

ПРИМЕР КУРСОВОГО ПРОЕКТА ПО ТЕМЕ: “СИСТЕМЫ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ”.

Задание.

Выбрать систему разработки горизонтального пластообразного месторождения.

Исходные данные:

Угольное месторождение.

Топографическая поверхность – равнина.

Мощность вскрыши (глина, суглинок) – $H = 24\text{ м}$.

Мощность пласта полезного ископаемого – $h = 8\text{ м}$.

Размеры дна карьера (Ш × Д) = $1,5\text{ км} \times 5\text{ км}$.

Коэффициент разрыхления пород вскрыши $k_p = 1,3$.

Угол откоса внутреннего отвала – $\beta = 45^\circ$.

Ширина свободного выработанного пространства – $z = 3\text{ м}$.

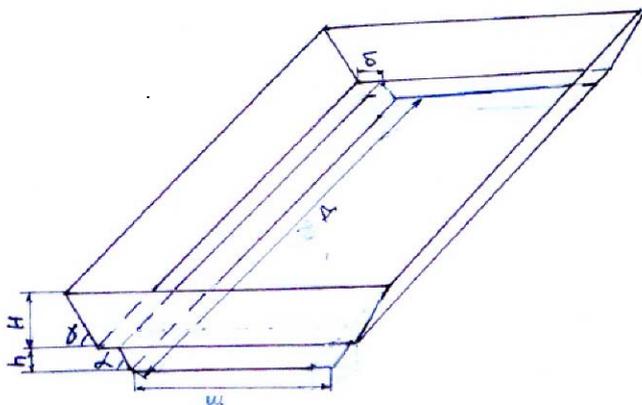
Угол откоса уступа по вскрыше – $\gamma = 70^\circ$.

Угол откоса уступа по полезному ископаемому – $\alpha = 80^\circ$.

Плотность полезного ископаемого – $\rho = 1250\text{ кг/м}^3$.

Расчёты.

Часть I. Параметры карьера (рис.1).



1. Запасы полезного ископаемого в карьерном поле

$$V_{\text{п.и.}} = 0,5h[\text{Ш} \times \text{Д} + (\text{Ш} + 2h\text{Ctg}\alpha)(\text{Д} + 2h\text{Ctg}\alpha)] = \\ = 0,5 \times 8 [1500 \times 5000 + (1500 + 2 \times 8 \times 0,2)(5000 + 2 \times 8 \times 0,2)] = 60,2 \times 10^6 \text{ м}^3. \\ V_{\text{п.и.}} = 60,2 \times 10^6 \times \rho = 60,2 \times 10^6 \times 1,25 = 75,25 \times 10^6 \text{ т.}$$

2. Объём вскрыши в карьерном поле с учётом предохранительной бермы со стороны наклонной капитальной траншеи $b = 5\text{ м}$

$$V_B = 0,5 H \{ (\text{Ш} + 2h \text{Ctg} \alpha + \text{б}) \times (\text{Д} + 2h \text{Ctg} \alpha) + [(\text{Ш} + 2h \text{Ctg} \alpha + \text{б}) + 2H \text{Ctg} \beta] \times [(\text{Д} + 2h \text{Ctg} \alpha) + 2H \text{Ctg} \beta] \} = 0,5 \times 24 \{ (1500 + 2 \times 8 \times 0,2 + 5) \times (5000 + 2 \times 8 \times 0,2) + [(1500 + 2 \times 8 \times 0,2 + 5) + 2 \times 24 \times 1] \times [(5000 + 2 \times 8 \times 0,2) + 2 \times 24 \times 1] \} = 186 \times 10^6 \text{ м}^3.$$

3. Средний коэффициент вскрыши

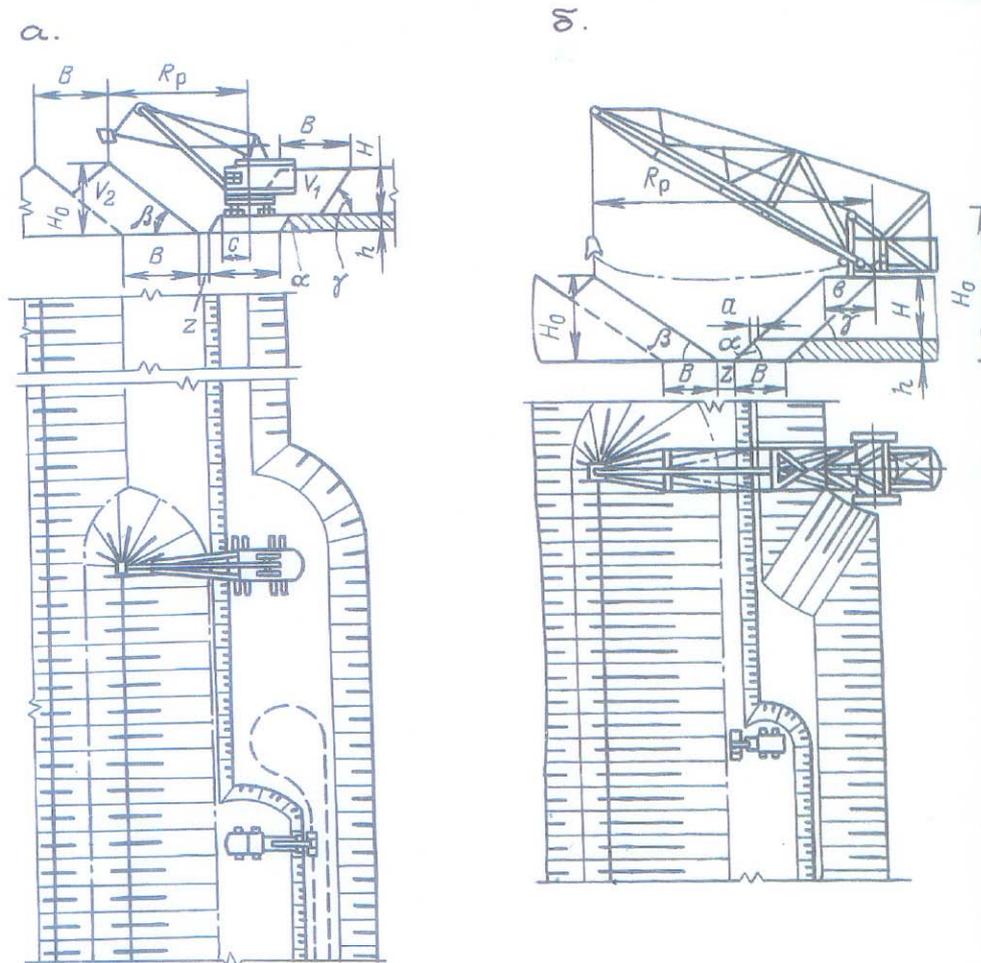
$$k_B = V_B / V_{\text{п.и.}} = 186 \times 10^6 / 60,2 \times 10^6 = 3,1 \text{ м}^3 / \text{м}^3.$$

Часть II. Выбор технологии вскрышных работ.

Месторождение – горизонтальное, пластообразное. Вскрышные породы мягкие.

Возможные варианты: перевалка вскрыши в выработанное пространство вскрышной мехлопатой или драглайном.

I. Вариант технологии вскрышных работ - перевалка вскрыши в выработанное пространство механической лопатой (рис.2 а).



1. Ширина заходки экскаватора

$$B = 1,5R_{\text{ч.у.}}, \text{ принимаем } R_{\text{ч.у.}} = 20 \text{ м, тогда } B = 1,5 \times 20 = 30 \text{ м.}$$

2. Высота отвала

$$H_0 = Hk_p + 0,25B \text{tg} \beta = 24 \times 1,3 + 0,25 \times 30 \times 1 = 38,7 \text{ м}$$

3. Высота разгрузки экскаватора

$$h_p \geq H_0 - h = 38,7 - 8 = 30,7 \text{ м}$$

4. Расстояние от оси вскрышного экскаватора до верхней бровки уступа полезного ископаемого (берма безопасности $c_1 = 3$ м, диаметр базы экскаватора $D = 6$ м)

$$c = c_1 + 0,5D = 3 + 0,5 \times 6 = 6 \text{ м.}$$

5. Радиус разгрузки экскаватора:

$$R_p \geq c + h \text{Ctg} \alpha + z + H_0 \text{Ctg} \beta = 6 + 8 \times 0,8 + 3 + 38,7 \times 1 = 54,1 \text{ м}$$

По параметрам $h_p = 45$ м и $R_p = 62$ м подходит экскаватор ЭВГ 35/65, у которого $R_{ч.у.} = 37$ м.

Тогда $B = 1,5 \times 37 = 55,5$ (56) м, $H_0 = 40,5$ (41) м, $h_p = 32,5$ (33) м, $R_p = 55,9$ (56) м.

Следовательно экскаватор ЭВГ 35/65 соответствует расчетным параметрам.

6. Производительность вскрышного экскаватора ЭВГ 35/65

$$Q = E \frac{3600}{t_u} \frac{k_n}{k_p} T k_u n N = 35 \frac{3600}{60} \frac{0,8}{1,3} 7 \cdot 0,9 \cdot 3 \cdot 300 = 7,1 \cdot 10^6 \text{ м}^3.$$

7. Скорость подвигания фронта вскрышных работ.

Учитывая технологию добычных работ при бестранспортной системе разработки принимаем размещение фронта горных работ по короткой стороне карьерного поля.

$$V_n = \frac{Q}{LH} = \frac{7,1 \cdot 10^6}{1500 \cdot 24} = 197 \text{ м/год}$$

8. Максимально возможная производительность по полезному ископаемому

$$П_{п.и.} = ШhV_n = 1500 \times 8 \times 197 = 2,4 \times 10^6 \text{ м}^3 \text{ или } 3 \times 10^6 \text{ т.}$$

II. Вариант технологии вскрышных работ - перевалка вскрыши в выработанное пространство драглайном с расположением на кровле вскрышного уступа (рис.6.2 б).

1. Ширина заходки экскаватора.

Принимаем равной ширине заходки механической лопаты

$$B = 56 \text{ м.}$$

2. Высота отвала

$$H_0 = H_{к_p} + 0,25B \text{tg} \beta = 24 \times 1,3 + 0,25 \times 30 \times 1 = 38,7 \text{ м}$$

3. Высота разгрузки экскаватора

$$h_p \geq H_0 - h - H = 38,7 - 8 - 24 = 6,7 \text{ м}$$

4. Расстояние от оси вскрышного экскаватора до верхней бровки уступа полезного ископаемого (берма безопасности $c_1 = 10$ м, диаметр базы экскаватора $D = 12$ м)

$$c = c_1 + 0,5D = 10 + 0,5 \times 12 = 16 \text{ м.}$$

5. Необходимый радиус разгрузки экскаватора:

$$R_p \geq c + H \operatorname{Ctg} \gamma + a + h \operatorname{Ctg} \alpha + z + H_o \operatorname{Ctg} \beta =$$

$$= 6 + 24 \times 1,4 + 0 + 8 \times 0,2 + 3 + 38,7 \times 1 = 85 \text{ м.}$$

По параметрам $h_p = 6,7$ м и $R_p = 85$ м подходит драглайн ЭШ-40/85, у которого $h_p = 32$ м и $R_p = 82,5$ м. Следовательно для использования экскаватора с $R_p = 82,5$ м необходимо приближение его к отвалу с расположением на промежуточном горизонте на расстояние 2,5 м. В этом случае высота верхнего и нижнего подступов должна быть

$$H_B = 2,5 \operatorname{tg} \gamma = 2,5 \times 2,7 = 7 \text{ м}$$

$$H_H = H - H_B = 24 - 7 = 17 \text{ м.}$$

6. Производительность вскрышного экскаватора ЭШ-40/85

$$Q = E \frac{3600}{t_u} \frac{k_n}{k_p} T k_u n N = 40 \frac{3600}{60} \frac{0,8}{1,3} 7 \cdot 0,9 \cdot 3 \cdot 300 = 8,1 \cdot 10^6 \text{ м}^3.$$

7. Скорость подвигания фронта вскрышных работ.

$$V_n = \frac{Q}{LH} = \frac{8,1 \cdot 10^6}{1500 \cdot 24} = 225 \text{ м/год}$$

8. Максимально возможная производительность по полезному ископаемому

$$П_{п.и.} = ШhV_n = 1500 \times 8 \times 225 = 2,7 \cdot 10^6 \text{ м}^3 \text{ или } 3,4 \cdot 10^6 \text{ т/год.}$$

Часть III. Расчёт энергозатрат в вариантах технологии вскрышных работ.

Вариант перевалки вскрыши мехлопатой

$$A = BH\rho g \left(h_u + \frac{L}{\operatorname{Cos} \varphi} \right) = 56 \cdot 24 \cdot 1250 \cdot 9,8 \left(20 + \frac{56}{0,2} \right) =$$

$$= 4,9 \cdot 10^9 \text{ Дж,}$$

$$\text{где } \operatorname{tg} \varphi = \frac{H_o - (h + h_u)}{L} = \frac{41 - (8 + 20)}{56} = 0,2$$

Вариант перевалки вскрыши драглайном

$$A = BH\rho g \left(H + \frac{L}{\operatorname{Cos} \varphi} \right) = 56 \cdot 24 \cdot 1250 \cdot 9,8 \left(24 + \frac{85}{0,4} \right) =$$

$$= 4,4 \cdot 10^9 \text{ Дж,}$$

$$\text{где } \operatorname{tg} \varphi = \frac{h_o - h}{L} = \frac{41 - 8}{85} = 0,4$$

Учитывая меньшие энергозатраты, большая производительность по полезному ископаемому и возможность использования драглайна для

производства горно-строительных работ принимаем вариант технологии с перевалкой вскрыши в выработанное пространство драглайном.

Часть IV. Технология добычных работ.

Принимая технологию разработки полезного ископаемого с буровзрывной подготовкой и верхней погрузкой, добычной экскаватор должен иметь высоту разгрузки $h + h_{тр.} = 8 + 4 = 12$ м и производительностью $\Pi_{п.и.} = 3,4 \times 10^6$ т/год ($h_{тр.}$ – высота транспортного средства).

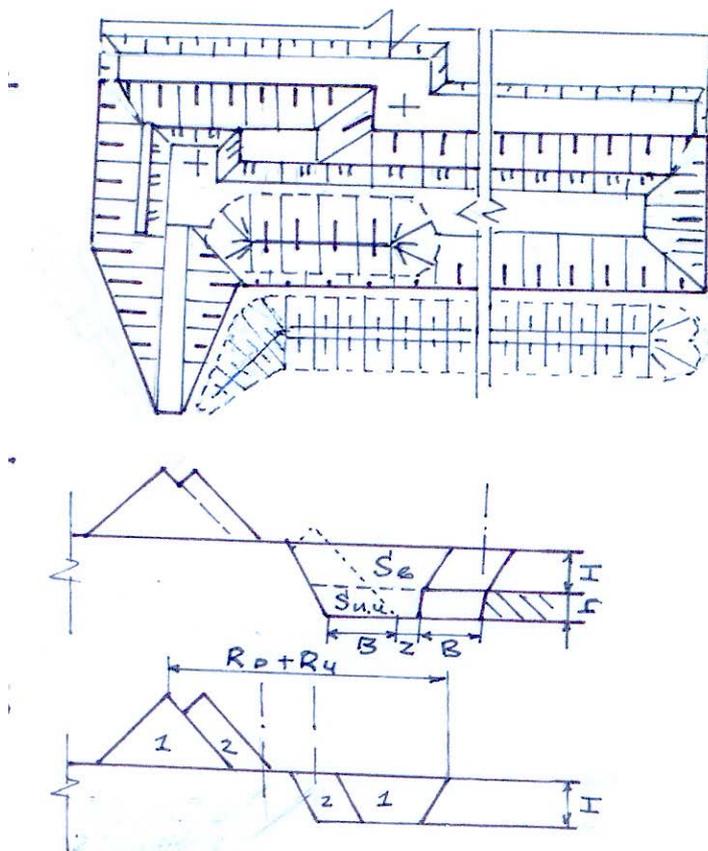
Необходимая вместимость ковша экскаватора

$$E = \frac{\Pi_{п.и.} \cdot t_{ц} \cdot k_p}{3600 k_n T k_u n N} = \frac{2,7 \cdot 10^6 \cdot 60 \cdot 1,3}{3600 \cdot 0,9 \cdot 7 \cdot 0,8 \cdot 3 \cdot 365} = 10,6 \text{ м}^3$$

Учитывая непрерывный режим добычных работ и необходимый резерв добычной техники, принимаем два экскаватора ЭЖГ-8 с вместимостью 8 м³.

VI. Вскрытие карьерного поля.

Размеры карьерного поля, выбранная технология вскрышных и добычных работ, механизация горных работ и транспорт определяют фланговое вскрытие наклонной капитальной траншеей до почвы пласта для автомобильного транспорта (углевозами) полезного ископаемого. Фронт работ тупиковый по короткой стороне карьерного поля с холостыми перегонами вскрышного и добычного оборудования после отработки каждой заходки (рис.3 а).



Проведение наклонной капитальной и разрезной траншей производится предназначенным для эксплуатации драглайном с размещением пород вскрыши на борту карьера и капитальной траншеи (рис.3 б). Вследствие того, что параметр драглайна $R_ч$ меньше ширины по верху разрезной траншеи, экскавация горной породы предусматривается двумя заходками 1 и 2 (рис.3 в).

Часть VI. Объем горно-строительных работ до сдачи карьера в эксплуатацию и время строительства карьера.

1. Объем наклонной капитальной траншеи

$$V_n = \frac{h^2}{i} \left(\frac{b}{2} + \frac{h}{3 \operatorname{tg} \alpha} \right) = \frac{(24+8)^2}{0,08} \left(\frac{30}{2} + \frac{24+8}{3 \cdot 1,7} \right) = 272,3 \cdot 10^3 \text{ м}^3$$

2. Объем разрезной траншеи по вскрыше

$$V_p = S_b \times \Pi = 0,5H \times \Pi \times [(B+z) + 2h \operatorname{Ctg} \alpha + (B+z) + 2h \operatorname{Ctg} \alpha + 2H \operatorname{Ctg} \gamma] = 0,5 \times 24 \times 1500 [(56+3) + 2 \times 8 \times 0,8 + (56+3) + 2 \times 8 \times 0,8 + 2 \times 24 \times 1] = 3,4 \times 10^6 \text{ м}^3$$

3. Объем разрезной траншеи по полезному ископаемому

$$V_{п.и.} = S_{п.и.} \times \Pi = 0,5h \times \Pi = [(B+z) + (B+z) + 2h \operatorname{Ctg} \alpha] =$$

$$= 0,5 \times 8 \times 1500 [(56 + 3) + (56 + 3) + 2 \times 8 \times 0,8] = 0,8 \times 10^6 \text{ м}^3.$$

4. Общий объём горно-строительных работ

$$V = V_n + V_p + V_{п.и.} = 0,3 \times 10^6 + 3,4 \times 10^6 + 0,8 \times 10^6 = 4,5 \times 10^6 \text{ м}^3.$$

5. Время строительства карьера.

Производительность экскаватора на вскрыше во время горно-строительных работ на 20-30% ($k_u = 0,7-0,8$) меньше по сравнению с производительностью во время эксплуатации

$$t_{вскр.} = \frac{V_n + V_p}{Q k_u} = \frac{3,7 \cdot 10^6}{8,1 \cdot 10^6 \cdot 0,8} = 0,6 \text{ года.}$$

$$t_{п.и.} = \frac{V_{п.и.}}{2 Q_{экс} k_u} = \frac{0,8 \cdot 10^6}{2 \cdot 1,6 \cdot 10^6 \cdot 0,7} = 0,4 \text{ года}$$

Общее время проведения траншей по вскрыше и полезному ископаемому

$$t_{г.к.р.} = t_{вскр.} + t_{п.и.} = 0,6 + 0,4 = 1 \text{ год.}$$

Часть VII. Расчёт параметров буровзрывных работ для подготовки полезного ископаемого к выемке.

Уголь имеет предел прочности на сжатие $\sigma_{сж.} = 80 \times 10^5 \text{ Па}$. Для эффективной его экскавации механической лопатой необходимо предварительное рыхление. Принимаем буро-взрывной способ.

1. Необходимый состав горной массы по крупности для экскаватора, м.

2. Необходимая степень дробления массива

$$n = \frac{d_{блочности}}{d_{ср.}} = \frac{0,9}{0,3} = 3$$

3. Удельная энергия дробления в необходимой степени массива, Дж/м³

$$F_{др.} = \frac{0,12\sigma_{сж.}^2 k^2_{\partial} \lg n}{2E} = \frac{0,12 \cdot (80 \cdot 10^5)^2 \cdot 1,3}{2 \cdot 0,18 \cdot 10^{10}} \cdot 0,5 = 1323$$

4. Удельная энергия формирования развала, Дж/м³

5. Расчётный удельный расход взрывчатого вещества (игданита) для выполнения технологических условий, кг/м³

6. Линия сопротивления по подошве, м

$$W = c + Ctg\alpha = 5 + 8 \cdot 0,4 = 13,4$$

7. Расстояние между скважинами, м

$$a = W = 13,4$$

8. Расстояние между рядами, м

$$b = a = 13,4$$

9. Время замедления между взрывами рядов скважин, мсек

$$\tau = kW = 3 \cdot 13,4 = 40,2$$

10. При взрывании пласта угля перебур отсутствует.

$$l_n = 0$$

11. Длина скважины в данном случае равна величине пласта, м

$$l_{скв.} = h = 8$$

12. Величина забойки, м

$$l_3 = 2,0$$

13. Максимальная длина заряда взрывчатого вещества, м

$$l_{зар.} = l_{скв.} - l_з = 8 - 2 = 6$$

14. Масса заряда в скважине, кг

$$P = aWhq = 13,4 \cdot 13,4 \cdot 8 \cdot 0,06 = 86,2$$

15. Необходимый диаметр сплошного заряда взрывчатого вещества, м

$$d_з = 2 \sqrt{\frac{P}{\pi l_{зар.} \Delta}} = 2 \sqrt{\frac{86,2}{3,14 \cdot 6 \cdot 800}} = 0,15$$

16. Диаметр скважины, мм

$$d_{скв.} = d_з = 150$$

Принимаем станок вращательного бурения СБР-160 с диаметром скважины 160 мм

17. $d_{скв.} \triangleright d_з$, следовательно, заряд рассредоточивается.

Длина заряда с диаметром 160 мм, м

$$l_з = \frac{4P}{\pi d_{скв.}^2 \Delta} = \frac{4 \cdot 86,2}{3,14 \cdot 0,15^2 \cdot 800} = 5$$

Длину нижнего (основного) заряда принимаем, м

$$l_н = 3,5$$

Длина воздушного промежутка, м

$$l_{в.п.} = l_{скв.} - l_з - l_{зар.} = 8 - 2 - 5 = 1$$

Длина верхнего заряда, м

$$l_{в.з.} = l_з - l_{н.з.} = 5 - 3,5 = 1,5$$

18. Объём взрываемого блока, м³

19. Длина взрывного блока, м

$$L_{\text{в.б.}} = \frac{V_{\text{бл.}}}{h \cdot B} = \frac{111 \cdot 10^3}{8 \cdot 30} = 463$$

20. Количество скважин во взрываемом блоке

$$n_{\text{скв.}} = \frac{B \cdot L_{\text{в.б.}}}{a \cdot b} = \frac{30 \cdot 463}{13,4 \cdot 13,4} = 77$$

21. Общая длина буровых скважин в блоке, м

$$L_{\text{скв.}} = l_{\text{скв.}} \cdot n = 8 \cdot 77 = 616$$

22. Время бурения блока, сут.

$$t_{\text{бур.}} = \frac{L_{\text{скв.}}}{Q_{\text{б.ст.}}} = \frac{616}{140} \approx 5$$

Принимаем один буровой станок с режимом работы одна смена в сутки.

23. Количество взрывчатого вещества для разрушения блока, кг

$$P_{\text{в.в.}} = qV_{\text{бл.}} = 0,06 \cdot 111 \cdot 10^3 = 6660$$

Часть VIII. Расчет транспорта полезного ископаемого.

Для перевозки угля принимаем углевозы грузоподъемностью 75 т.

1. Длина грузопотока полезного ископаемого рассчитывается из условия максимального расстояния за период амортизационного срока автомобильного транспорта:

расстояние доставки на поверхности $l_{\text{п}} = 1$ км,

$$\text{длина пути в наклонной траншее } l_{\text{н.т.}} = \frac{H+h}{\sin 5^\circ} = \frac{24+8}{0,09} = 0,36 \text{ км,}$$

расстояние перемещения фронта работ за период амортизации

$$l_{\text{п.ф.}} = tV_{\text{п}} = 5 \times 225 = 1,3 \text{ км,}$$

длина пути по фронту работ $l_{\text{ф}} = 1,5$ км,

Расчётная длина грузопотока $l = l_{п} + l_{н.т.} + l_{п.ф.} + l_{ф.} = 1 + 0,36 + 1,3 + 1,5 = 4,2$ км.

2. Продолжительность рейса

$$t_p = t_{п} + t_{разгр.} + t_{гр.} + t_{пор.} + t_{м}$$

$$t_{п} = \frac{E}{Q} = \frac{75}{444} = 0,2 \text{ ч, (Q – часовая производительность}$$

карьера по полезному ископаемому, т/ч)

$$t_{разгр.} = 0,02 \text{ ч,}$$

$$t_{гр.} = k_p \frac{l}{v_{гр.}} = 1,1 \frac{4,2}{20} = 0,2 \text{ ч,}$$

$$t_{пор.} = 1,1 \frac{4,2}{30} = 0,2 \text{ ч,}$$

$$t_{м} = 0,05 \text{ ч,}$$

$$t_p = 0,2 + 0,02 + 0,2 + 0,2 + 0,05 = 0,8 \text{ ч.}$$

3. Количество самосвалов для обеспечения транспорта полезного ископаемого

$$N = \frac{t_p}{t_n} = \frac{0,8}{0,2} = 4.$$

Часть IX. Вспомогательная техника.

Принимаем один бульдозер ДЗ-121, для вспомогательных работ: зачистки пласта перед выемкой, очистке дорог и т.д.

Часть X. Заключение.

Расчёты выполненные в проекте показывают эффективность бестранспортной системы разработки А-1 горизонтального пластообразного месторождения в данных геологических условиях с перевалкой вскрыши в выработанное пространство драглайном с расположением на промежуточном горизонте, добычными работами одноковшевыми экскаваторами с расположением на почве пласта, буровзрывной подготовкой к экскавации полезного ископаемого и вскрытием карьерного поля наклонной капитальной траншеей с фланговым расположением для автомобильного транспорта при

максимально возможной производительности по полезному ископаемому 3,4 млн.т в год (рис.4).

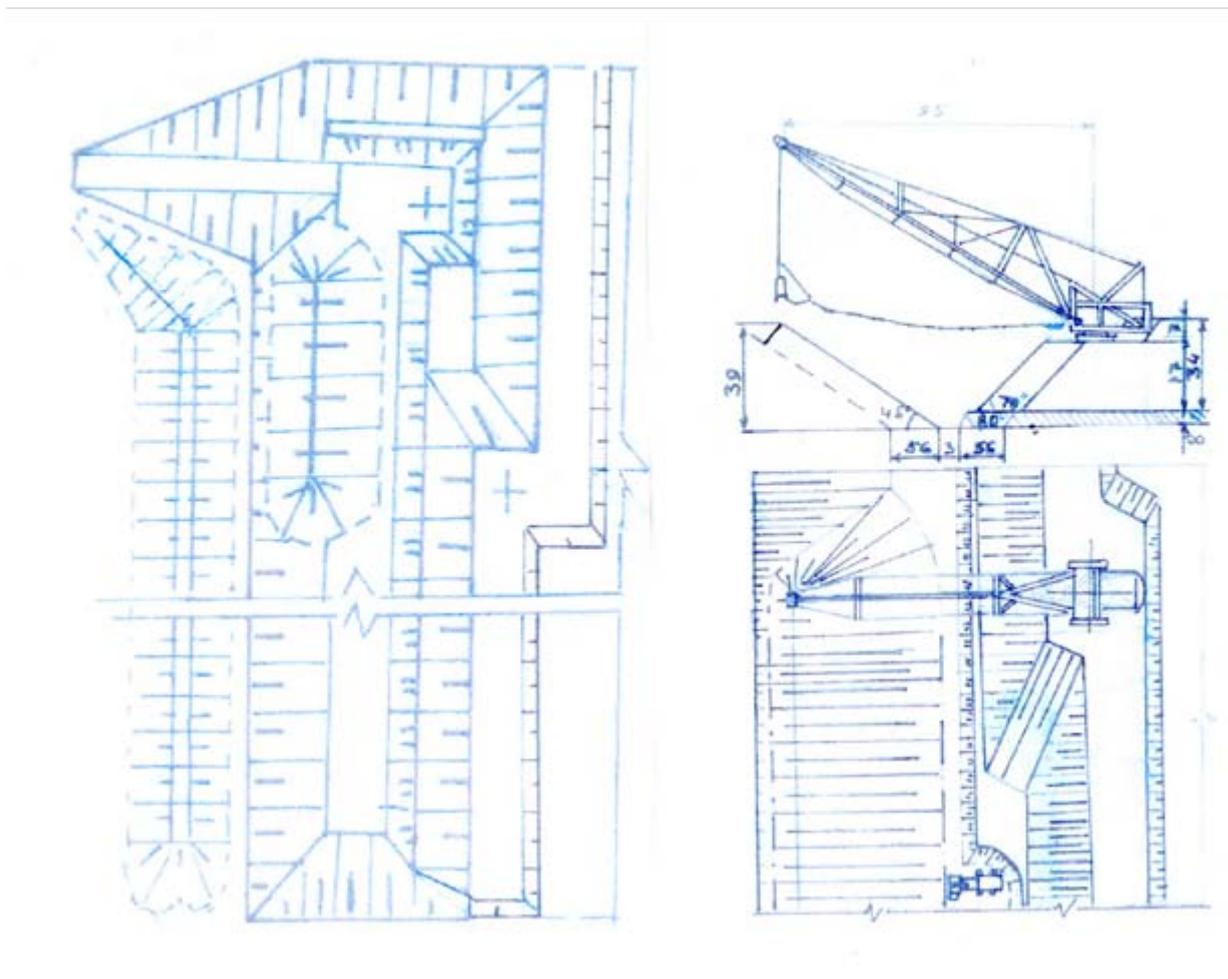


Рис. 4 Схемы вскрытия карьерного поля и системы разработки.

Литература: Ю.И.Анистратов, К.Ю. Анистратов, Учебник для ВУЗов «Технология открытых горных работ», - М.,ООО «НТЦ Горное дело», 2008 г.