

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

**Министерство науки
и высшего образования Российской Федерации**

ФИО: Игнатенко Виталий Иванович

Должность: Проректор по образовательной деятельности и молодежной политике

Дата подписания: 06.02.2023 09:45:00

Уникальный программный ключ: ФГБОУ ВО «Норильский государственный
индустриальный институт»

Кафедра разработки месторождений полезных ископаемых

ТЕХНОЛОГИЯ ПОДЗЕМНОЙ И КОМБИНИРОВАННОЙ РАЗРАБОТКИ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

*Методические указания
к практическим работам*

Норильск 2018

ББК 33.21я73+33.22я73

Технология подземной и комбинированной разработки рудных месторождений [Текст]: метод. указ. к практ. работам / составитель С.Д. Бибик; Норильский гос. индустр. ин-т. – Норильск: НГИИ, 2018. – 44 с.

Методические указания отражают основные вопросы курса в соответствии с учебной программой.

Предназначены для студентов специальностей «Маркшейдерское дело» и «Подземная разработка месторождений полезных ископаемых» всех форм обучения.

ГОРНОТЕХНИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Задача 1. По данным геологической скважины известны значения вертикальной мощности и угол падения рудного тела соответственно $m_e = 4$ м и $a = 30^\circ$. Требуется найти нормальную m и горизонтальную m_r мощности.

Задача 2. При лабораторных испытаниях на гидравлическом прессе образец габбро-диабазов диаметром $d = 70$ мм и длиной $l = 70$ мм разрушается при нагрузке $p = 40$ т. Определить предельное напряжение на сжатие $\delta_{сж}$, растяжения δ_p , МПа, и коэффициент крепости по М.М. Протодьяконову f .

Задача 3. Рудник разрабатывает месторождение подземным способом с годовой производительностью $A = 6$ млн. т, плотность руды $\gamma = 4,2$ т/м³. Определить объем пустот, образующихся в результате горных работ.

Задача 4. На глубине $H = 1500$ м измерена температура горного массива $t = 34$ °С. Определить геометрическую ступень T_c и геометрический градиент T_r .

Задача 5. В процессе разработки месторождения отработана камера с объемом $V = 5$ тыс. м³, которая впоследствии заполнена закладкой. Коэффициент уплотнения (усадки) $i = 5\%$. Определить, сколько потребуется дополнительной закладки Q_3 для заполнения пустоты, образованной после усадки.

Задача 6. Определить объем пустот для дозакладки V_g , образованных при выемке камеры высотой 20 м, шириной 8 м, длиной 65 м, заполненной твердеющей закладкой с коэффициентом усадки $i = 0,03$.

Задача 7. При суточной добычи рудника $A_c = 10$ тыс. т водоприток составляет $Q = 500$ м³. Определить коэффициент водобильности μ .

Задача 8. Определить производительность закладочного комплекса Q_3 , м³/г, для рудника, разрабатываемого месторождения системами с закладкой с годовой производи-

тельностью $A = 4$ млн. т; объемный вес руды $\gamma = 4,3$ т/м³, коэффициент неравномерности добычи $K_n = 1,3$.

Задача 9. Месторождение мощностью $m = 20$ м и объемным весом $\gamma = 4$ т/м³ разрабатывается камерно-целиковой системой, ширина камер $a = 10$ м, целиков $b = 5$ м. Определить коэффициент потерь при разработке месторождения n .

Задача 10. Запас балансовой руды в блоке $B = 100$ тыс. т с содержанием металла $C = 1,2\%$. Коэффициент потерь руды $n = 15\%$. Количество примешанной при добыче породы $V = 30$ тыс. т с содержанием металла в ней $v = 0,7\%$. Определить коэффициент потерь металла n_m .

Задача 11. При отработке блока с балансовыми запасами $B = 100$ тыс. т и содержанием металла в балансовой руде $C = 1,2\%$ получена рудная масса в количестве $D = 95$ тыс. т с содержанием металла $a = 1,1\%$. Определить коэффициент потерь руды n , разубоживание p , коэффициент качества руды K_k , коэффициент извлечения металла из недр K_n , количество потерянной руды Π и примешанных пород V .

Задача 12. При разработке месторождений с балансовыми запасами $B = 100$ млн. т допускается коэффициент потерь руды $n = 20\%$, разубоживание $p = 10\%$. Определить количество полученной рудной массы при разработке месторождения и коэффициент выхода рудной массы при добыче.

Задача 13. При отработке блока с балансовыми запасами $B = 100$ тыс. т и содержанием металла в балансовой руде $C = 1,2\%$ получено рудной массы $D = 95$ тыс. т. Количество примешанной породы составляет $V = 8,2$ тыс. т с содержанием $v = 0,3\%$. Определить коэффициент потерь по руде n и металлу n_m , разубоживание по руде p и содержанию p_m , количество потерянной руды Π , коэффициент качества руды K_k , коэффициент извлечения металла из недр K_n .

Задача 14. Отработан блок с содержанием металла в балансовой руде $C = 2\%$ без потерь. Получена рудная масса в количестве $D = 150$ тыс. т, в которой содержатся приме-

шанные породы в количестве $B = 25$ тыс. т с содержанием металла $\epsilon = 0,3\%$. Определить балансовые запасы блока B , содержание металла в рудной массе a , разубоживание по руде p и содержанию p_m , коэффициент извлечения металла из недр K_n , коэффициент качества K_k .

Задача 15. Камерно-целиковой системой разработки будет обрабатываться панель с балансовыми запасами $B = 100$ тыс. т с содержанием металла $C = 5\%$; коэффициент потерь и разубоживание по системе разработки соответственно $n = 15\%$, $p = 8\%$. Определить количество рудной массы D , которое будет получено из панели при содержании в ней металла a , количестве примешанных пород B и потерянной балансовой руде Π , коэффициент извлечения металла из недр K_n , коэффициент качества K_k .

Задача 16. Системой этажного принудительного обрушения обрабатывается блок с балансовыми запасами $B = 400$ тыс. т с содержанием металла в руде и во вмещающих породах соответственно $C = 4\%$ и $\epsilon = 0,5\%$. Коэффициенты потерь и разубоживания по системе разработки соответственно $n = 15\%$ и $p = 25\%$. Определить количество рудной массы D , которое будет получено из панели при содержании в ней металла a , количестве примешанных пород B и потерянной балансовой руде Π , коэффициент извлечения металла из недр K_n , коэффициент качества руды K_k .

Задача 17. Из блока с балансовыми запасами $B = 200$ тыс. т с содержанием металла $C = 2\%$ добыта рудная масса с содержанием $a = 1,5\%$. В потерях остались: не отбитая руда у контактов в висячем боку в количестве $\Pi_n = 7$ тыс. т и оставшаяся в неровностях лежащего бока обогащенная рудная мелочь в количестве $\Pi_n = 10$ тыс. т с содержанием металла $a = 3\%$. Определить количество потерянного металла Q_m , коэффициенты потерь по руде и металлу n и n_m , разубоживание по содержанию p_m , коэффициент извлечения из недр K_n , коэффициент качества K_k .

Задача 18. Отработан блок с потерями руды в количестве $\Pi = 20$ тыс. т и получена рудная масса $D = 160$ тыс. т, в которой содержатся примешанные породы $B = 35$ тыс. т. Содержание металла в балансовой руде $C = 2\%$, во вмеща-

ющих породах $\epsilon = 0,3\%$. Определить количество балансовых запасов B , разубоживание по руде и содержанию p и p_m , коэффициенты потерь руды и металла n и n_m , коэффициенты качества руды и извлечения металла из недр K_k и K_n .

Задача 19. Отработана панель с балансовыми запасами $B = 100$ тыс. т с содержанием металла $C = 40\%$. Применялась камерная система разработки с разубоживанием $p = 10\%$. В разубоживающих породах содержится металла $\epsilon = 0,5\%$. Определить количество вмещающих пород, приравненных к балансовым запасам B , содержание металла в рудной массе a , общее количество металла Q_m , полученное в результате отработки панели.

Задача 20. Определять количество потерянной руды Π в блоке с балансовыми запасами $B = 100$ тыс. т, если количество рудной массы, полученной при разработке блока, $D = 105$ тыс. т, разубоживание $p = 20\%$.

Задача 21. Определить количество разубоживающих пород на 1 т рудной массы, если содержание металла в балансовой руде $C = 2\%$, а в рудной массе $a = 1,6$.

Задача 22. Балансовые запасы этажа рудника составляют $B_s = 3575$ тыс. т. Коэффициент потерь и разубоживание по системе разработки составляют соответственно $n = 10\%$ и $p = 8\%$. Годовая производительность рудника $A = 700$ тыс. т. Определить, за какое время будет отработан этаж t_s .

Задача 23. Месторождение отрабатывается системой с закладкой, при которой коэффициент потерь $n = 2\%$ и разубоживание $p = 10\%$. Годовая производительность рудника $A = 1$ млн. т. Определить годовой экономический ущерб от потерь $\mathcal{E}_{n,2}$ руды при следующих технико-экономических показателях: извлекаемая ценность 1 т балансовой руды $C_\epsilon = 80$ руб., затраты на разведку 1 т балансовой руды $Z_p = 3$ руб., затраты на добычу и переработку 1 т рудной массы $C_{dn} = 20$ руб.

Задача 24. Коэффициент потерь и разубоживание руды при разработке месторождения соответственно $n = 10\%$ и $p = 18\%$. Годовая производительность рудника $A = 2$ млн. т. Определить количество балансовых запасов,

ежегодно недоизвлекаемых в процессе добычи P , и количество разубоживающих пород B .

Задача 25. Разработка месторождения ведется системой этажного обрушения руды с разубоживанием $p = 20\%$. Себестоимость добычи, транспорта и обогащения 1 т рудной массы $C_{\partial n} = 12$ руб. Определить экономический ущерб от разубоживания 1 т балансовых запасов \mathcal{E}_p .

Задача 26. Месторождение отрабатывается системой с закладкой, при которой коэффициент потерь $n = 20\%$, разубоживание $p = 10\%$. Годовая производительность рудника $A = 1$ млн. т. Себестоимость добычи и обогащения 1 т рудной массы $C_{\partial o} = 12$ руб. Определить годовой экономический ущерб от разубоживания \mathcal{E}_{pz} .

Задача 27. При вскрытии месторождения в охранном целике скипового и клетового стволов оставлено балансовых запасов $B_{\text{ц}} = 2$ млн. т с извлекаемой ценностью $\Pi_{\text{изв}} = 20$ руб. за 1 т. Затраты на добычу и переработку 1 т балансовой руды из этого месторождения составляют $C_{\partial n} = 15$ руб. Определить стоимость недополученного металла из охранного целика.

Задача 28. Месторождение отрабатывается слоевой системой с закладкой выработанного пространства, при которой разубоживание составляет $p = 10\%$. Годовая производительность рудника $A = 2$ млн. т, себестоимость добычи 1 т руды по руднику $C_{\partial} = 20$ руб. Определить годовой экономический ущерб, который терпит рудник в результате разубоживания.

Задача 29. При вскрытии месторождения в охранном целике скипового и клетового ствола оставлено балансовых запасов $B_{\text{ц}} = 2$ млн. т с извлекаемой ценностью $\Pi_{\text{изв}} = 20$ руб. за 1 т. При доработке месторождения охранный целик извлекается слоевой системой с обрушением, коэффициент потерь $n = 40\%$ и разубоживание $p = 20\%$, себестоимость добычи и переработки рудной массы $C_{\partial n} = 15$ руб. Определить стоимость недополученного металла частично отрабатываемого охранного целика.

Задача 30. В полиметаллической руде содержится никеля $C_1 = 3\%$, меди $C_2 = 4\%$. В разубоживающих породах

соответственно $C_1 = 0,2\%$ и $C_2 = 0,3\%$. Оптовые цены на никель и медь за 1 т – $C_{o1} = 4140$ руб., $C_{o2} = 1115$ руб. Разработка месторождения ведется с разубоживанием по руде $p = 10\%$. Определить разубоживание по содержанию p_m .

Задача 31. Найти балансовую ценность 1 т полиметаллической руды с содержанием меди 5%, никеля 4%; оптовая цена металлов за 1 т соответственно $C_{o1} = 1115$ руб., $C_{o2} = 4140$ руб.

Задача 32. В месторождении с балансовыми запасами $B = 10$ млн. т разведано два вида руды: первый – сульфидная в количестве $B_1 = 2$ млн. т с содержанием металла 8% и второй – вкрапленная с содержанием 0,9%. Определить среднее содержание металла в месторождении C , общее количество металла Q_m , балансовую ценность 1 т руды при оптовой цене 1 т металла $C_o = 1200$ руб.

Задача 33. Условное содержание никеля в полиметаллической руде 6%, разубоживание при добыче $p = 10\%$, сквозной коэффициент извлечения при переработке руды до конечного продукта $I = 0,8$; оптовая цена никеля $C_o = 4140$ руб. Определить балансовую ценность C_b , валовую C_e и извлекаемую ценность $C_{изв}$ 1 т руды.

Задача 34. Балансовая ценность 1 т ангидрита $C_b = 12$ руб., валовая ценность $C_e = 10$ руб. Определить коэффициент изменения качества K_k при разработке месторождения.

Задача 35. При разработке известняка из панели с балансовыми запасами $B = 100$ тыс. т было получено $D = 110$ тыс. т горной массы; балансовая ценность 1 т известняка $C_b = 10$ руб., валовая $C_e = 8$ руб. Определить коэффициент извлечения запасов из недр K_n .

Задача 36. Рассчитать годовую производительность закладочных комплексов Q , имея следующие данные: производительность рудника $A = 1$ млн. т, коэффициент потерь и разубоживание соответственно $n = 10\%$, $p = 5\%$, плотность руды $\gamma = 4$ т/м.

Задача 37. Балансовые запасы месторождения $B = 100$ млн. т, среднее содержание металла $C = 5\%$. Годовая производительность рудника $A = 2$ млн. т. Коэффициенты

потерь и разубоживание соответственно $n = 20\%$ и $p = 10\%$. При переработке добытой руды на обогатительной фабрике получается концентрат с содержанием металла $C_k = 40\%$, коэффициент извлечения металла в этом процессе $I_o = 0,8$. Определить срок существования рудника T и годовую производительность обогатительной фабрики A_o .

Задача 38. Общая годовая производительность рудников горно-металлургического комбината $A = 10$ млн. т руды с содержанием металла $C = 6\%$. Сквозной коэффициент извлечения при переработке руды до конечного продукта $I = 0,8$. Определить годовую производительность металлургического передела комбината A_m .

Задача 39. Определить требуемую годовую производительность обогатительной фабрики и металлургического завода при строительном комбинате, если общая годовая производительность рудников составляет $A = 10$ млн. т. Процентное содержание металла в рудной массе $a = 6\%$. Коэффициенты извлечения металла в концентрат и при металлургическом переделе соответственно $I_o = 0,8$ и $I_m = 0,9$. Содержание металла в концентрате $C_k = 40\%$.

Задача 40. Содержание железа в балансовой руде $C = 30\%$, в концентрате $C_k = 63\%$, разубоживание руды при добыче $p = 10\%$, коэффициент извлечения железа при обогащении $I_o = 0,7$, оптовая цена 1 т концентрата $C_o = 14$ руб. Определить извлекаемую ценность руды.

Задача 41. Руда, поступающая на переработку, имеет содержание металла $C = 5\%$. Выход металла из 1 т руды при переработке составляет $\delta = 0,03$ т. Рассчитать сквозной коэффициент извлечения при переработке I .

Задача 42. Годовая производительность обогатительной фабрики по концентрату составляет $A_o = 800$ тыс. т с содержанием металла $C_k = 40\%$ и коэффициентом извлечения металла $I_o = 0,8$. Руда, поступающая на фабрику, имеет содержание металла $a = 5\%$. Рассчитать общую годовую производительность рудников A , поставляющих руду на обогащение.

Задача 43. Балансовые запасы месторождения оцениваются $B = 100$ млн. т, среднее содержание металла $C = 5\%$.

Разработка ведется горным предприятием с годовой производительностью $A = 2$ млн. т, коэффициент извлечения из недр $K_n = 0,8$, коэффициент качества $K_k = 0,9$, сквозной коэффициент извлечения металла при переработке $0,8$. Рассчитать количество рудной массы, которое будет получено из месторождения D , содержание в ней металла a , срок отработки месторождения T , количество металла, получаемого ежегодно, Q_m .

Задача 44. Определить общую годовую производительность рудников горно-металлургического комбината A , если производственная мощность металлургического передела составляет $A_m = 100$ тыс. т. Перерабатываемая руда содержит металла $a = 2\%$, сквозной коэффициент извлечения металла при переработке $I = 0,8$.

Задача 45. Рассчитать количество рудной массы, необходимое для получения 1 т концентрата с содержанием металла $C_k = 40\%$ и 1 т металла при следующих данных: содержание металла в балансовой руде $C = 5\%$, разубоживание при добыче $P = 10\%$, коэффициент извлечения при обогащении $I_o = 0,8$, коэффициент извлечения при металлургическом переделе $I_m = 0,92$.

Задача 46. Определить экономическую целесообразность отработки месторождения с содержанием металла в балансовой руде $C = 3\%$ при следующих технико-экономических показателях: разубоживание при разработке $P = 10\%$, сквозной коэффициент извлечения при переработке руды $I = 0,8$, оптовая цена 1 т металла $C_o = 1000$ руб., затраты на добычу и переработку 1 т балансовой руды $C_{дп} = 30$ руб.

Задача 47. Определить себестоимость добычи 1 т балансовой руды C_b при следующих условиях: стоимость добычи 1 т рудной массы $C_b = 8$ руб., содержание металла в балансовой руде $C = 3\%$, в добытой рудной массе $a = 2,5\%$.

Задача 48. Определить прибыль от 1 т конечного продукта горного производства Π_p при следующих горно-технических и экономических условиях: содержание металла в балансовой руде $C = 3\%$, содержание металла в концентрате $C_k = 15\%$, разубоживание при добыче руды

$p = 0,1$, коэффициент извлечения металла при обогащении $I_o = 0,9$, коэффициент извлечения металла при металлургическом переделе $I_m = 0,95$, себестоимость добычи 1 т руды 4 руб., стоимость перевозки 1 т руды на обогатительную фабрику $C_{тп} = 1$ руб., себестоимость обогащения 1 т руды $C_o = 3$ руб., затраты на транспортировку 1 т концентрата до металлургического завода $C_{тпк} = 1,5$ руб., себестоимость металлургического передела 1 т руды $C_m = 80$ руб., оптовая цена 1 т металла $C_o = 1100$ руб.

Задача 49. Определить стоимость отдельных металлов, содержащихся в 1 т полиметаллической руды, и ее извлекаемую ценность, имея следующие данные: содержание меди $C_1 = 0,64\%$, свинца $C_2 = 3\%$, цинка $C_3 = 8\%$, сквозной коэффициент извлечения при переработке соответственно $I_1 = 0,5$, $I_2 = 0,85$, $I_3 = 0,85$, оптовая цена металлов за 1 т соответственно $C_{o1} = 600$ руб., $C_{o2} = 715$ руб., $C_{o3} = 315$ руб.

Задача 50. При разработке месторождения с содержанием металла в балансовых запасах $C = 6\%$ системой с естественным поддержанием очистного пространства разубоживание составляет $P = 10\%$, сквозной коэффициент извлечения металла при обогащении и металлургической переработке $I = 0,72$. Расчетная прибыль от производства металла из 1 т руды составляет $\Pi_p = 9,7$ руб. Определить годовую прибыль горно-металлургического комбината при годовой производительности рудников $A = 6$ млн. т руды.

2. ВСКРЫТИЕ И ПОДГОТОВКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Задача 51. На плане месторождения (рис. 1) дан порядок его отработки от центра к флангам. Начертить вертикальный разрез месторождения по А–А, соблюдая схематично следующие элементы залегания и горно-геологические условия: размер месторождения по простиранию $L = 1000$ м; нижняя отметка оруденения $H_n = -400$ м; мощность месторождения $t = 15$ м.

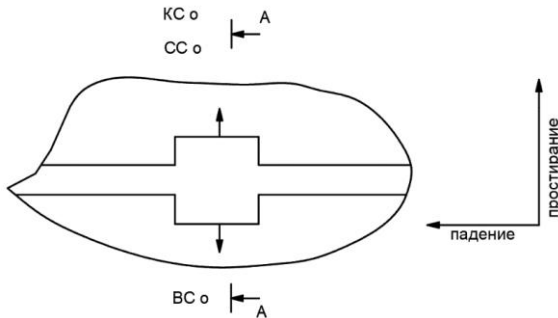


Рис. 1

Задача 52. На плане месторождения (рис. 2) дан порядок его отработки от центра к флангам. Начертить вертикальный разрез месторождения по А–А, соблюдая схематично следующие элементы залегания и горно-геологические условия: размер месторождения по падению $B = 600$ м; угол падения $\alpha = 30^\circ$; нижняя отметка оруденения $H_n = -500$ м; мощность месторождения $t = 20$ м.

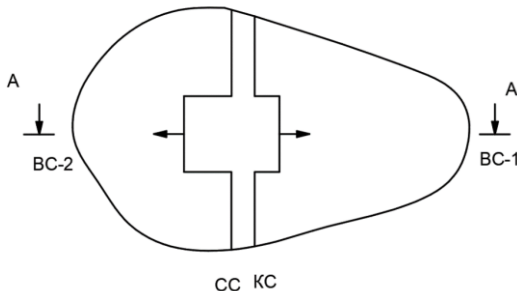


Рис. 2

Задача 53. Месторождение имеет следующие параметры: размер по падению $B = 1200$ м; угол падения $\alpha = 70^\circ$; мощность $m = 20$ м; нижняя точка оруденения $H_n = -1400$ м; верхняя точка оруденения $H_6 = 200$ м. Схема деления рудного поля по падению на три шахтных (рудничных) поля с наклонной высотой первого $H_1 = 200$ м, второго $H_2 = 600$ м, третьего $H_3 = 400$ м (рис. 3). Начертить разрез по А-А.

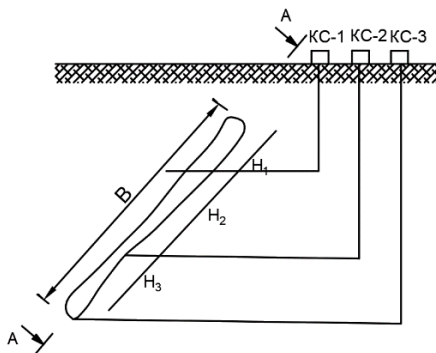


Рис. 3

Задача 54. Показан вертикальный разрез месторождения, вскрытого скиповым и клетьевым стволами, расположенными в лежачем боку вне зоны сдвига горных пород посередине линии простирания ($L = 1200$ м) (рис. 4). Два вентиляционных ствола расположены в висячем боку месторождения по южному (BC-1) и северному (BC-2) флангам. Начертить вертикальный разрез месторождения по А-А с указанием размещения всех стволов.

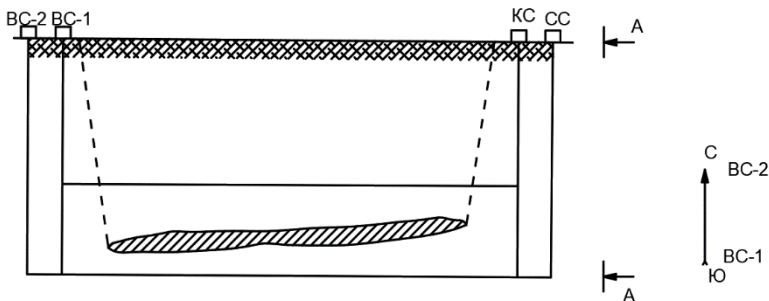


Рис. 4

Задача 55. Показан план месторождения (рис. 5), которое имеет следующие параметры: размер по простиранию $L = 6000$ м; размер по падению $B = 800$ м; угол падения $\alpha = 10^\circ$; мощность $m = 20$ м. Рудное поле разделено на три шахтных (рудничных) поля с размерами по простиранию $Z = 2000$ м. Каждое рудничное поле вскрыто скиповым, клетьевым и вентиляционными стволами. Начертить вертикальные разрезы по А-А и Б-Б.

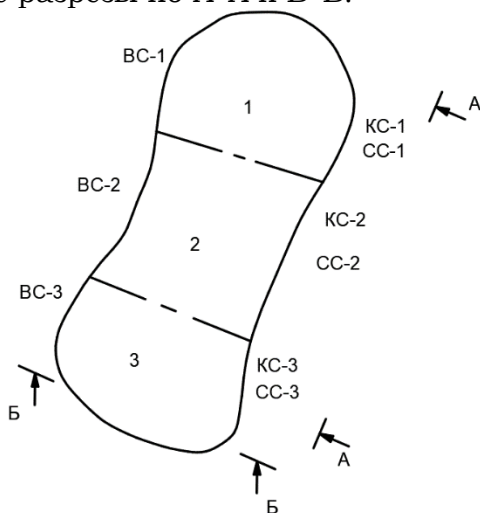


Рис. 5

Задача 56. Показано вскрытие крутопадающего маломощного полезного ископаемого с размерами по простиранию $L = 800$ м, клетьевым стволом, расположенным висячем боку. Начертить разрез по А-Б-В-Г, где будет показано, что клетевой ствол находится на северном фланге месторождения, вентиляционный ствол – на южном, схема подготовки осуществляется одним этажным штреком, пройденным во вмещающих породах (рис. 6).

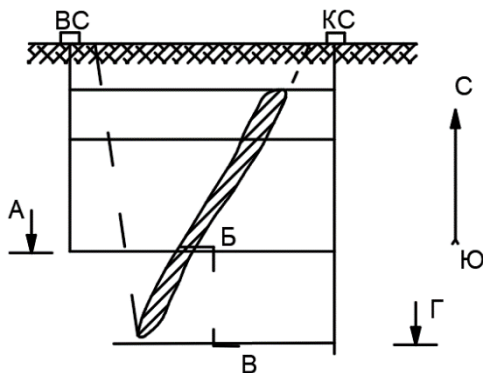


Рис. 6

Задача 57. Показано вскрытие круто падающего мощного месторождения полезных ископаемых с размерами по простиранию $L = 1200$ м скиповым и клетьевым стволами, расположенными в лежащем боку вне зоны сдвига горных пород (рис. 7). Начертить разрез месторождения по А-А, где будет показано, что основная площадка рудника расположена посередине линии простирания. Схема подготовки осуществляется двумя этажными штреками, пройденными во вмещающих породах и соединенными через 60 м ортами. Вентиляционные стволы ВС-1 и ВС-2 находятся: первый – на северном фланге; второй – на южном.

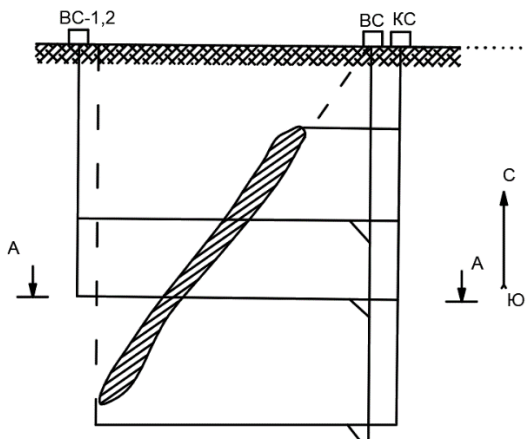


Рис. 7

Задача 58. Показано вскрытие крутопадающего средней мощности месторождения полезных ископаемых с размерами по простиранию $L = 1000$ клетьевым стволом, расположенным в лежачем боку (рис. 8). Начертить разрез по А-А, где будет показано, что основная промплощадка рудника расположена на северном фланге месторождения, схема подготовки осуществляется штреком, пройденным во вмещающих породах и тупиковыми ортами через 60 м. Вентиляционный ствол находится на южном фланге месторождения.

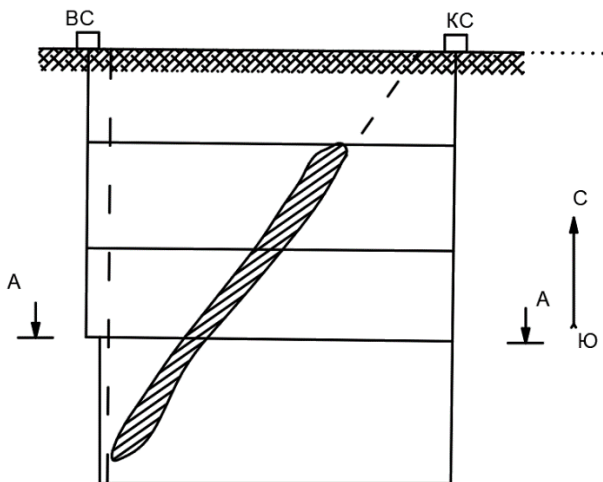


Рис. 8

Задача 59. Показаны элементы залегания пологопадающего месторождения полезных ископаемых мощностью $m = 20$ м и плотностью руды $\gamma = 4$ т/м³, расположенного на глубине $H = 300$ м с размерами по простиранию $L = 1600$ м, по падению $B = 800$ м (рис. 9). Вскрытие месторождения осуществляется скиповым и клетьевым стволами, пройденными по центру месторождения с оставлением охранного целика. Угол сдвижения горных пород $\delta = 75^\circ$. Начертить разрез месторождения по А-А и показать панельную схему подготовки откаточного горизонта с шириной панели $\epsilon_n = 80$ м с учетом зоны охранного целика и насчитать его балансовые запасы.

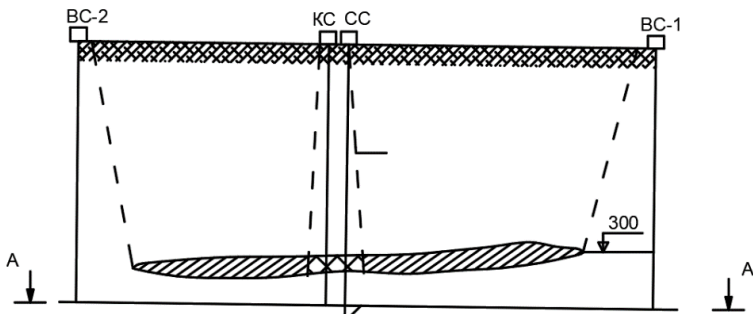


Рис. 9

Задача 60. Показано вскрытие пологопадающего месторождения (параметры по падению $B = 900$ м, простиранию – $L = 1500$ м) наклонными стволами, предназначенными для подъема руды на поверхность самоходным транспортом (рис. 10). Начертить разрез по А-А, где будет показано, что наклонные стволы пройдены посередине линии простирания, подготовка осуществлена панельными штреками, пройденными через 100 м. Определить линейный коэффициент подготовки по откаточному горизонту, если общие балансовые запасы месторождения $B = 50$ млн. т.

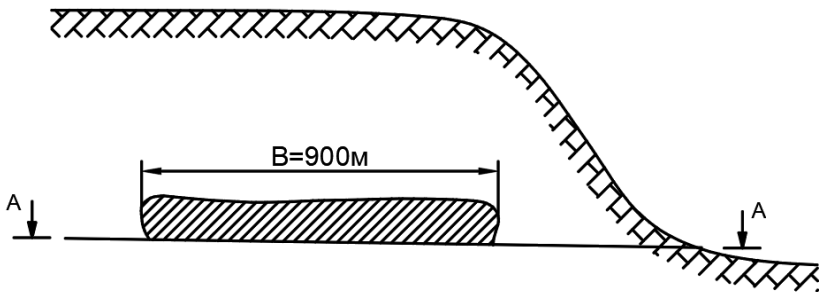


Рис. 10

Задача 61. Показан вертикальный разрез вквост простирания пологопадающего месторождения с параметрами по простиранию $L = 1200$ и падению $B = 900$ м (рис. 11). Вскрытие производится скиповым и клетьевым стволами, расположенными посередине линии простирания, вентиляционный ствол ВС-1 расположен на южном фланге месторождения и используется при обработке верхней части

месторождения, вентиляционный ствол ВС-2 расположен на северном фланге и используется при отработке нижней части месторождения. Начертить разрез по А-А и В-В, где будет показана панельная схема подготовки вентиляционного и откаточного горизонтов с шириной панели вквост простирания $e_n = 120$ м.

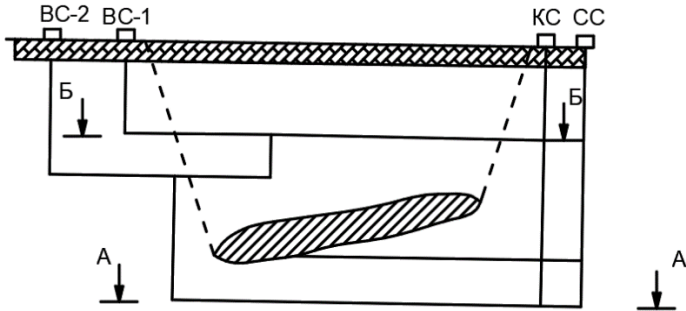


Рис. 11

Задача 62. Показан вертикальный разрез вквост простирания крутопадающего месторождения с параметрами по простиранию $L = 1000$ м и падению $B = 600$ м, расположенного в гористой местности (рис. 12). Вскрытие производится концентрационной штольной, расположенной на горизонте +400 м, и этажными штольнями; вентиляционный ствол ВС расположен посередине линии простирания висячем боку месторождения вне зоны содержания горных пород. Подготовка осуществляется полевыми штреками, пройденными в лежащем и висячем боках месторождения, и ортами, расположенными между ними через 60 м. Начертить разрез по А-А, где будет показан план концентрационного откаточного горизонта с люковыми камерами капитальных рудоспусков.

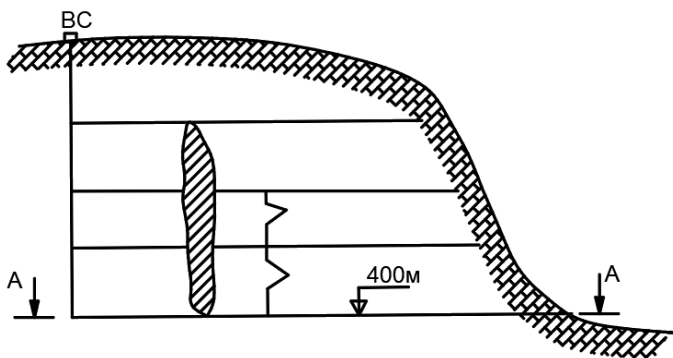


Рис. 12

Задача 63. Показаны в плане контуры месторождения полезных ископаемых с параметрами: размер по линии простирания $L = 750$ м, падения $B = 400$ м, мощность рудного тела $m = 5$ м, угол падения $\alpha = 70^\circ$, нижняя точка оруденения $H_n = 800$ м (рис. 13). Вскрытие производится клетьевым стволом. Начертить в плане схему тупикового околоствольного двора, клетьевого ствола и полевою штрековую подготовку с тупиковыми ортами, пройденными через 60 м. Сделать вертикальный разрез по А-А с учетом параметров месторождения.

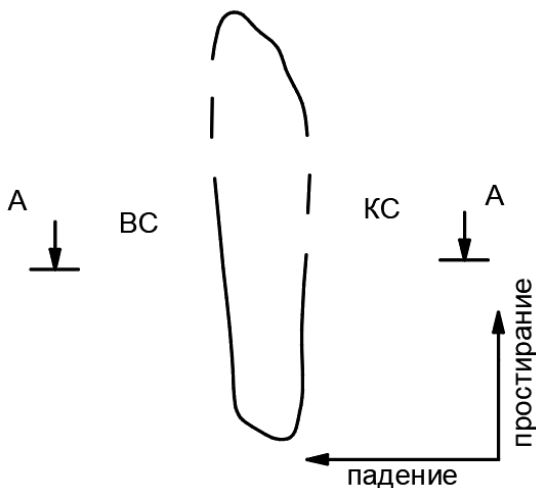


Рис. 13

Задача 64. Показаны в плане контуры месторождения полезных ископаемых с параметрами: размер по линии простирания $L = 1200$ м; падение $B = 800$ м; мощность рудного тела $m = 20$ м; угол падения $\alpha = 10^\circ$; нижняя точка оруденения $H_n = 500$ м (рис. 14). Начертить в плане схемы кольцевого околоствольного двора клетьевого и скипового стволов и панельную подготовку месторождения. Сделать вертикальный разрез по А–А с учетом параметров месторождения.

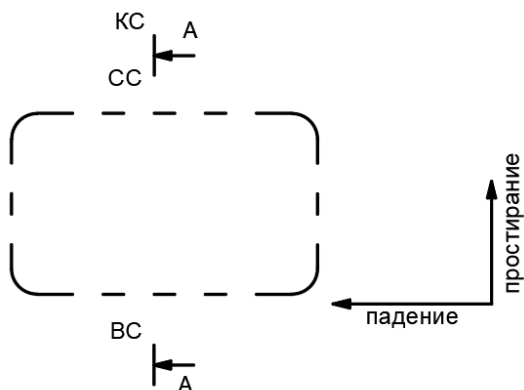


Рис. 14

Задача 65. Показан вертикальный разрез по простиранию с фланга месторождения мощностью $m = 20$ м и углом падения $\alpha = 30^\circ$, расположенного в гористой местности (рис. 15). Вскрытие производится комбинированным способом штольной, пройденной по простиранию месторождения, и наклонным стволом в подстилающих породах лежачего бока. Подготовка осуществляется полевыми этажными штреками и рудными ортами, пройденными через 60 м. Начертить разрез месторождения по $E-E$, $A-B-B-G$.

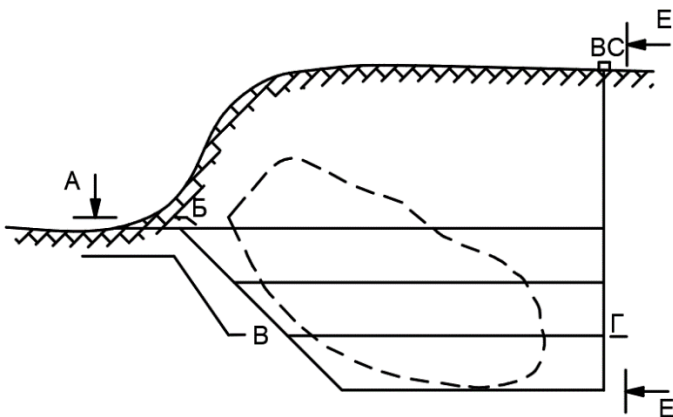


Рис. 15

Задача 66. Показан вертикальный разрез месторождения, расположенного в гористой местности (рис. 16). Вскрытие производится комбинированным способом двумя штольнями вкрест простирания месторождения и наклонным стволом, пройденным во вмещающих породах по падению. Подготовка этажа осуществляется полевыми штреками, пройденными в лежачем и висячем боках месторождения и ортами между ними через 60 м. Начертить разрез по А-Б-В-Г.

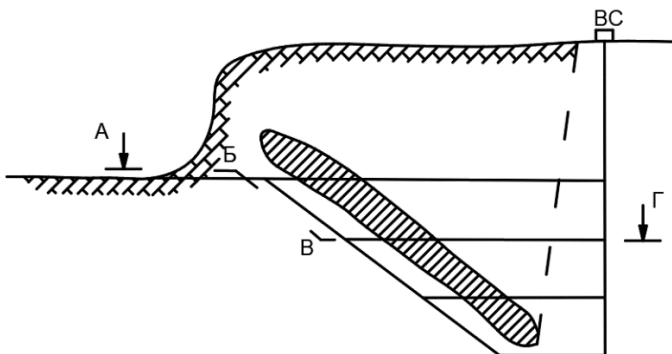


Рис. 16

Задача 67. Показан план этажной подготовки пологопадающего угольного месторождения (рис. 17). Начертить

тить разрез по А-А и написать название горных выработок, обозначенных под номерами 1–8.

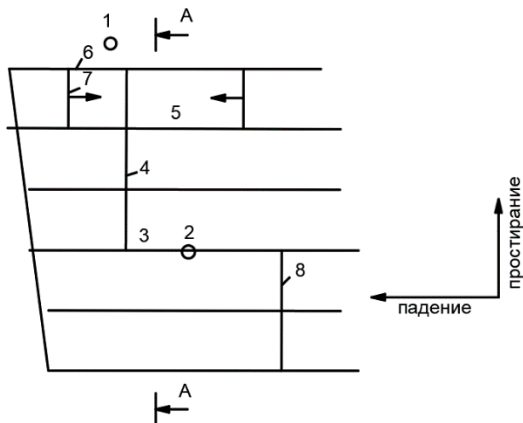


Рис. 17

Задача 68. Показан вертикальный разрез пологопадающего угольного месторождения, вскрытого двумя наклонными стволами 1,2 и этажными транспортными штреками 3 (рис. 18). Начертить разрез по А-А, где будут показаны в плане подготовительно-нарезные выработки, обеспечивающие отступающий порядок отработки угольного пласта лавой.

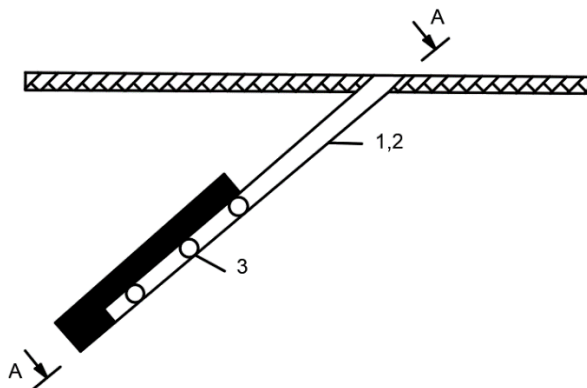


Рис. 18

Задача 69. Показан вертикальный разрез наклонного угольного пласта, вскрытого вертикальными клетьевым и вентиляционным стволами и этажными квершлагами

(рис. 19). Начертить разрез по А-Б-В-Г, где будет показана отработка этажа лавой по падению, и стрелками указано движение вентиляционной струи от клетьевого ствола через лаву к вентиляционному.

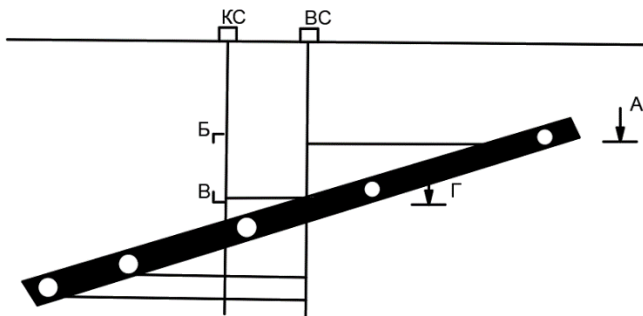


Рис. 19

Задача 70. Показан вертикальный разрез вкрест простирания двух месторождений, расположенных в гористой местности с размерами по линии простирания $L = 900$ м (рис. 20). Вскрытие производится комбинированным способом: концентрационной штольной и слепым стволом. Начертить разрез по А-Б-В-Г, где будет показана панельная схема подготовки откаточных горизонтов двух месторождений.

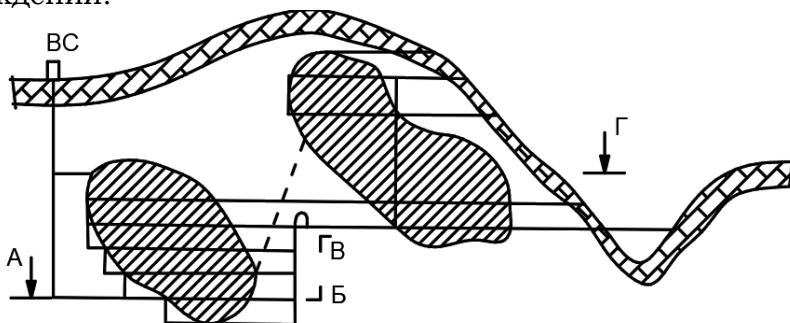


Рис. 20

Задача 71. Начертить разрез месторождения по падению и простиранию, рассчитать балансовые запасы B и перепад высот между нижней и верхней точками оруденения h , имея следующие данные: глубина залегания ниж-

ней точки оруденения $H_n = 700$ м; длина по линии падения $B = 400$ м; длина по линии простирания $L = 1200$ м, угол падения месторождения $\alpha = 30^\circ$; плотность руды $\gamma = 4$ т/м³, мощность $m = 20$ м.

Задача 72. Крутопадающее месторождение имеет верхнюю отметку оруденения -400 м, нижнюю -950 м. Начертить схему ступенчатого вскрытия вертикальным стволом в породах висячего блока до отметки 700 м и слепым стволом в лежащем боку до конца оруденения.

Задача 73. Определить площадь земельного отвода при разработке месторождения подземным способом со следующими горнотехническими параметрами: нижняя граница оруденения $H_n = 600$ м, угол падения рудного тела $\alpha = 20^\circ$, длина месторождения соответственно по падению и простиранию $B = 400$ м, $L = 3750$ м, угол сдвижения горных пород $\delta = 70^\circ$.

Задача 74. Начертить схему вскрытия месторождения клетьевым стволом, расположенным в лежащем боку месторождения, и рассчитать длину квершлага на отметке 620 м при следующих горнотехнических условиях: нижняя и верхняя границы оруденения располагаются соответственно на отметках -620 м и -500 м, угол падения месторождения $\alpha = 20^\circ$, угол сдвижения налегающих пород $\delta = 70^\circ$.

Задача 75. Предложить три варианта вскрытия месторождения, залегающего в гористой местности с максимальной отметкой возвышенности $+350$ м, отметка длины $+10$ м, угол падения месторождения $\alpha = 20^\circ$, нижняя точка оруденения -110 м, верхняя $+70$ м, длина по простиранию $L = 1200$ м. Начертить горизонтальную и вертикальную проекции месторождения с вскрывающими выработками.

Задача 76. Месторождение полезных ископаемых мощностью $m = 20$ м залегает в равнинной местности. Верхняя отметка оруденения -150 м, нижняя -650 м; с отметки -300 м по восстанию угол падения месторождения $\alpha = 70^\circ$, по падению $\alpha = 45^\circ$. Начертить вертикальную схему залегания месторождения, предложить два варианта вскрытия и рассчитать длину вскрывающих выработок.

Задача 77. Крутопадающее месторождение с длиной по простиранию и падению соответственно $L = 1500$ м и $B = 400$ м залегает в равнинной местности. Начертить:

1) схему деления месторождения по падению на два шахтных поля;

2) схему деления месторождения по простиранию на три шахтных поля.

Задача 78. Пологопадающее месторождение с длиной по простиранию и падению соответственно $L = 8200$ м и $B = 6500$ м залегает в равнинной местности. Начертить схему деления месторождения по площади на три шахтных поля.

Задача 79. Пологопадающее месторождение мощностью $m = 20$ м и объемным весом $\gamma = 3$ т/м³ залегает на глубине $H = 400$ м, размер по падению и простиранию соответственно $B = 2000$ м и $L = 1000$ м, угол сдвижения горных пород $\delta = 75^\circ$. Над месторождением по линии простирания протекает река. Построить охранный целик под рекой и рассчитать его балансовый запас B_u .

Задача 80. Верхняя отметка оруденения крутопадающего месторождения -450 м, нижняя отметка -750 м. Начертить схему вскрытия месторождения скиповым стволом, расположенным в висячем боку месторождения вне зоны сдвижения горных пород, и двумя концентрационными горизонтами, расположенными на отметках -600 м и -750 м.

Задача 81. Месторождение мощностью $m = 8$ м залегает под углом $\alpha = 15^\circ$ в гористой местности. Верхняя и нижняя точки оруденения соответственно $+500$ м и $+200$ м. Начертить схему вскрытия месторождения двумя штольнями, расположенными:

1) по простиранию месторождения;

2) вкрест простирания месторождения.

Задача 82. Начертить в плане и разрезе два варианта вскрытия трех сближенных крутопадающих ($\alpha = 80^\circ$) рудных тел мощностью $m = 3-5$ м. Длина по падению $B = 400$ м и простиранию $L = 600$ м.

Задача 83. Крутопадающее месторождение (горно-геологические параметры: отметка верхней точки оруденения -350 м, нижней -950 м) вскрывается скиповым и клетьевым стволами, расположенными в ближайшем боку месторождения вне зоны сдвижения горных пород. На первый период эксплуатации месторождения шаг вскрытия составлял $h_{e1} = 650$ м, последующие шаги вскрытия запроектированы соответственно на $h_{e2} = 200$ м и $h_{e3} = 100$ м. Начертить предложенную схему вскрытия месторождения.

Задача 84. Пологопадающее месторождение мощностью $m = 20$ м, залегающее на глубине $H = 300$ м в устойчивых породах, имеет следующие параметры: размер по простиранию $L = 1200$ м, по падению $B = 400$ м. Вскрытие месторождения осуществлено скиповым и клетьевым стволами, расположенными по простиранию месторождения вне зоны сдвижения горных пород. Два вентиляционных ствола расположены на флангах месторождения. Начертить в двух проекциях рудную и полевую схемы панельной подготовки месторождения с параметрами: длина панели $l = 120$ м, ширина $e = 200$ м. В схемах показать горизонт вентиляции.

Задача 85. Крутопадающее месторождение мощностью $m = 8$ м вскрыто скиповым стволом, пройденным в ближайшем боку вне зоны сдвижения горных пород. Согласно проекту, месторождение делится на 4 этажа высотой $h_э = 70$ м. Начертить в двух проекциях схему ортовой подготовки месторождения.

Задача 86. Крутопадающее месторождение мощностью $m = 40$ м вскрыто скиповым и клетьевым стволами, расположенными в лежачем боку месторождения вне зоны сдвижения горных пород. Высота этажа $h_э = 80$ м. Начертить в двух проекциях кольцевую схему подготовки, при которой длина блока $l_б = 60$ м.

Задача 87. Начертить ортовую схему подготовки рудной залежи мощностью $m = 10$ м и углом падения $\alpha = 30^\circ$ в горизонтальной и вертикальной проекциях.

Задача 88. Пологопадающее месторождение мощностью $m = 20$ м, расположенное на глубине 100 м, отрабаты-

вается открытым способом. Фланги месторождения, имеющие мощность $m = 5-8$ м, предложено отрабатывать подземным способом со вскрытием штольной, проведенной из карьера. Начертить предложенный вариант вскрытия.

Задача 89. Определить сечение квершлага, по которому требуется пропустить воздух в количестве $Q = 3600$ м³/мин.

Задача 90. Согласно проекту, по клетьевому стволу необходимо подать свежий воздух в рудник в количестве $Q = 240$ м³/с. Определить минимальный диаметр ствола.

Задача 91. Суммарное сечение откаточных квершлагов $S = 24$ м², расчетное количество воздуха, подаваемое в рудник и проходящее по квершлагам, $Q = 12500$ м/мин. Определить, отвечает ли требованиям ЕПБ скорость движения воздуха.

Задача 92. При технико-экономических расчетах вариантов вскрытия месторождения: 1-й вариант – капитальные затраты составляют $K_1 = 145$ млн. руб., годовые эксплуатационные затраты $P_1 = 280$ тыс. руб.; 2-й вариант $K_2 = 160$ млн. руб., $P_2 = 240$ тыс. руб., годовая производительность рудника $A = 1$ млн. т. Выбрать наиболее экономически целесообразный вариант.

Задача 93. По проекту на строительство рудника капитальные затраты были распределены по годам: 1-й год – $K_1 = 10$ млн. руб.; 2-й год – $K_2 = 20$ млн. руб.; 3-й год – $K_3 = 30$ млн. руб. Однако по вине смежников строительство затянулось на пять лет, и распределение капитальных основных затрат происходило следующим образом: $K_1' = 10$, $K_2' = 20$, $K_3' = 10$, $K_4' = 10$, $K_5' = 10$. Определить экономически ущерб от продления срока строительства $\mathcal{E}_{y.c.}$

Задача 94. При составлении календарного плана строительства рудника намечены два варианта распределения капитальных затрат (см. таблицу). Обосновать экономически целесообразный вариант по приведенным вложениям на окончание строительства.

Вариант	Годы строительства					£ К, млн. руб.
	1	2	3	4	5	
1	10	20	40	–		70
2	10	10	20	20		60

Задача 95. Для подготовки месторождения с балансовыми запасами $B = 20$ млн. т, валовой ценностью 1 т руды $C_e = 15$ руб. и плотностью $\gamma = 3,5$ т/м³ предложены две схемы подготовки. Первая схема – ортовая, сечение выработок $S_i = 12$ м², общая длина выработок $L_1 = 2000$ м, из них 600 м пройдено по руде. Стоимость проходки и крепления 1 м³ выработок $C_{с.к} = 30$ руб. Вторая схема – кольцевая, сечение выработок $S_2 = 9$ м², общая длина выработок $L_1 = 2500$ м, из них 800 м пройдено по руде. Стоимость проходки и крепления 1 м³ выработок $C_{н.к} = 20$ руб. Рассчитать, какая из двух предложенных схем подготовки имеет наименьшие затраты на 1 т подготовленных запасов с учетом возврата средств от реализации попутно добытой руды.

Задача 96. Месторождение мощностью $m = 20$ м, объемным весом $\gamma = 3$ т/м³ отрабатывается системой этажного принудительного обрушения. При этой системе разработки на блок параметрами по простиранию $l_n = 30$ м и падению $e_n = 60$ м пройдены следующие подготовительно-нарезные выработки: откаточный штрек длиной 30 м, сечением $S = 12$ м², рудоспуск глубиной 10 м, сечением $S = 4$ м², штреки скрепирования длиной 180 м, сечением $S = 8$ м², вентиляционный штрек длиной 30 м, сечением $S = 9$ м². Определить линейный K_L и объемный K_v коэффициенты подготовительно-нарезных выработок на 1000 т подготовительных запасов по системе разработки.

Задача 97. Рассчитать затраты на 1 т подготовительных запасов Z при проходке откаточного горизонта и линейного коэффициента подготовки K_L в месторождении с углом падения $\alpha = 20^\circ$, мощностью $m = 25$ м, плотностью руды $\gamma = 4$ т/м³, длиной по простиранию и падению соответственно $L = 3750$ м, $B = 400$ м, длиной панели по простиранию $l_n = 120$ м и шириной $e_n = 160$ м. Сечение откаточных штреков и квершлагов $S = 12$ м², стоимость 1 м³ горнопроходческих работ с учетом крепления $C_{н.к} = 60$ руб.

Задача 98. Определить количество этажей высотой $h_3 = 50$ м, которые необходимо пройти при разработке месторождения с углом падения $\alpha = 30^\circ$ и размером по падению $B = 1000$ м.

Задача 99. Годовая производительность рудника $A = 1$ млн. т. Коэффициент потерь разубоживания соответственно $n = 10\%$ и $p = 15\%$, линейный коэффициент подготовительно нарезных выработок $K_l = 4$ м на 1000 т. Определить общий метраж выработок $\sum L$, которые необходимо пройти на руднике за 1 год.

Задача 100. Годовой план проходки подготовительно-нарезных выработок $\sum 1_{nh} = 3778$ м, коэффициент опережения подготовительных работ над очистными $W = 1,5$, одновременно действуют проходческие забои $q = 6$. Определить минимальную месячную скорость проведения подготовительно-нарезных выработок при подготовке блоков к очистной выемке V .

Задача 101. Крутопадающее жильное месторождение небольшой мощности имеет длину по простиранию $L = 1600$ м. Выемочные блоки на этаже расположены по простиранию и имеют длину $l_\sigma = 50$ м. Время на проведение подготовительных выработок в блоке составляет $t_n = 2$ мес., на нарезные работы $t_h = 1$ мес., на очистные работы $t_o = 3$ мес. Определить число блоков, в которых необходимо проводить очистные работы n_o , нарезные n_h и подготовительные n_n .

Задача 102. Рудник с годовой производительностью $A = 3$ млн. т обрабатывает месторождения с коэффициентом потерь и разубоживания соответственно $n = 20\%$ и $p = 10\%$. Нормы обеспеченности по времени подготовительными и готовыми балансовыми запасами составляют соответственно $N_n = 2$ и $N_r = 0,5$ года. Определить количество блоков, в которых проводят подготовительные работы n_n и готовые к выемке блоки n_r , если в них содержится балансовых запасов $B_\sigma = 100$ тыс. т.

Задача 103. Определить величину подготовленных B_n и годовых B_r балансовых запасов для рудника с годовой производительностью $A = 2$ млн. т при норме обеспеченности по времени подготовленными и готовыми запасами соответственно $N_n = 1,5$ и $N_r = 0,5$ года. Коэффициент потерь и разубоживания при разработке месторождения соответственно $n = 10\%$ и $p = 8\%$.

Задача 104. Определить суммарную длину подготовительных и нарезных выработок $\sum 1_{nn}$ в блоке с балансовыми запасами $B_b = 100$ тыс. т, если коэффициенты подготовительных и нарезных выработок соответственно $K_{лн} = 2,5$ м на 1000 т и $K_{лн} = 0,5$ на 1000 т. Блок обрабатывается системой разработки с коэффициентом потерь и разубоживания соответственно $n = 12\%$ и $p = 10\%$.

Задача 105. Общая длина подготовительно-нарезных выработок, проходимых за год на руднике, составляет $\sum l_{nn} = 2400$ м, из них 1800 м горизонтальных и 600 м вертикальных. Коэффициент опережения подготовительных и нарезных работ по времени над очистными $W = 2$, число одновременно действующих забоев при проведении выработок по горнотехническим условиям не более $q = 3$.

Задача 105. Для обеспечения годовой производственной мощности рудника в очистной выемке находится $n_o = 6$ блоков, время очистной выемки блока $t_o = 0,5$ года. Нарезные работы в блоке осуществляются за $t_n = 2$ мес. Для сохранения заданной производительности рудника определить, сколько нужно иметь блоков, в которых проводятся нарезные работы n_n .

Задача 107. Установленная годовая производительность рудника $A = 1$ млн. т. В очистной выемке находятся $n_o = 5$ блоков. Время очистной выемки блока $t_o = 3$ мес., и на подготовку блока необходимо $t_n = 1$ мес. Определить, сколько блоков нужно иметь в очистной выемке n_o и во скольких вести подготовительные работы n_n , если производительность рудника увеличена на 200 тыс. т в год.

Задача 108. На добычном участке ведутся горные работы системой разработки с коэффициентом потерь и разубоживания соответственно $n = 2\%$ и $p = 10\%$, линейный коэффициент подготовительно-нарезных работ $K_{лн} = 6$ м/1000 т. Плановая месячная производительность участка $A_m = 60$ тыс. т при 3-сменной работе рудника и 25-и рабочих днях. Определить количество проходчиков, которое необходимо иметь на участке при норме выработки $H_s = 0,5$ м/смену.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Обозначения физических величин

B – балансовые запасы месторождения.

L – длина месторождения по простиранию.

B – длина месторождения по падению.

Γ – объемный вес руды.

M – нормальная мощность месторождения.

m_e – горизонтальная мощность месторождения.

m_v – вертикальная мощность месторождения.

Q – количество металла в 1 т руды.

C – процентное содержание металла в руде.

C_{cp} – средневзвешенное содержание металла в месторождении.

c_1, c_2, c_i – содержание металла по участкам месторождения.

B_1, B_2, B_i – количество запасов в участках.

c_y – условное содержание металла в полиметаллической руде.

C_{o1}, C_{o2}, C_{oi} – цена 1 т металла.

C_b – балансовая ценность 1 т руды.

C_v – валовая ценность 1 т руды.

K_k – коэффициент качества руды.

C_o – цена 1 т руды.

$C_{изв}$ – извлекаемая ценность 1 т балансовой руды.

I_o – коэффициент извлечения металла из руды при обогащении.

I_m – коэффициент извлечения металла при металлургической переработке концентрата.

$C_{изв.к}$ – извлекаемая ценность 1 т концентрата.

$C_{ок}$ – цена 1 т концентрата.

$C_{б.у}$ – балансовая ценность 1 т полиметаллической руды, приведенная к условному содержанию по металлу.

n – коэффициент потерь руды.

P – количество балансовой руды, теряемой при разработке.

B – количество примешанных вмещающих пород в рудной массе.

n_m – коэффициент потерь металла.

K_k – коэффициент извлечения металла из недр.

$K_{изв}$ – коэффициент извлечения руды при разработке.

D – количество рудной массы, получаемой при разработке месторождения.

a – содержание металла в рудной массе.

b – содержание металла во вмещающих породах.

p – разубоживание руды.

p_m – разубоживание по металлу (снижение содержания металла в рудной массе).

K_v – количество вывода рудной массы при добыче.

A – годовая производительность рудника по рудной массе.

C_b – себестоимость добычи 1 т балансовой руды.

C_d – себестоимость добычи 1 т рудной массы.

$C_{д.н.б}$ – себестоимость добычи и обогащения 1 т балансовой руды.

C_o – себестоимость обогащения 1 т балансовой руды.

$Э_n$ – экономический ущерб от потерь 1 т балансовой руды.

$Э_p$ – затраты на геологоразведочные работы.

$Э_{н.г}$ – экономический ущерб от потерь балансовой руды в расчете на годовую производительность рудника.

Q_n – количество потерянных балансовых запасов в расчете на годовую производительность рудника по рудной массе.

B_2 – количество извлекаемых запасов в расчете на годовую производительность рудника по рудной массе.

$C_{д.о}$ – себестоимость добычи, транспорта и обогащения 1 т рудной массы.

$C_{тр}$ – себестоимость транспорта 1 т рудной массы.

$Э_{p.г}$ – экономический ущерб от разубоживания балансовой руды в расчете на годовую производительность рудника.

B – количество разубоживающих пород в расчете на годовую производительность рудника по рудной массе.

$П_{p.н}$ – недополученная прибыль за металл.

B_u – запас руды в охранном целике.

d_a – увеличение амортизационных отчислений от капитальных затрат на строительство рудника в связи с уменьшением извлекаемых балансовых запасов, оставляемых в охранном целике.

\mathcal{E}_u – общий экономический ущерб при оставлении охранного целика.

$\Delta \mathcal{E}$ – экономический ущерб при оставлении охранного целика на 1 т извлекаемых балансовых запасов.

δ_p – выход концентрата из 1 т рудной массы.

δ_k – выход рафинированного 100-процентного металла из 1 т концентрата.

δ – выход металла из 1 т руды.

C_k – себестоимость добычи и переработки 1 т руды до получения концентрата.

δ_p – расход рудной массы для получения 1 т концентрата.

D_k – расход концентрата для получения 1 т металла.

δ – общий расход руды при получении 1 т металла.

Q_k – себестоимость 1 т концентрата.

Q_n – себестоимость 1 т металла.

Q_m – себестоимость 1 т металла в случае, если руда поступает на металлургический завод, минуя стадию обогащения.

A_o – годовая производительность обогатительной фабрики.

A_m – годовая производительность металлургического завода (цеха).

$P_{p,k}$ – прибыль от производства 1 т концентрата.

$P_{p,m}$ – прибыль от производства 1 т металла.

R_m – рентабельность производства металла.

C_m – себестоимость добычи и переработки 1 т руды до получения металла.

$C_{m,n}$ – себестоимость металлургического передела 1 т руды.

$P_{p,p}$ – прибыль от добычи 1 т руды.

$P_{p,k}$ – прибыль от концентрата, полученного из 1 т руды.

$P_{p,m}$ – прибыль от металла, полученного из 1 т руды.

Приложение 2

Основные формулы для решения задач

Балансовые запасы месторождения, т,

$$B = L \cdot B \cdot m \cdot y.$$

Нормальная мощность месторождения, м,

$$m = m_e \cdot \sin a, m = m_e \cdot \cos a.$$

Количество металла в 1 т руды, т,

$$Q = 0,01 \cdot c.$$

Средневзвешенное содержание металла в месторождении

$$C_{cp} = \frac{c_1 \cdot B + c_2 \cdot B_2 + \dots + c_i \cdot B_i}{B_1 + B_2 + \dots + B_i}.$$

Условное содержание металла в полиметаллической руде

$$c_e = c_1 + c_2 \cdot \frac{\Pi_{o2}}{\Pi_{o1}} + \dots + c_i \cdot \frac{\Pi_{oi}}{\Pi_{o1}}.$$

Балансовая ценность 1 т руды, руб.,

$$\Pi_b = 0,01 \cdot c \cdot \Pi_o.$$

Валовая ценность 1 т руды, руб.,

$$\Pi_e = 0,01 \cdot c \cdot K_k; \Pi_o = 0,01 \cdot a \cdot \Pi_o.$$

Извлекаемая ценность 1 т балансовой руды, руб.,

$$\Pi_{изв} = 0,01 \cdot c \cdot K_k \cdot I_o \cdot I_m; \Pi_o = 0,01 \cdot a \cdot I \cdot \Pi_o.$$

Извлекаемая ценность 1 т концентрата, руб.,

$$\Pi_{изв.к} = \frac{c \cdot K_k \cdot I_o \cdot \Pi_{ок}}{C_k}.$$

Балансовая ценность 1 т полиметаллической руды, приведенная к условному содержанию по металлу, руб.,

$$\Pi_{б.у} = 0,01 \cdot c_y \cdot \Pi_o.$$

Коэффициент потерь руды, доли ед.,

$$n = \frac{\Pi}{B} \text{ или } n = \frac{\Pi}{B} 100, \%; \Pi = 1 - K_n.$$

Коэффициент потерь металла, доли ед.,

$$n = n - \frac{B_e}{B_c}.$$

Коэффициент извлечения руды при разработке, доли ед.,

$$K_{изв} = 1 - n.$$

Коэффициент извлечения металла из недр, доли ед.,

$$K_n = \frac{D_a}{B_c}; \quad K_H = 1 - n.$$

Коэффициент извлечения полезного ископаемого из недр (для неметаллических руд), доли ед.,

$$K_n = \frac{D \cdot \Pi_e}{B \cdot \Pi_c}.$$

Уравнение баланса руды и баланса металла, т,

$$D = B - \Pi + B; \quad D_a = B_c - \Pi_c + B_e.$$

Количество балансовой руды, теряемой при разработке, т,

$$\Pi = B - D \cdot \frac{a - б}{c - в}.$$

Коэффициент качества руды, доли ед.,

$$K_k = \frac{a}{c}; \quad K_k = 1 - p.$$

Содержание металла в рудной массе, %

$$a = c \cdot (1 - p) + p \cdot в \text{ или } a = \frac{B_c(1 - n)}{D}.$$

Разубоживание руды

$$p = \frac{C^2 a}{C}; \quad p = \frac{B}{D}, \text{ доли ед., или } p = \frac{B}{D} \cdot 100, \%.$$

Разубоживание по металлу (снижение содержания металла в рудной массе), доли ед.,

$$p_m = \frac{c-a}{c-\epsilon} = 1 - \frac{a}{c} = 1 - K_{\kappa}.$$

Количество разубоживающих пород, приводящееся на 1 т балансовых запасов, т,

$$x = \frac{p}{1-p}.$$

Коэффициент изменения качества (для неметаллических руд), доли ед.,

$$K_{\kappa} = \frac{\Pi_{\epsilon}}{\Pi_{\sigma}}.$$

Количество рудной массы при добыче, доли ед.,

$$K_{\epsilon} = \frac{1-n}{1-p} = \frac{D}{B}.$$

Количество рудной массы, получаемой при разработке месторождения, т,

$$D = B \cdot \frac{1-n}{1-p}.$$

Количество балансовых запасов, которые обрабатываются при известном коэффициенте потерь и разубоживания, т,

$$B = A \cdot p.$$

Количество разубоживающих пород, получаемых при добыче балансовой руды, т,

$$C_{\sigma} = C_o \cdot \frac{1}{K_{\kappa}} = C_o \cdot \frac{1}{1-p}.$$

Себестоимость добычи и обогащения 1 т балансовой руды, руб.,

$$C_{\partial.н.б} = (C_{\partial} + C_o) \cdot \frac{1}{K_{\kappa}}.$$

Экономический ущерб от потерь 1 т балансовой руды, руб.,

$$\mathcal{E}_n = (\Pi_{изв} - C_{\delta}) + \mathcal{Z}_p .$$

Затраты на геологоразведочные работы, руб.,

$$\mathcal{Z}_p = \Pi_{\delta} \cdot P_2 .$$

Экономический ущерб от потерь балансовой руды в расчете на годовую производительность рудника, руб.,

$$\mathcal{E}_{n.z} = Q_n \cdot \mathcal{E}_n .$$

Количество потерянных балансовых, запасов в расчете на годовую производительность рудника по рудной массе, т,

$$Q = \frac{n \cdot B_2}{100} .$$

Количество извлекаемых запасов в расчете на годовую производительность рудника по рудной массе, т,

$$B_2 = A \cdot \frac{1 - p}{1 - n} .$$

Себестоимость добычи, транспорта и обогащения 1 т рудной массы, руб.,

$$C_{\delta.o} = C_{\delta} + C_{mp} + C_o .$$

Экономический ущерб от разубоживания балансовой руды в расчете на годовую производительность рудника, руб.,

$$\mathcal{E}_2 = C_{\delta.o} \cdot B_2 .$$

Количество разубоживающихся пород в расчете на годовую производительность руднику по рудной массе, руб.,

$$B_2 = A \cdot p .$$

Недополученная прибыль за металл, содержащийся в запасах руды охранном целике B_u , руб.,

$$\Pi_{p.n} = (\Pi_{изв} - C_{\delta}) \cdot B_u .$$

Увеличение амортизационных отчислений от капитальных затрат на строительство рудника в связи с уменьшением извлекаемых балансовых запасов, оставляемых в охранном целике, руб.,

$$d_a = \frac{K}{B \cdot (1 - n)} \cdot B_u.$$

Общий экономический ущерб при остановлении охранного целика, руб.,

$$\mathcal{E}_u = \Pi_{p.n} + d_a.$$

Экономический ущерб при остановлении охранного целика на 1 т извлекаемых балансовых запасов, руб.,

$$\Delta \mathcal{E} = \frac{\mathcal{E}_u}{(B - B_u) \cdot \frac{1 - n}{1 - p}}.$$

Выход рудной массы из 1 т балансовой руды, т,

$$D = B \frac{1 - N}{1 - p}.$$

Выход концентрата из 1 т рудной массы, т,

$$\delta_p = \frac{c \cdot K_k \cdot I_o}{C_k} = \frac{c \cdot (1 - p) \cdot I_o}{C_k} = \frac{a \cdot I_o}{C_k}.$$

Выход рафинированного 100% металла из 1 т концентрата, т,

$$\delta_k = \frac{C_k \cdot I_m}{100}.$$

Выход металла из 1 т руды, т,

$$\delta = \frac{c \cdot K_k \cdot I_o \cdot I_m}{100} = \frac{a \cdot I}{100}.$$

Расход рудной массы для получения 1 т концентрата, т,

$$\delta_R = \frac{1}{\delta} = \frac{C_k}{c \cdot K_k \cdot I_o} = \frac{C_k}{a \cdot I_o}.$$

Расход концентрата для получения 1 т металла, т,

$$\delta_R = \frac{1}{\delta_R} = \frac{100}{C_{\kappa} \cdot I_M}.$$

Общий расход руды при получении 1 т металла, т,

$$\delta = \frac{1}{\delta} = \frac{100}{c \cdot K_{\kappa} \cdot I_o \cdot I_M} = \frac{100}{a \cdot I}.$$

Себестоимость 1 т концентрата, руб.,

$$Q_{\kappa} = (C_{\partial} \cdot C_{mp.p} + C_o) \cdot \frac{C_{\kappa}}{a \cdot I_o} \cdot (C_{\partial} + C_{mp.p} + C_o).$$

Себестоимость 1 т металла, руб.,

$$\begin{aligned} Q_M &= \partial \cdot (C_{\partial} \cdot C_{mp.p} + C_o) \cdot d + (C_{mp.p} + C_{M.n}) = \\ &= \frac{100}{a \cdot I} \cdot (C_{\partial} \cdot C_{mp.p} + C_o) + \frac{C_{\kappa}}{C_{\kappa} \cdot I_M} \cdot (C_{mp.p} + C_{M.n}). \end{aligned}$$

В случае если руда поступает на металлургический завод, минуя стадию обогащения, себестоимость 1 т металла, руб.,

$$Q_M^n = \partial \cdot (C_{\partial} \cdot C_{mp.p} + C_o).$$

Годовая производительность обогатительной фабрики, млн. т.,

$$A_o = \delta_p \cdot A.$$

Годовая производительность металлургического завода (цеха), млн.т.,

$$A_o = \delta \cdot A.$$

Прибыль от производства 1 т концентрата, руб.

$$\Pi_{p.\kappa} = \Pi_{o.\kappa} - Q_{\kappa}.$$

Рентабельность производства концентрата, %,

$$P_{\kappa} = \frac{\Pi_{p.\kappa}}{Q_{\kappa}} \cdot 100.$$

Прибыль от производства 1 т металла, руб.,

$$П_{p.к} = Ц_o - Q_m.$$

Рентабельность производства металла, %,

$$P_m = \frac{П_{p.к}}{Q_m} \cdot 100.$$

Себестоимость добычи и переработки 1 т руды до получения концентрата, руб.,

$$C_k = C_\partial + C_{mp.p} + C_o.$$

Себестоимость добычи и переработки 1 т руды до получения металла, руб.,

$$\begin{aligned} C_m &= C_\partial + C_{mp.p} + C_o + \delta_p \cdot (C_{mp.p} + C_{m.n}) = \\ &= C_\partial + C_{mp.p} + C_o + \frac{a \cdot I_o}{C_k} \cdot (C_{mp.p} + C_{m.n}). \end{aligned}$$

В случае если руда поступает на металлургический завод, минуя стадию обогащения, себестоимость добычи и переработки 1 т руды до получения металла, руб.,

$$C_m = C_\partial + C_{mp} + C_{m.n}.$$

Прибыль от 1 т руды, руб.,

$$П'_{p.p} = Ц_\epsilon - C_\partial.$$

Прибыль концентрата, полученного из 1 т руды, руб.,

$$П'_{p.p} = Ц_\epsilon - C_\partial = \frac{c \cdot K_k \cdot I_o \cdot I_m}{C_k} - (C_\partial + C_{mp.p} + C_o).$$

Прибыль от металла, полученная из 1 т руды, руб.,

$$\begin{aligned} П'_{p.p} &= Ц_\epsilon - C_\partial = 0,01 \cdot c \cdot K_k \cdot I_o \cdot I_m - \\ &- \left[(C_\partial + C_{mp.p} + C_o) + \frac{a \cdot I_o}{C_k} \cdot (C_{mp.p} + C_{m.n}) \right]. \end{aligned}$$

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ломоносов, Г.Г. Производственные процессы подземной разработки рудных месторождений [Текст]: учебник / Г.Г. Ломоносов. – 2-е изд., стер. – М.: Горная книга, 2013. – 517 с.

2. Каплунов, Д.Р. Комбинированная разработка рудных месторождений [Текст]: учеб. пособие / Д.Р. Каплунов, М.В. Рыльникова. – М.: Горная книга, 2012. – 344 с.

3. Пучков, Л.А. Подземная разработка месторождений полезных ископаемых [Текст]: учеб. пособие. В 2-х т. Т. 2 / Л.А. Пучков, Ю.А. Жежелевский. – М.: Горная книга, 2013. – 720 с.

4. Лазченко, К.Н. Геотехнологические способы разработки месторождений полезных ископаемых [Текст]: учеб. пособие / К.Н. Лазченко, Б.Д. Терентьев. – 3-е изд. – М.: Изд-во МГГУ, 2007. – 75 с.

5. Казикаев, Д.М. Геомеханика подземной разработки руд [Текст]: учеб. пособие / Д.М. Казикаев. – 2-е изд., стер. – М.: Изд-во МГГУ, 2009. – 542 с.

6. Склянов, В.И. Технология и техника геологоразведочных работ при разработке месторождений твердых полезных ископаемых [Текст]: учеб. пособие / В.И. Склянов, Л.К. Мирошникова; Норильский гос. индустр. ин-т. – Норильск: НГИИ, 2017. – 116 с.

7. Казикаев, Д.М. Практический курс геомеханики подземной и комбинированной разработки руд [Текст]: учеб. пособие / Д.М. Казикаев, Г.В. Савич. – М.: Горная книга, 2012. – 224 с.

8. Надретт, А.Дж. Магматические сульфидные месторождения медно-никелевых и платинометаллических руд [Текст] / А.Дж. Надретт; [пер. с англ.]. – СПб.: СПбГУ, 2003.

9. Подземная разработка пластовых месторождений. Теоретические и методические основы проведения практических занятий [Текст]: учеб. пособие / О.В. Михеев, В.Г. Виткалов, Г.И. Козовой, В.А. Атрушкевич. – 2-е изд., перераб. и доп.; под ред. Л.А. Пучкова. – М.: Изд-во МГГУ, 2001. – 487 с.

10. Ялтанец, И.М. Практикум по открытым горным работам [Текст]: учеб. пособие / И.М. Ялтанец, М.И. Щадов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГГУ, 2003. – 429 с.

11. Городниченко, В.И. Основы горного дела [Текст]: учебник / В.И. Городниченко, А.П. Дмитриев. – М.: Горная книга; МГГУ, 2008. – 464 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Горнотехническая и экономическая характеристика месторождений полезных ископаемых.....	3
Вскрытие и подготовка месторождений полезных ископаемых.....	12
Приложения.....	31
Библиографический список.....	41

Редактор Т.В. Телелева

Темплан ФГБОУВО «НГИИ» 2018 г. Подписано в печать 11.12.2018.
Формат 60x84 1/16. Бум. для копир.-мн.ап. Гарнитура *Bookman Old Style*.
Печать плоская. Усл.п.л. 2,8. Уч.-изд.л. 2,8. Тираж 30 экз. Заказ 24.

Редакционно-издательский отдел ФГБОУВО «НГИИ»
663310, Норильск, ул. 50 лет Октября, 7. E-mail: rio_ngii@norvuz.ru

Отпечатано с готового оригинал-макета в отделе ТСОиП ФГБОУВО «НГИИ»