

УДК 622.935

В.А. Еременко**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГЕОТЕХНОЛОГИИ
ОСВОЕНИЯ РУДНЫХ ЗАПАСОВ В НАПРЯЖЕННЫХ
ГОРНЫХ МАССИВАХ**

Семинар № 2

На протяжении нескольких десятилетий разрабатывается Абаканское железорудное месторождение. Месторождение расположено на северных отрогах Западного Саяна в Хакасии. Рудные тела удлинены в северо-восточном направлении (рис. 1). Длина рудных тел около 1000 м, мощность от 30-50 до 140 м, падение крутое, 85-90°.

Длина третьего рудного тела 340 м, мощность колеблется от 20 до 70 м. Падение крутое, 85-90°. Основные породы с северо-западной стороны — агломератовые туфы, с юго-восточной — песчано-глинистые сланцы. Тектонические нарушения представлены трещинами и зонами дробления. Следует отметить, что месторождения разрабатываются в районах крупных тектонических блоков и региональных разломов. Отработка мощных рудных тел производится на ряде участков на больших глубинах от земной поверхности.

Абаканское месторождение вскрыто четырьмя стволами: воздухопадающим, клетьевым и скипо-клетьевыми на глубину около 1000 м. Очистные работы достигли глубины 400-600 м, горно-капитальные — 1100 м; добывается более 2 млн т руды в год (рис. 2).

С понижением горных работ возникли условия образования динамических явлений в шахте в связи с ростом горного давления. Средние зна-

чения сжимающих напряжений с увеличением глубины очистных работ возрастают от -50 до -74,8 МПа, что свидетельствует о потенциальной удароопасности горных работ.

Для повышения эффективности и безопасности горных работ в этих условиях разработаны рациональные параметры геотехнологии освоения рудных запасов месторождения. Предварительно определены устойчивые предельные размеры обнажённых плоскостей в рудном массиве методом допустимых эквивалентных пролётов. Исходя из основанных геологических и геомеханических условий месторождения при отработке горизонтов с - 95 до - 800 м предельно-устойчивые параметры эквивалентных пролётов определены в табл. 1.

На рис. 3 представлен вариант системы разработки с выпуском руды высотой слоя 105 м, который предусматривает отбойку руды пучками сближенных скважин диаметром 165 мм, нисходящего и восходящего направления с компенсационными вертикальными камерами; с коэффициентами компенсации над выпускными воронками в пределах 1,22-1,25, а выше — 1,15-1,17. Обрушение запасов целика производится двумя способами: на зажатую среду, или с образованием разрезной щели; на компенсационные камеры с бурением веером скважин (табл. 2).

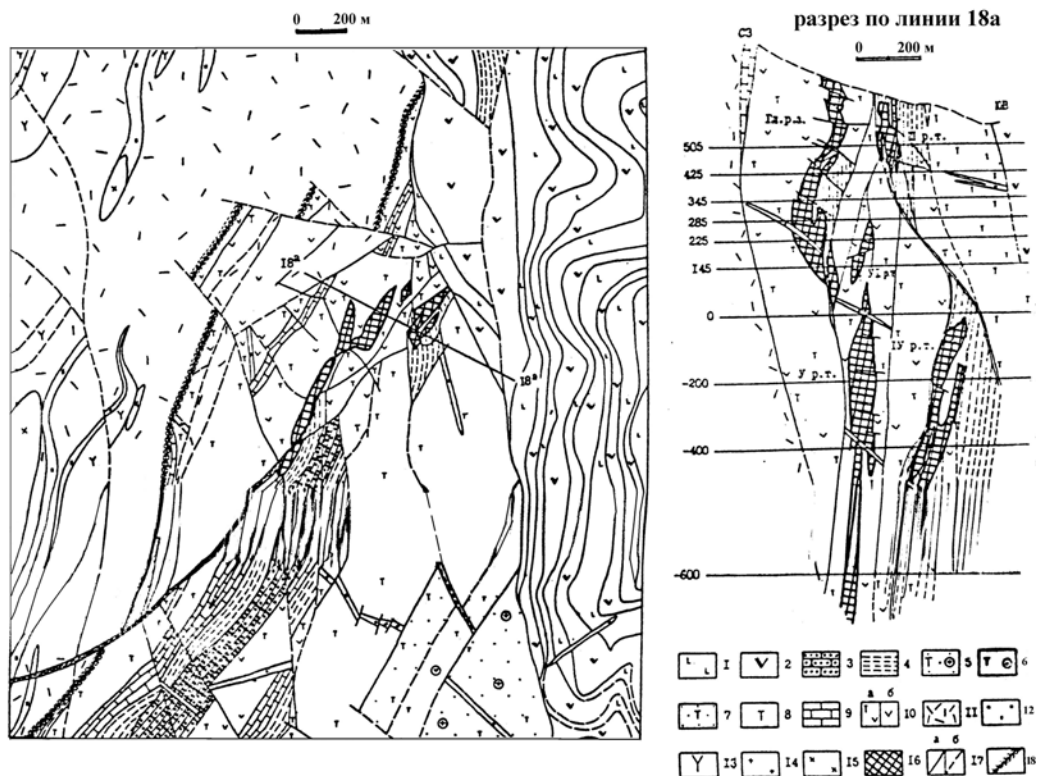


Рис. 1. Геологический план поверхности и разрез по разведочной линии 18а Абаканского месторождения (по Левертову А. В.): 1 – эффузивы кислого состава – липарит-дацитовые и липаритовые порфиры, 2 – базальтовые и андезито-базальтовые лабрадоровые порфириты, 3 – ордовик-силурийские конгломераты, гравелиты с прослоями песчаников и алевролитов, 4-7 – среднекембрийская арбатская серия: 4 – курченская свита (4 – алевролиты и песчаники с прослоями конгломератов и линзами известняков, 5 – туфоконгломераты и гранитоподобные туфопесчаники), 6, 7 – чеханская свита (6 – лапиллиево-бомбовые туфы, 7 – мраморизованные туфопесчаники, песчаники, алевролиты); 8-10 – нижнекембрийская верхнемонокская свита (8 – конгломераты с прослоями туфопесчаников и линзами известняков, 9 – известняки с прослоями мергелей, алевролитов и песчаников), 10 – а) агломератовые туфы, б) порфириты андезито-базальтового состава; 11-13 – нижнекембрийско-нижнемонокская свита (11 – кератофиры, кварцевые кератофиры, 12 – лидит-яшмы и туфы, 13 – спилиты); 14 – плагиограниты Абазинской интрузии, 15 – пироксеновые диориты и габбродиориты кенийской интрузии

Выпуск руды осуществляется ВДПУ-4ТМ с использованием полусеченного типа воронок. Для проходки буровых выработок на горизонтах предусматриваются самоходные буровые и погрузочно-доставочные машины «Миниматик», ПДМ типа ST-5 или TORO-350(450). Для проходки выработок основного горизон-

та используются отечественные буровые каретки БУР-2 с погрузочными машинами ППН-3А. Для бурения взрывных скважин диаметром 165 мм применяются самоходные буровые станки типа СММ-2. Транспортирование руды из блока до дробильных комплексов ведется электровозами типа К-14М в глухих вагонах ВГ-9,5 с

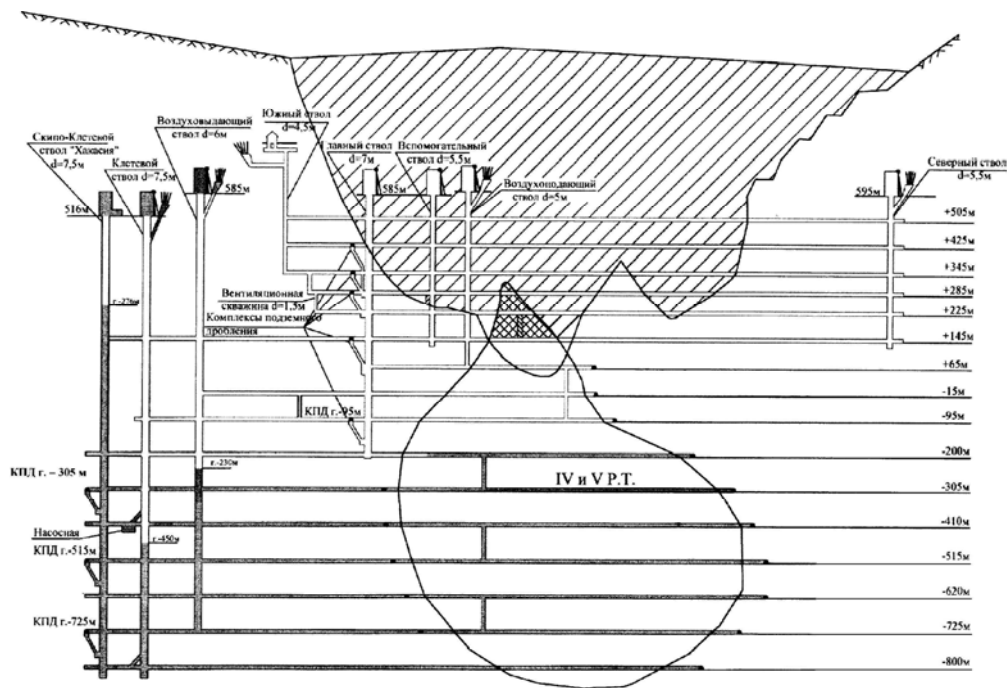


Рис. 2. Схема отработки Абаканского месторождения

наличием рудоспусков над комплексами дробления в районе скипового ствола, либо в районе очистных работ на концентрационных горизонтах.

На рис. 4 (табл. 2) представлен вариант системы этажного принудительного обрушения с высотой слоя отбитой руды 105 м и ее доставкой самоходными машинами типа ST-8 или TORO-500С из блока до участковых рудоспусков, под которыми оборудуются участковые дробилки, руда из которых направляется на транспортные ленточные конвейеры до бункер-дозатора у ствола скипового подъема. Выпуск руды ведется на почву погрузочной камеры из выпускных полуусеченных воронок.

На рис. 5 представлена схема отработки с подэтажным обрушением и с фронтально-торцевым выпуском и доставкой руды погрузочно-доставочными

установками. Особенность системы разработок заключается в возможности проветривания погрузочно-доставочных забоев с самоходными машинами сквозным проветриванием через вентиляционные выработки за счет общешахтной депрессии. При системе поэтажного обрушения оборудуется специальный наклонный съезд под углом 16-18° между отдельными подэтажами и в целом между концентрационными горизонтами. Отбойка руды ведется слоями толщиной 5-7,5 м с их разбуриванием веерами восходящих скважин глубиной до 40 м. Бурение скважин диаметром 90 мм производится станками Соло-Г606ГА и Соло-Г808Р. Транспортировка руды из фронтально-торцевого забоя ведется ST-8 или TORO-500С до участковых рудоспусков, под которыми устанавливается участковая дробилка и далее направляется до

250 Таблица 1
Предельно устойчивые параметры эквивалентных пролётов рудного массива

Показатели	Глубина горизонтов						
	-95 ÷ -200 м	-200 ÷ -305 м	-305 ÷ -410 м	-410 ÷ -515 м	-515 ÷ -620 м	-620 ÷ -725 м	-725 ÷ -800 м
Средняя глубина горизонтов от дневной поверхности, м	795	900	1005	1110	1215	1320	1410
Средний размер коэффициента структурной трещиноватости, дол. ед.	0,45	0,4	0,4	0,35	0,35	0,3	0,3
Предельно-устойчивые эквивалентные пролёты, м:							
а) горизонтальные	7,12	6,31	6,0	5,3	5,1	4,5	4,36
б) вертикальные по простиранию	21,7	19,2	18,2	16,2	15,5	13,8	13,3
в) вертикальные вкрест простирания	18,0	16,0	15,1	13,5	12,9	11,4	11,0

Таблица 2
Основные параметры геотехнологии

Основные данные по системе разработки	Число выработок, шт.	Общая длина, м	Сечение, м ²	Объем, м ³	
				всего	в т.ч. руда
1	2	3	4	5	6
I. Схема вскрытия и подготовки месторождения, параметры геотехнологии	система (рис. 3)				
1. Параметры обрабатываемого блока в системе, м					
а) высота между горизонтами выпуска руды	105				
б) ширина по простиранию	36				
в) длина вкрест простирания	70 (по мощности р.т.)				
2. Высота между дробильными комплексами, м	315				
3. Количество запасов балансовых руд в блоке, т.м ³ /т.т.	264,6/1005,5				
4. Подготовительно-нарезных выработок (ПНВ) в блоке, всего	96	1518	8,12	12320	9530
в т.ч. 4.1. Подготовительных выработок, всего	6	291	10,3	2996	1176
а) откаточный штрек	1	36	11,2	403	—
б) откаточный орт	1,5	165	11,2	1848	1176
в) полевой соединительный штрек	1	36	11,2	403	—

г) вентиляционный штрек	1	36	8,4	302	—
д) вентиляционные сбойки	1,5	18	2,25	40	—
в т.ч. 4.2. Нарезных выработок, всего	90	1227	7,6	9324	8354
а) камеры ВДПУ	18	117	4,4	515	515
б) бункеры под дучки	18	36	3,68	133	133
в) дучки	18	108	3,24	350	350
г) буровые выработки горизонта (рис. 8II)	14	351	9,5	3335	3335
д) соединительно-ходовой штрек	1	36	9,5	342	—
е) соединительно-ходовой орт	1	15	9,5	143	—
ж) буровые выработки горизонта (рис. 8III)	16	358	9,5	3401	3401
з) соединительно-ходовой штрек	1	36	9,5	342	—
и) соединительно-ходовой орт	1	15	9,5	143	—
к) отрезные гезенки	2	155	4,0	620	620
5. Удельный расход ПНВ на 1000 т балансовых руд, м ³	1,51/12,26				
в т.ч. — подготовительных	0,29/3,0				
— нарезных	1,22/9,26				
6. Доля выемки руды из блока ПНВ, %	3,6				
7. Средняя производительность ПНВ по блоку, м ³ /смену	7,45				
II. Схема вскрытия и подготовки месторождения, вариант системы разработки	система рис. 4				
1. Параметры обрабатываемого блока в системе, м					
а) высота между горизонтами выпуска руды	105				
б) ширина по простиранию	32				
в) длина вкрест простирания	70				
2. Высота между дробильными комплексами (дробилками), м	315				
3. Количество балансовых руд в блоке, т.м ³ /т.т.	235,2/893,8				
4. Подготовительно-нарезных выработок (ПНВ) в блоке, всего	61	1321	9,04	11940	9384
в т.ч. 4.1. Подготовительных, всего	5	218	11,74	2559	896
а) доставочно-транспортный штрек	1	32	12,8	410	—
б) погрузочно-доставочный орт	1	110	12,8	1408	896
в) соединительный штрек	1	32	12,8	410	—
г) вентиляционный штрек	1	32	9,5	304	—
д) вентиляционные сбойки	1	12	2,25	27	—
в т.ч. 4.2. Нарезных, всего	56	1103	8,5	9381	8488

1	2	3	4	5	6
а) погрузочные камеры	10	90	12,8	1152	1152
б) засечки под дучки	10	20	8,0	160	160
в) дучки	10	90	3,2	288	288
г) буровые выработки горизонтов II-II	20	664	9,5	6308	6308
д) соединительные полевые штреки на буровых горизонтах	2	64	9,5	608	—
е) соединительные орты на буровых горизонтах	2	30	9,5	285	—
ж) отрезные гезенки	2	145	4,0	580	580
5. Удельный расход ПНВ на 1000 т балансовых руд, м ³	1,48/13,36				
в т.ч. — подготовительных	0,24/2,87				
— нарезных	1,24/10,49				
6. Доля выемки руды из блока ПНВ, %	4,0				
7. Средняя производительность ПНВ по блоку, м ³ /смену	8,26				
III. Схема вскрытия и подготовки месторождения, вариант системы разработки	система рис. 5				
1. Параметры обрабатываемого блока в системе, м					
а) высота между горизонтами выпуска руды	35				
б) ширина по простиранию	32				
в) длина вкрест простирания	70				
2. Высота между дробильными комплексами (дробилками), м	315				
3. Количество балансовых руд в блоке, т.м ³ /т.г.	78,4/298				
4. Подготовительно-нарезных выработок (ПНВ) в блоке, всего	14,5	413	10,27	4241	2643
в т.ч. 4.1. Подготовительных, всего	1,5	48	11,7	562	—
а) доставочно-транспортный штрек	1	32	12,8	410	—
б) сборный вентиляционный штрек	0,5	16	9,5	152	—
в т.ч. 4.2. Нарезных, всего	13	365	10,1	3679	2643
а) погрузочно-доставочные орты	2	190	12,8	2432	1690
б) соединительно-разрезной штрек	1	32	10,2	326	326
в) вентиляционный орт	1	95	8,4	798	555
г) вертикальная вентиляционная сбойка	1	16	3,2	51	—
д) горизонтальные вентиляционные сбойки	8	32	2,25	72	72

5. Удельный расход ПНВ на 1000 т балансовых руд, м ³	1,39/14,23				
в т.ч. — подготовительных	0,16/1,89				
— нарезных	1,23/12,34				
6. Доля выемки руды из блока ПНВ, %	3,37				
7. Средняя производительность ПНВ по блоку, м ³ /смену	8,6				
IV. Схема вскрытия и подготовки месторождения, конструкция системы разработки	система рис. 6				
1. Параметры обрабатываемого блока в системе, м					
а) высота между горизонтами выпуска руды	35				
б) ширина по простиранию	30				
в) длина вкрест простирания	70				
2. Высота между дробильными комплексами (дробилками), м	315				
3. Количество балансовых руд в блоке, т.м ³ /т.г.	73,5/279,3				
4. Подготовительно-нарезных выработок (ПНВ) в блоке, всего	22	544	9,89	5377	3883
в т.ч. 4.1. Подготовительных, всего	3	70	12,33	863	—
а) доставочно-транспортный штрек	1	30	12,8	384	—
б) соединительно-вентиляционный штрек	1	30	12,8	384	—
в) закладочный штрек	1	10	9,5	95	—
в т.ч. 4.2. Нарезных, всего	19	474	9,53	4514	3883
а) погрузочно-доставочные орты	1	100	12,8	1280	896
б) соединительно-разрезной штрек	2	140	9,5	1330	1330
в) вентиляционный орт	10	90	12,8	1152	1152
г) вертикальная вентиляционная сбойка	2	32	9,5	304	57
д) горизонтальные вентиляционные сбойки	4	112	4	448	448
5. Удельный расход ПНВ на 1000 т балансовых руд, м/м ³	1,95/19,3				
в т.ч. — подготовительных	0,25/3,09				
— нарезных	1,70/16,21				
6. Доля выемки руды из блока ПНВ, %	5,29				
7. Средняя производительность ПНВ по блоку, м ³ /смену	8,2				

Таблица 3

Качественные и количественные показатели

Показатели	Рис. 3	Рис. 4	Рис. 5	Рис. 6
1. Запасы руды в блоке, всего, тыс. т	1005,5	893,8	298,0	279,3
в т.ч. а) ПНВ и выпускные воронки	58,1	42,9	10,1	14,8
б) разрезные и компенсационные щели (камеры)	63,1	86,4	13,7	28,0
в) массовое обрушение панелей (целиков, слоев)	884,3	764,5	274,2	236,5
2. Высота выпускаемого слоя руды после массового обрушения, м	105	105	35	35
3. Количество балансовой руды в контурах блока, всего, тыс. т	878,8	781,2	260,4	244,1
4. Величина потерь балансовых руд при отработке блока, всего, %	13,3	13,0	9,4	4,8
в т.ч. а) проведение ПНВ и образование выпускных воронок	1	1	1	1
б) отбойка и выпуск руды из разрезных и компенсационных щелей	2	2	7,5	5,0
в) отбойка и выпуск руды из массового обрушения панелей	14,9	14,9	9,8	5,0
5. Величина разубоживания руды по блоку, всего, % (без внутриконтурных пород)	12,35	12,07	10,5	6,22
в т.ч. а) ПНВ и выпускные воронки	1,5	1,5	1,5	1,5
б) разрезные и компенсационные щели (камеры)	2,0	2,0	10,8	4,6
в) массовое обрушение панелей (целиков, слоев)	13,8	13,8	10,8	6,7
6. Разубоживание балансовой руды за счет включения внутриконтурных пород, %	12,62	12,62	12,62	12,62
7. Полное разубоживание балансовой руды при отработке блока, % в т.ч. изменение от минимума (-10%) до максимума (+15%)	24,97	24,69	23,12	18,84
8. Содержание железа в добытой руде из блока, %	22,47-28,72	22,22-28,4	20,8-26,6	16,96-21,67
9. Количество добываемой руды из блока, тыс. т	32,98	33,07	33,58	34,97
а) сырой руды	1015,5	902,4	306,9	286,3
б) товарной руды с содержанием железа 45% (в хвостах обогащения — 12%)	645,6	576,1	200,7	199,3

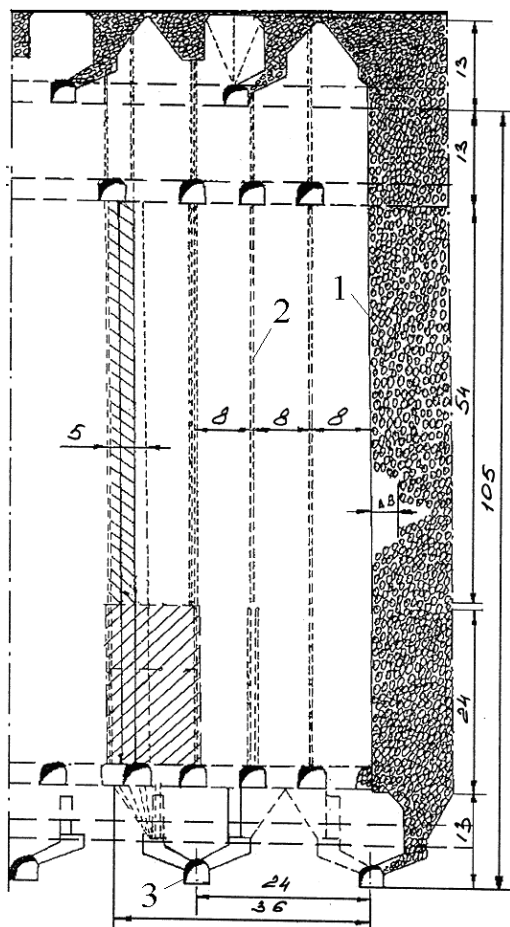


Рис. 3. Вариант системы этажного принудительного обрушения с высотой этажа 105 м: 5-105 — размеры, м; 1 — зажатая среда, 2 — пучки сближенных скважин; 3 — орт

бункера-дозатора скипового ствола ленточными конвейерами, или под рудоспуском устанавливается вибрационная установка ВДПУ-4ТМ, с помощью которой руду грузят в вагоны ВГ-9,5. От рудоспуска руда транспортируется электровозами до комплекса подземного дробления у ствола скипового подъема.

На рис. 6 представлена камерно-целиковая система разработки с

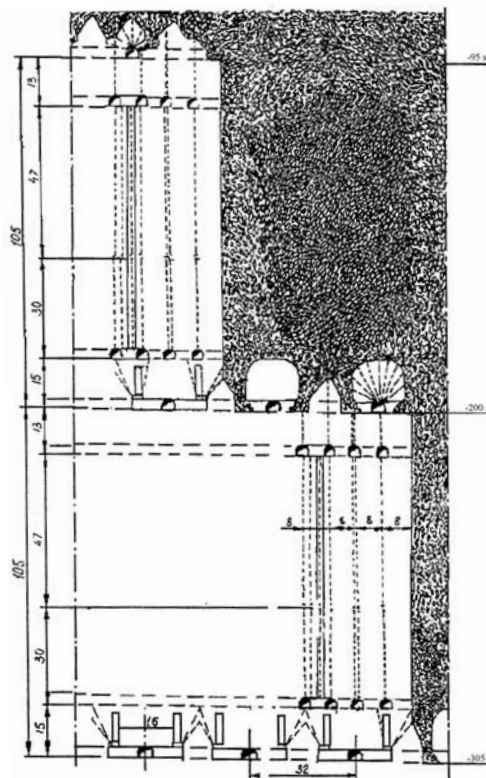


Рис. 4. Вариант системы этажного принудительного обрушения с высотой этажа 105 м и выпуском, доставкой руды ПДМ до рудоспусков с участковыми дробилками

твердеющей закладкой. Данная технология обуславливает возможность отработки запасов месторождения с сохранением дневной поверхности, а также использовать действующие основные промышленные объекты на промплощадке.

Камерно-целиковая система разработки запасов месторождения по схеме на рис. 4 осуществляется с соответствующей очередностью отработки камер высотой по 35 м, из которых выпуск и доставку руды производят ПДМ до централизованных рудоспусков, расположенных между концентрационными горизонтами

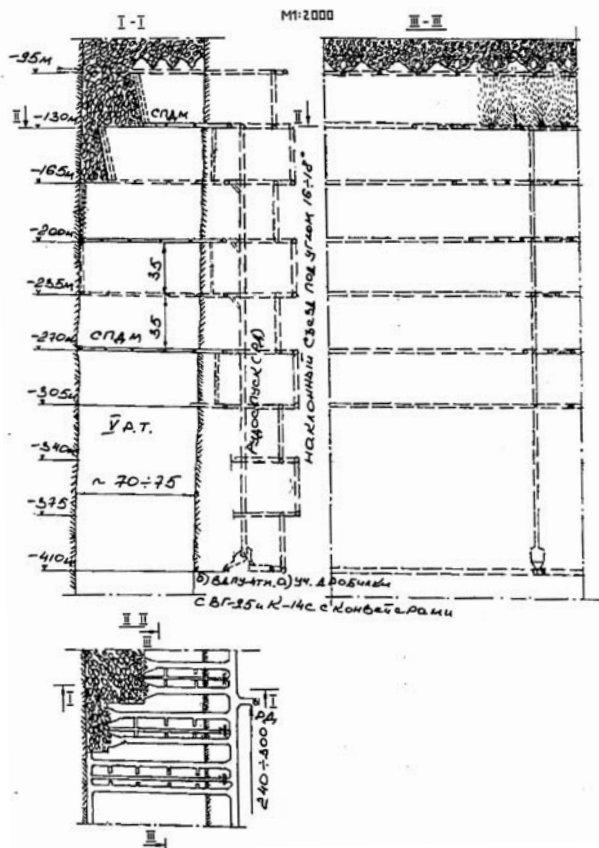


Рис. 5. Вариант системы подэтажного обрушения с фронтально-торцевым выпуском самоходными ПДМ.V р.т. — рудное тело

(высотой 315 м). Для соединения горизонтов выпуска и доставки руды проходит наклонный спиральный съезд под углом 16-18°. Отбойка руды в камерах производится восходящими веерными скважинами диаметром 90 мм, которые бурятся станками Соло-Г808РА.

Закладочный материал поступает в камеры с дневной поверхности по металлическим трубам, диаметр которых определяется объемом работ и скоростью поступления закладочного материала. В составе закладочного материала используется дешевое сырье, находящееся в районе действующего

рудника на небольшом расстоянии. Руда из приемного рудоспуска поступает в участковую дробилку и далее на ленточный конвейер до бункера-дозатора скипового ствола.

Бурение скважин диаметром 165 мм осуществляется СММ-2, а скважин диаметром 65 мм — перфораторами ПТ-48. Для отбойки руды по схемам, представленным на рис. 5 и 6, бурение скважин производится станками типа Соло-Г606ГА или Соло-808ГА. Средняя производительность по бурению скважин диаметром 165 мм станками СММ-2 составляет 28 м/смену, при диаметре скважин 65 мм - перфоратором ПТ-48 - 28 м/смену, а станками Соло-Г606ГА — 56 м/смену (при диаметре скважин 90 мм). Приняты следующие исходные данные по Абаканскому месторождению (гор. -95 м до -800 м) для определения потерь и разубоживания: содержание железа в балансовой руде — 41,1%; содержание железа во вмещающих породах — 8,6%; процент примешивания вмещающих пород внутри контура блока — 12,6%.

С учетом потерь и разубоживания руды, а также включения вмещающих пород установлено, что при проходке ПНВ и выпускных воронок потери составят 1%, а разубоживание - 1,5%; потери при отбойке и выпуске руды из разрезных и компенсационных шелей при обрушении налегающих пород — 2%, разубоживание — 2%; потери при системе подэтажного обрушения с торцевым выпуском руды —

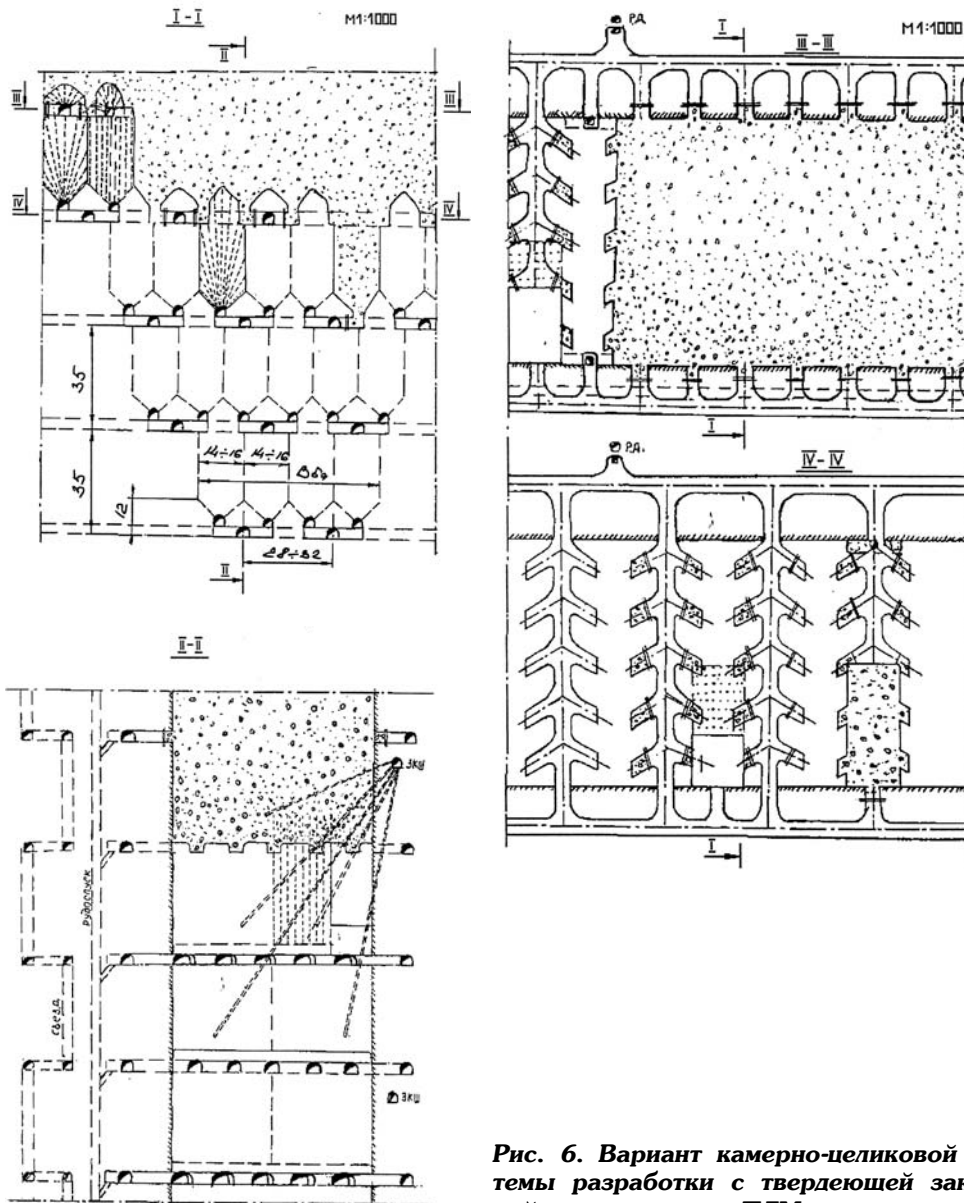


Рис. 6. Вариант камерно-целикowej системы разработки с твердеющей закладкой с самоходными ПДМ

7,5%, разубоживание — 10,8%; потери при системе с твердеющей закладкой — 5%, разубоживание — 4,6% (в основном за счет твердеющей закладки); потери и разубоживание по отбойке и выпуску руды с массовым обрушением панелей (целикв)

зависят от высоты выпускаемого слоя с учетом вариантов системы разработки.

Снижению потерь и разубоживанию способствует выпуск большой высоты отбиваемого слоя руды при системе этажного принудительного

обрушения. При высоте выпускаемого слоя руды 105 м в сравнении с высотой 60-70 м потери руды снижаются 0,6-0,7%, на 10 м высоты слоя - разубоживание 0,2-0,25%, а при высоте 105÷315 м потери руды уменьшаются в пределах 0,05-0,07%, а разубоживание — 0,06-0,08% на 10 м высоты слоя.

Улучшение качественных и количественных показателей выпуска руды в вариантах систем разработки достигается за счет соблюдения плановых параметров выпуска. Основные параметры плановых параметров выпуска руды следующие: минимальная толщина выпускаемого слоя руды по простиранию отработки принимается 30-35% высоты отбиваемого слоя, контакт отбитой руды с налегающими породами вкост простирания по одному ряду выпускных отверстий сохраняется равномерным, а по простиранию между рядами выпускных отверстий ступенчатый с вы-

сотой ступени, равной размеру между рядами выпускных отверстий. Дозы руды по выпускным отверстиям равномерная, а в начальной стадии частичного выпуска руды после отбойки в зажатой среде дозы определяются с учетом плотности отбитой руды на зажатую среду, при этом зажатая среда представлена рудной массой толщиной не менее размера между выпускными отверстиями. Качественные и количественные показатели выпуска руды по схемам представлены в табл. 3.

Таким образом, на Абаканском месторождении отработка рудных тел предусматривается с применением самоходной техники при системах с массовым обрушением и камерно-целиковой с твердеющей закладкой. Доказано, что при отработке месторождения эффективной является система разработки этажного принудительного обрушения с увеличенной высотой этажей. **ГИАС**

Коротко об авторе

Еременко В.А. – кандидат технических наук, старший научный сотрудник ИГД СО РАН;

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 2 симпозиума «Неделя горняка-2008». Рецензент д-р техн. наук, проф. *В.Л. Шкуратник*.

