площадки $B_{р.п}$ (м) рассчитывается как сумма:

$$B_{р.п} = B_{тр.б} + \Delta B_{р.п\ max.},$$

где $\Delta B_{р.п.max}$ – наибольшее значение $\Delta B_{р.п.}$ из определенных вышеуказанными методами.

7.6. Угол наклона рабочего борта ($\alpha_{р.б.}$)

Угол наклона рабочего борта $\alpha_{р.б.}$ (град.) рассчитывается по формуле

$$\alpha_{р.б.} = \mathrm{arcctg}\frac{B_{р.п.} + h_у \,\mathrm{ctg}\,\alpha_у}{h_у},$$

результат округляется до целых значений градуса.

7.7. Скорость годового понижения дна карьера

Скорость годового понижения дна карьера $h_г$ (м) определяется по формуле

$$h_г = \frac{V_у}{\mathrm{ctg}\,\alpha_{р.б.} + \mathrm{ctg}\,\beta_н},$$

где $\beta_н$ – угол направления углубки.

Так как в соответствии с заданием направление углубки следует выбирать вдоль лежачего контакта рудного тела с вмещающими породами, то $\beta_н = \alpha_{р.т.}$.

Полученное значение $h_г$ сравнивают с контрольным значением (см. приложение 7).

При несовпадении условий залегания рудного тела с табличным значением, производят интерполяцию табличных значений $h_г$ в соответствии с условием задания. Например, если по заданию угол направления углубки составляет 50 или 55 градусов, то для экскаватора с вместимостью ковша 8 м^3 значение $h_г$ выбирают между 18 и 20 м (в целых числах): $h_г$ = 19 м.

Если первоначально рассчитанное по формуле значение $h_г$ превышает контрольное, то принимают контрольное значение $h'_г$ и производят перерасчет параметров системы разработки.

7.8. Корректировка параметров системы разработки

Чаще всего изменению подлежит длина активного фронта работ на один экскаватор. Для этого необходимо выполнить следующее:

Используя контрольное значение скорости годового понижения дна карьера $h'_г$, рассчитывают новое значение скорости подвигания рабочих уступов $V'_у$ (м/год):

$$V'_у = h'_г\left(\mathrm{ctg}\alpha_{р.б} + \mathrm{ctg}\beta_н\right).$$

Далее проверяют значение $\Delta B_{р.п}$ (м):

$$\Delta B_{р.п} = \mu_г V'_у.$$

Если значение $\Delta B_{р.п}$ получается меньше ранее принятого, то величина угла рабочего борта не будет нуждаться в корректировке.

Затем корректируют длину активного фронта работ на один экскаватор $L'_ф$(м):

$$L_{ф}^{/} = \frac{Q}{h_{у} V_{у}^{/}},$$

значение округляют до десятков метров в большую сторону.

8. Годовая производительность карьера по руде, вскрыше, горной массе

8.1. Годовая производительность карьера по руде ($A_р$)

Годовая производительность карьера по руде $A_р$ тыс. м^3 рассчитывается исходя из принятого значения скорости углубки карьера, средней горизонтальной площади рудного тела $S_р$ и ранее выбранных значений коэффициентов потерь и разубоживания

$$A_р = h_г S_р \frac{1-\eta}{1-\rho}.$$

Значение, выраженное в тыс. м^3 переводят в тыс. т и округляют до сотен тыс. т.

Так как рудное тело правильной формы, то средняя горизонтальная площадь рудного тела $S_р$ (тыс. м^2) определяется по формуле

$$S_р = m_г L_р.$$

8.2. Годовая производительность по вскрыше ($A_в$)

Годовая производительность карьера по вскрыше $A_в$ (тыс. м^3) определяется по формуле

$$A_в = A_р n_1.$$

Так как значение $A_р$ выражено в тыс. м^3, то принятое в разделе 8.1. значение в тыс. т переводят в тыс. м^3. Полученное значение $A_в$ округляют до десятков тыс. м^3.

8.3. Годовая производительность карьера по горной массе ($A_{г.м}$)

Годовая производительность карьера по горной массе $А_{г.м}$ (тыс. м^3) определяется по формуле

$$А_{г.м} = А_р + А_в,$$

округляется до десятков тыс. м^3.

***8.4. Парк экскаваторов* ($N_э$)**

Расчет парка экскаваторов $N_э$ (ед.) производится по следующей формуле:

$$N_э = \frac{A_{г.м}}{Q},$$

результат округляют до целого числа в большую сторону.

Аналогично рассчитывают число машин, занятых на добыче руды.

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ РАСЧЕТОВ

(вариант работы)

***Исходные данные*:**

Дневная поверхность – горизонтальная.

Форма рудного тела – пластообразная.

Горизонтальная мощность рудного тела – $m_г$ = 110 м.

Длина залежи по простиранию – $L_р$ = 2 000м.

Угол падения залежи – $\alpha_{р.т.}$ = 60˚.

Верхний контакт рудного тела – горизонтальный.

Вертикальная мощность насосов – $h_м$ = 20 м.

Породы вскрыши и руды – метаморфические, группа 1. 3. (приложение 1).

Плотность руды –$\delta_р$ = 2,9 т/м^3.

Плотность породы – $\delta_в$ = 2,8 т/м^3.

Плотность наносов – $\delta_м$ = 2,0 т/м^3, группа пород 3.1. (приложение 1).

Базовая глубина карьера – $H_к$ = 380 м.

Система разработки – с углубкой карьера и вывозкой вскрышных пород во внешние отвалы

Подготовка экскаваторных блоков – продольная.

Направление углубки карьера – по контакту лежачего бока залежи.

Высота уступа по скальной зоне – $h_у$ = 15 м.

Высота уступа по морене – $h_{у\,м}$, выбирается в соответствии с $h_м$.

Угол наклона конечного борта карьера:

1) по скале:

– для висячего бока – $\beta_{к.в}$ = 41˚;

– для лежачего бока – $\beta_{к.л}$ = 41˚.

2) по наносам:

$\beta_{к.м} = 16^{\circ}$.

Ширина дна карьера– $b_д = 40$ м.

Выемка горной массы – экскаватором типа ЭКГ.

Вместимость ковша ЭКГ-10, Е = 10 м^3.

Технологический транспорт – автомобильный.

Автодороги – двухполосные.

Определить:

1. Параметры карьера на конец отработки и построить контуры карьера на поперечном разрезе и в плане.

2. Объемы балансовых и промышленных запасов руды в контуре карьера.

3. Объемы горной массы в карьере и вскрышных пород, вывозимых в отвалы.

4. Коэффициенты вскрыши (средний и эксплуатационный основного периода работы карьера).

5. Производительность экскаватора.

6. Грузоподъемность автосамосвала.

7. Параметры и показатели системы разработки:

7.1 Угол откоса рабочих уступов.

7.2 Ширину экскаваторной заходки и рабочей площадки.

7.3 Угол наклона рабочего борта.

7.4 Длину активного фронта работ экскаватора.

7.5 Скорость подвигания рабочих уступов.

7.6 Скорость годового понижения дна карьера.

7.7 Корректировка параметров системы разработки (производится по необходимости в соответствии с прил. 7).

8. Годовую производительность карьера по руде, вскрыше, горной массе и инвентарный парк экскаваторов.

1. Параметры карьера на конец отработки и построение контуров карьера

1.1. Контур карьера на поперечном разрезе

На горизонте конечного дна карьера ($H_к$ = 380 м) отстроен от лежащего контакта рудного тела горизонтальный отрезок $b_д$ = 40 м.

От контуров дна проведены линии конечных бортов карьера под углами $\beta_{к.в}$ и $\beta_{к.л}$. От точек пересечения проведенных линий с горизонтом наносов на глубине $h_м$ проведены линии бортов карьера по наносам под углами $\beta_{к.м}$ до пересечения с дневной поверхностью (рис. 1).

Ширина карьера по скальной зоне ($B_{к.с}$) равна

$B_{к.с} = 2(H_к - h_м)\ \mathrm{ctg}\ 41 + b_д = 2\ (380 - 20)\cdot 1{,}1504 + 40 = 868$ м.

Ширина карьера по поверхности ($B_к$)

$B_к = B_{к.с} + 2\ h_м\ \mathrm{ctg}\ 16 = 868 + 2\cdot 20\cdot 3{,}4874 = 1\ 007$ м,

принимаем 1 010 м.

1.2. План контуров карьера

В соответствии с методикой длина дна карьера $L_д = L_р$ = 2 000 м.

Радиусы закруглений в торцах карьера по скальной зоне равны:

– со стороны висячего бока ($b_с$):

$b_с = (H_к - h_м)\ \mathrm{ctg}\ \beta_{к.в} = (380 - 20)\cdot 1{,}1504 = 414$ м;

– со стороны лежащего бока ($b'_с$):

$b'_с = (H_к - h_м)\ \mathrm{ctg}\ \beta_{к.л} = 414$ м.

Радиусы закруглений в торцах карьерах по поверхности равны:

– со стороны висячего бока ($b_к$):

$b_к = b_с + h_м\ \mathrm{ctg}\ \beta_{к.м} = 414 + 20\cdot 3{,}4874 = 484$ м;

– со стороны лежачего бока ($b'_к$):

$b'_к = b'_с + h_м\ \mathrm{ctg}\ \beta_{к.м} = 484$ м.

Длина карьера по скальной зоне ($L_{ск}$):

$L_{ск} = L_д + 2b_с = 2\ 000 + 2\cdot 414 = 2\ 828$ м.

Длина карьера по поверхности ($L_к$):

$L_к = L_д + 2b_к = 2\ 000 + 2\cdot 484 = 2\ 968$ м,

принимаем 2 970 м.

2. Балансовые и промышленные запасы руды

2.1. Балансовые запасы руды в контурах карьера ($P_б$)

По условию задания балансовые запасы ограничены в длину простиранием рудного тела:

$$P_б = \left[m_г \left(H_к - h_м\right) - \frac{\left(m_г - b_д\right)^2}{2\left(\operatorname{ctg}\alpha_{р.т.} + \operatorname{ctg}\beta_{к.в}\right)} \right] L_р = \left[110 \cdot \left(380 - 20\right) - \frac{\left(110 - 40\right)^2}{2 \cdot (0{,}5774 + 1{,}1504)} \right] \times$$

$$\times 2\,000 = 76\ 364 \text{ тыс. м}^3$$

2.2. Промышленные запасы руды (*P*)

$$P = P_б \frac{1 - \eta}{1 - \rho}.$$

По нормам технологического проектирования (приложение 4) при $m_г$ = 110 м, $h_у$ = 15 м и $\alpha_{р.т}$ = 60° потери составляют η = 3 % или 0,03; разубоживание принимаем ρ = 5 % или 0,05.

$$P = 76364 \cdot \frac{1 - 0{,}03}{1 - 0{,}05} = 77972 \text{ тыс. м}^3 \text{ или } 226\ 118 \text{ тыс. т,}$$

принимаем 226 120 тыс. т или 77 972 тыс. м^3.

3. Объемы горной массы и вскрышных пород в карьере

3.1 Объем горной массы ($V_{г.м}$)

Объем горной массы $V_{г.м.}$ включает объем горной массы прямого участка ($V_{г.м.п.}$) и объемы торцевых участков ($V_{г.м.т.}$).

Объем горной массы прямого участка равен:

$$V_{г.м.п} = \left[\left(b_с + b_д\right)\left(H_к - h_м\right) + \left(b_с + b_к + b_д\right) h_м\right] L_р =$$
$$= \left[\left(414 + 40\right) \cdot \left(380 - 20\right) + \left(414 + 484 + 40\right) \cdot 20\right] \cdot 2\ 000 = 364\ 400 \text{ тыс. м}^3.$$

Объем горной массы торцевого участка равен:

$$V_{г.м.т} = \frac{\pi b_с^2}{3}\left(H_к - h_м\right) + b_с\left(H_к - h_м\right) b_д + \frac{\pi}{4}\left(b_с + b_к\right)^2 h_м + \left(b_с + b_к\right) \times$$

$$\times h_м b_д = \frac{3{,}14 \cdot 414^2}{3} \cdot \left(380 - 20\right) + 414 \cdot \left(380 - 20\right) \cdot 40 + \frac{3{,}14}{4} \cdot \left(414 + 484\right)^2 \times$$

$$\times 20 + \left(414 + 484\right) \cdot 20 \cdot 40 = 83\ 923 \text{ тыс. м}^3$$

Общий объем горной массы равен:

$V_{\text{г.м}} = V_{\text{г.м.п}} + V_{\text{г.м.т.}} = 364\,400 + 83\,923 = 448\,323$ тыс. м^3.

3.2. Объем вскрыши ($V_{\text{в}}$)

$V_{\text{в}} = V_{\text{г.м.}} - \text{Р} = 448\ 323 - 77\ 972 = 370\ 351$ тыс. м^3, принимаем 370 350 тыс. м^3.

4. Коэффициенты вскрыши

4.1. Средний коэффициент вскрыши ($n_{\text{ср}}$)

$$n_{\text{ср.}} = \frac{V_{\text{в}}}{\text{Р}} = \frac{370\,350}{77\,972} = 4{,}7 \text{ м}^3/\text{ м}^3.$$

4.2. Эксплутационный коэффициент вскрыши основного периода (n_1) *работы карьера*

$$n_1 = \lambda_1 (1 - \mu) n_{\text{ср}},$$

где λ_1 – коэффициент неравномерности вскрышных работ основного (первого) периода эксплуатации карьера, обычно принимается равным 1,15 – 1,65.

Доля первоначального значения коэффициента вскрыши $n_{\text{о}}$ от среднего $n_{\text{ср}}$ равна

$$\mu = \frac{n_{\text{о}}}{n_{\text{ср}}},$$

для налегающих пород небольшой мощности μ = 0,05 – 0,2.

Так как месторождение наклонное с малой величиной $h_{\text{м}}$, принимаем λ_1 = 1,2; μ = 0,1.

Эксплутационный коэффициент вскрыши основного периода (n_1) работы карьера равен

$$n_1 = 1{,}2\ (1–0{,}1)\cdot 4{,}7 = 5{,}1 \text{ м}^3/\text{м}^3.$$

5. Производительность экскаватора (*Q*)

Тип экскаватора и вместимость ковша (Е = 10 м^3) заданы.

Определяем годовую производительность экскаватора. Так как по условию задания подготовка блоков продольная, то выбирается

q = 135 тыс.м^3/м^3,

Q = 135·10 = 1 350 тыс. м^3/год.

6. Грузоподъемность автосамосвала (*G*)

Вес породы в ковше ЭКГ-10 (g) рассчитан по формуле

$$g = E\ \delta_р\ K_э = 10 \cdot 2{,}9 \cdot 0{,}58 = 16{,}82 \text{ т},$$

где $K_э$ – коэффициент экскавации, для пород с $\delta_р$ = 2,9 т/м^3 $K_э$ = 0,58 (приложение 5).

Диапазон рациональной грузоподъемности автосамосвала

$$G = g\ 4 \div g\ 7 = 16{,}82 \cdot 4 \div 16{,}82 \cdot 7 = 67{,}3 \div 117{,}7 \text{ т}.$$

Из типового ряда выбираем автосамосвал с грузоподъемностью G = 120 т.

7. Параметры системы разработки

7.1. Угол откоса рабочего уступа ($\alpha_{р.у}$)

Для скальных пород группы 1.3. выбирается α = 75˚ (по нормам ВНИМИ).

7.2. Ширина экскаваторной заходки (*a*)

$$a = R_{ч.у}(1{,}5 \div 1{,}7), \text{ м}.$$

Для ЭКГ-10 $R_{ч.у}$ = 12,6 м, (приложение 6)

$$a = 12{,}6 \cdot (1{,}5 \div 1{,}7) = 18{,}9 \div 21{,}42 \text{ м}.$$

Для скальных пород принимаем заходку наибольшей ширины a = 21 м.

7.3. Длина активного фронта работ экскаватора ($L_ф$)

Минимальная длина активного фронта работ по нормам для ЭКГ-10 составляет $L_{ф.\,min}$ = 700 м, (приложение 6).

Рациональная $L_ф$ = (1,5 ÷ 2,0) $L_{ф\ min}$.

Для предварительных расчетов выбираем

$L_ф$ = 1,5·700 = 1 050 м.

7.4. Скорость подвигания рабочих уступов ($V_у$)

$$V_у = \frac{Q}{h_у\ L_ф} = \frac{1\,350\,000}{15 \cdot 1050} = 85{,}7 \text{ м/год}.$$

7.5. Ширина рабочей площадки ($B_{р.п}$)

$B_{р.п.} = B_{тр.б} + \mu_г \ V_у$.

Для автосамосвалов грузоподъемностью G = 120 т принимаем значение ширины транспортной бермы $B_{тр.б}$ = 31,5 м (приложение 2).

Минимальное значение готовых к выемке запасов $\mu_г$ составляет 2,5 мес. или 0,21 года.

Обозначив $\mu_г \ V_у = \Delta B_{р.п.}$, получим $\Delta B_{р.п.}$ = 0,21·85,7 = 18 м.

Проверяем по условию $\Delta B_{р.п.} = a$. a = 21 м.

Тогда минимальное значение ширины рабочей площадки будет равно $B_{р.п.}$ = 31,5 + 21 = 52,5 м.

7.6. Угол наклона рабочего борта ($\alpha_{р.б}$)

$$\alpha_{р.б} = \text{arcctg}\frac{B_{р.п} + h_у \,\text{ctg}\,\alpha_{р.у}}{h_у}, \text{град.}$$

$$\alpha_{р.п} = \text{arcctg}\frac{52{,}5 + 15\,\text{ctg}\,75}{15} = \text{arcctg}\frac{52{,}5 + 150{,}2679}{15} = \text{arcctg}\ 3{,}7679 \approx 15°.$$

7.7. Скорость годового понижения дна карьера ($h_г$)

$$h_г = \frac{V_у}{\text{ctg}\,\alpha_{р.б.} + \text{ctg}\,\beta_н}, \text{ м/год.}$$

Оптимальным считается, если траектория углубки карьера располагается внутри рудного тела и $\beta_н$ совпадает с $\alpha_{р.т}$. Тогда $\beta_н = \alpha_{р.т}$ = 60°.

$$h_г = \frac{85{,}7}{3{,}7321 + 0{,}5774} = \frac{85{,}7}{4{,}3095} = 19{,}9, \text{ м.}$$

Так как полученное значение превышает контрольное (18 м, приложение 7), принимаем $h_г$ = 18 м и производим перерасчет ряда параметров системы разработки.

7.8 Корректировка параметров системы разработки

Чаще всего изменению подлежит длина активного фронта работ экскаватора.

Сначала рассчитываем новое значение скорости подвигания рабочих уступов:

$$V_у^{/} = h_г(\text{ctg}\alpha_{р.б.} + \text{ctg}\beta_н) = 18 \cdot 4{,}3095 = 77{,}6\text{, м/год.}$$

Проверяем значение $\Delta B_{р.п.} = \mu_г V_у^{/} = 0{,}21 \cdot 77{,}6 = 16{,}3$ м. Данное значение меньше принятого.

Так как $\Delta B_{р.п} = a = 21$м, значение $a_{р.б}$ не нуждается в корректировке.

Корректируем длину активного фронта работ экскаватора:

$$L_ф = \frac{Q}{h_у V_у} = \frac{1350000}{15 \cdot 77{,}6} = 1159\text{, м.}$$

Принимаем $L_ф$ = 1 160 ÷ 1 200 м.

8. Годовая производительность карьера по руде, вскрыше, горной массе

8.1. Годовая производительность карьера по руде ($A_р$)

$$A_р = h_г S_р \frac{1-\eta}{1-\rho}$$

$$A_р = 18 \cdot 220000 \cdot \frac{1-0{,}03}{1-0{,}05} = 4043368 \text{ м}^3 \text{ или } 12\ 130\ 105 \text{ т.}$$

Средняя горизонтальная площадь рудного тела ($S_р$) равна:

$$S_р = m_г L_р = 110 \cdot 2000 = 220\ 000 \text{ м}^2.$$

Принимаем $A_р$ = 12 000 тыс. т (4 138 тыс. м^3).

8.2. Годовая производительность по вскрыше ($A_в$)

$$A_в = A_р n_1 = 4138 \cdot 5{,}1 = 21\ 104 \text{ тыс. м}^3.$$

Принимаем 21 100 тыс. м^3.

8.3. Годовая производительность по горной массе ($A_{г.м.}$)

$$A_{г.м.} = A_р + A_в = 4\ 138 + 21\ 100 = 25\ 238 \text{ тыс. м.}^3.$$

Принимаем 25 240 тыс. м^3.

8.4. Парк экскаваторов ($N_э$)

$$N_э = \frac{A_{г.м}}{Q} = \frac{25240}{1350} = 18{,}7\text{, ед.}$$

Принимаем 19 машин, в том числе 3 экскаватора на добыче руды.

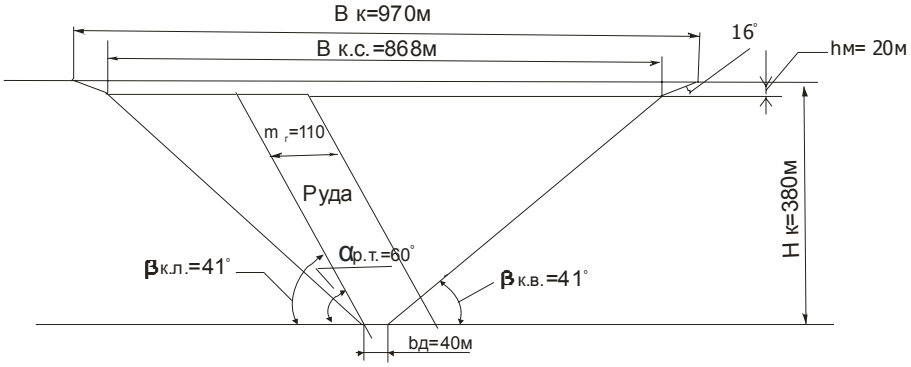

Рис. 1. Контур карьера на поперечном разрезе.
М 1:10000

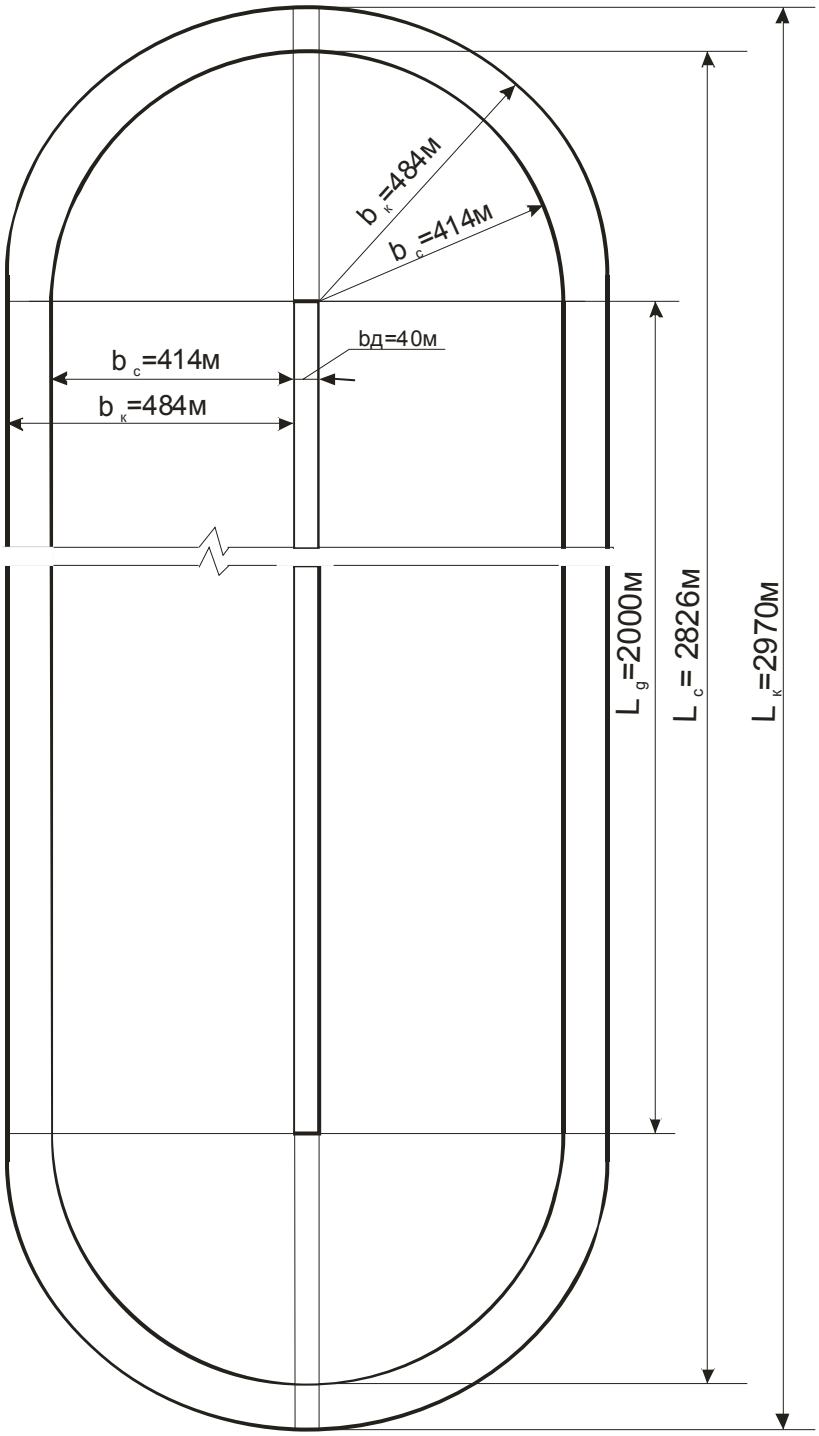

Рис.2. План границ карьера.
М 1:10000

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Открытые горные работы : справочник / К.Н. Трубецкой [и др.]. – М. : Горное бюро, 1994. – 590 с.

2. Типовые элементы открытых разработок горнодобывающих предприятий черной металлургии. – Л. : Гипроруда, 1970. – 293 с.

3. Нормы технологического проектирования горнодобывающих предприятий горной металлургии с открытым способом разработки. – Л. : Гипроруда, 1986. – 264 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Углы откоса уступов (по данным ВНИМИ)

Группы пород	Характеристика породного массива	Высота одиночного уступа, м	Угол откоса уступа, град.		
			рабочего	нерабочего	
				одиночного	сдвоенного или строенного
Скальные породы $\sigma_{сж} > 80$ МПа	1.1. Весьма крепкие осадочные, метаморфические и изверженные породы	15–20	До 90	70–75	65–70
	1.2. Крепкие малотрещиноватые и слабовыветрелые осадочные, метаморфические и изверженные породы	15–20	До 80	60–75	55–60
	1.3. Крепкие трещиноватые и слабовыветрелые осадочные, метаморфические и изверженные породы	15–20	До 75	55–60	50–55
Малопрочные скальные, полускальные породы $\sigma_{сж} = 8–80$ МПа	2.1. Осадочные, метаморфические и изверженные породы зоны выветривания, относительно устойчивые в откосах известняки, песчаники, алевролиты и др. осадочные породы с кремнистым цементом, конгломераты, гнейсы, порфириты, граниты, туфы	10–15	70–75	50–55	45–50
	2.2. Значительно выветрелые осадочные, метаморфические и изверженные породы и все породы, интенсивно выветривающиеся в откосах (аргиллиты, алевролиты, сланцы и др.)	10–15	60–70	35–45	35–40
Мягкие и сыпучие породы $\sigma_{сж} < 8$ МПа	3.1. Глинистые породы, а также полностью дезинтегрированные разности всех пород	10–15	50–60	40–45	35–40
	3.2. Песчано-глинистые породы	10–15	40–50	35–45	30–40
	3.3. Песчано-гравийные породы	10–15	До 40	30–40	25–35

Примечание. При падении слоев, рассланцованных толщ, тектонических трещин и других поверхностей ослабления в сторону карьера под углом 30–60° (если трещины заполнены глиной, то под углом более 25°) угол откоса уступа должен соответствовать углу падения этих поверхностей ослабления, но не должен превышать значений, приведенных в таблице.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Нормативы для расчета параметров карьерных автодорог и транспортных берм для автодорог II категории, двухполосных

Параметры, м	**Грузоподъемность автосамосвала, т**					
	27–30	40–45	75–80	110–120	120–150	170–180
Длина а/самосвала	7,25	8,12	10,25	11,25	11,25	13,58
Ширина кузова	3,48	3,79	5,36	6,10	6,10	7,64
Минимальный радиус поворота	8,7	10,2	10,5	12	16	16
Ширина проезжей части a на глубине карьера:						
– до 50м	13,5	15,0	21,0	24,0	24,0	30,0
– свыше 50–100 м	12,5	14,0	19,5	22,0	22,0	28,0
Минимальная ширина дна траншеи $b_{в.т.}$ при нижней погрузке в а/транспорт и развороте:						
– тупиковом	23	24	29			
– кольцевом	30	30	37			
Ширина транспортной бермы при автотранспорте*: $B_{тр.б} = 4,5 + a + 2,5h_в + b_{п,}$, $b_п$ – призма безопасности: – для рыхлых пород – 1,5 м; – для скальных пород – 1,0 м						
Высота предохранительного вала, $h_в$	1,0	1.0	1,3	1,5	1,5	1,75

*Полученный результат $B_{тр.б}$ следует округлять до 0,5 м в большую сторону.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Углы наклона бортов (по данным ВНИМИ)

Группы пород	Характеристика породного массива	Угол откоса нерабочего борта, град.
Скальные породы, $\sigma_{сж} > 80$ МПа	1.1. Крепкие малотрещиноватые породы при отсутствии неблагоприятно ориентированных поверхностей ослабления	55
	1.2. Крепкие малотрещиноватые породы при наличии крутопадающих (более 60°) или пологопадающих (менее 15°) поверхностей ослабления	40–45
	1.3. Крепкие мало- и среднетрещиноватые породы при падении поверхностей ослабления в сторону карьера под углами 35–55°	30–45
	1.4. Крепкие мало- и среднетрещиноватые породы при падении поверхностей ослабления в сторону карьера под углами 20–30°	20–30
Малопрочные скальные, полускальные и плотные породы, $\sigma_{сж} = 8–80$ МПа	2.1. Относительно устойчивые в откосах породы при отсутствии неблагоприятно ориентированных поверхностей ослабления	40–45
	2.2. Относительно устойчивые в откосах породы при падении поверхностей ослабления в сторону карьера под углами 35–55°	30–40
	2.3. Интенсивно выветривающиеся в откосах породы	30–35
	2.4. Все породы данной группы при падении поверхностей ослабления в сторону карьера под углами 20–30°	20–30
Мягкие и сыпучие породы, $\sigma_{сж}<8$ МПа	3.1. Пластинчатые глины при отсутствии древних поверхностей скольжения, слабых контактов между слоями и других поверхностей ослабления	20–30
	3.2. Пластинчатые глины и другие глинистые породы при наличии поверхностей ослабления в средней или нижней частях борта	15–20

Примечание. Более крутой угол откоса борта соответствует большему значению угла падения поверхностей ослабления.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Потери и разубоживание при разработке полезного ископаемого открытым способом

Мощность залежи, м	Угол падения залежи, град.	Эксплуатационные потери и разубоживание, %			
		Высота уступа, м			
		10–12		15–20	
		Потери, η	Разубоживание, ρ	Потери, η	Разубоживание, ρ
5–50 без включения породных прослоев	Менее 60 Более 60	3–4 2–4	4–6 4–7	3–6 3–5	6–8 5–7
Более 50 без включения породных прослоев	Менее 60 Более 60	2–3 1–3	3–6 3–5	3–4 2–3	4–7 3–6

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Коэффициенты разрыхления горной массы, наполнения ковша экскаватора и экскавации

Категория пород по трудности экскавации	Расчетная плотность породы в массиве δ, кг/м^3	Коэффициенты		
		разрыхления горной массы, $K_р$	наполнения ковша экскаватора (прямая лопата), $K_н$	экскавации, $K_э = K_н/K_р$
Ш	2 000	1,35	0,95	0,70
IV	2 500 3 000	1,50 1,55	0,90 0,90	0,60 0,58
V	3 500	1,60	0,90	0,56

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Параметры и нормативы для экскаваторов типа ЭКГ

Вместимость ковша, м^3	Максимальная высота черпания, м	Радиус черпания на уровне стояния, м	Минимальная длина активного фронта (блока), м		Для годового объема горной массы, млн. т (ориентировочно)
			при автотранспорте	при ж/д транспорте	
5	10,3	9,0	500	1 000	10 и менее
8	12,5	12,2	600	1 200	20
10	13,5	12,6	700	1 400	40
12,5	15,0	14,3	700	1 400	70
15	16,4	15,6			

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Контрольные значения скоростей углубки карьера (наибольшие) в зависимости от вместимости ковша экскаватора

Угол направления углубки, град.	Вместимость ковша экскаватора, м^3		
	5	**8**	**10**
30	11	15	14
45	13	18	16
60	15	20	18

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Исходные данные к расчетно-графической работе

№ варианта	Параметры рудного тела				Базовая глубина карьера, $H_к$, м	Плотность		Вместимость ковша ЭКГ, Е, м^3
	Гориз. мощность, $m_г$, м	Длина по простиранию, $L_{р.т.}$, м	Угол падения, $\alpha_{р.т.}$, град.	Вертик. мощность наносов, $h_{м.}$, м		Руды, $\delta_р$, т/м^3	Вскрыши, $\delta_в$, т/м^3	
0	80	2 000	40	10	400	2,7	2,6	8
1	45	1 500	55	20	350	3,2	3,0	5
2	125	2 500	30	20	350	2,8	2,7	10
3	50	2 000	65	10	385	3,0	2,9	5
4	65	2 200	50	24	445	2,9	2,8	8
5	70	1 600	30	24	355	3,0	2,8	8
6	105	1 900	70	20	380	2,9	2,8	10
7	120	2 500	75	15	435	3,2	3,0	10
8	85	1 800	40	15	315	2,8	2,9	8
9	75	1 700	60	20	380	2,7	2,6	8

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
“МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ”
Апатитский филиал

Кафедра горного дела

Расчетно-графическая работа

По дисциплине_____
_____

Тема_____
_____

Выполнил: _____ _____ _____
(шифр) (подпись) (Ф.И.О.)

Оценка:_____

Проверил: _____ _____ _____
(должность) (подпись) (Ф.И.О.)

Дата: _____

Апатиты
2007