Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. LVIII, вып. 1, 1969 г.

О ПРИЧИНАХ ПОТЕРЬ ОТБИТОЙ РУДЫ НА АПАТИТОВОМ РУДНИКЕ

Ю. Н. Николаев, В. В. Щипачев

Хибиногорское месторождение апатитово-нефелиновых руд, разрабатываемое Юкспорским рудником, представляет собой весьма мощную (от 100 до 240 *м*) залежь с углом падения 25—45°. Около 40% запасов месторождения сосредоточено в непосредственной близи от дневной поверхности в труднодоступных местах по склонам горы Юкспор.

Примеров подземной отработки нагорных участков мощных рудных месторождений в условиях сурового климата сравнительно мало. Поэтому вопросы, связанные с особенностями технологии разработки таких месторождений, еще недостаточно изучены. Главные трудности, возникающие при выемке нагорных блоков, связаны с большими потерями полезного ископаемого и высокой трудоемкостью выпуска руды из обрушенных блоков. Причинами потерь отбитой руды служат выбросы ее за пределы контуров отработки, преждевременное разрушение днищ блоков и смерзание руды в магазинах.

Экономический ущерб от эксплуатационных потерь на руднике значителен. Например, по горизонту +740 *м* убытки составляют около 2 млн. руб., себестоимость добытой руды по горизонту в результате этого возрасла на 14—15%. Объем подземных эксплуатационных работ рудника к 1970 г. должен увеличиться в 1,6 раза, что составит 5,5 млн. *т* руды в год. При таких размерах добычи, естественно, будет стоять вопрос о максимальном использовании запасов апатитового месторождения.

При системе этажно-принудительного обрушения, которой отрабатываются все запасы на рассматриваемом руднике, 39,3% общих эксплуатационных потерь составляют потери от смерзания руды и 33,6% от преждевременного разрушения выработок днищ блоков (табл. 1).

Таблица 1

Эксплуатационные потери руды по отработанным блокам, % от общих потерь

Блок, горизонт, *м*	Эксплуатационные потери			
	выброс руды за контуры отработки	на безвороночном пространстве	преждевременное разрушение днищ	смерзание руды
1/3, +410	9,4	29,1	14,1	47,4
8/9, +670	—	58,0	42,0	—
9/10, +740	11,3	25,2	28,0	35,5
11/12, +740	8,6	14,6	66,0	10,8
12/14, +740	8,5	15,2	25,1	51,2
14/15, +740	6,0	18,1	30,4	45,5
В среднем по руднику	7,6	19,5	33,6	39,3

В соответствии с принятой технологией очистные блоки шириной 72—80 *м* располагаются длинной стороной вкрест простирания рудного тела. Высота блока определяется рельефом местности и конфигурацией рудного тела и в отдельных случаях в пределах одного блока изменяется от 20 до 100 *м*. При отработке блок условно делится на ленты, которые располагаются по простиранию. Длина их составляет 72—80 *м*, ширина 28—35 *м*, т. е. ограничивается сферой действия 4—5 рядов выпускных воронок. Ленты, как правило, извлекаются секциями последовательно от лежачего бока к висячему. В одном блоке допускается одновременная выемка двух-трех смежных лент с опережением работ на 30—40 *м* в каждой ленте.

Как показывают исследования, потери полезного ископаемого во многом зависят от организации отбойки и выпуска руды.

Для сокращения сроков подготовки блока к очистной выемке отбойку лент обычно начинают со стороны ранее отработанного блока (рис. 1). При этом в первоначальный период от-

бойки лент свыше 50% обрушенной массовыми взрывами руды отбрасывается за пределы контуров отработки. Свежеотбитая руда часто ложится на слой смерзшейся, списанной по отработанному блоку в потери.

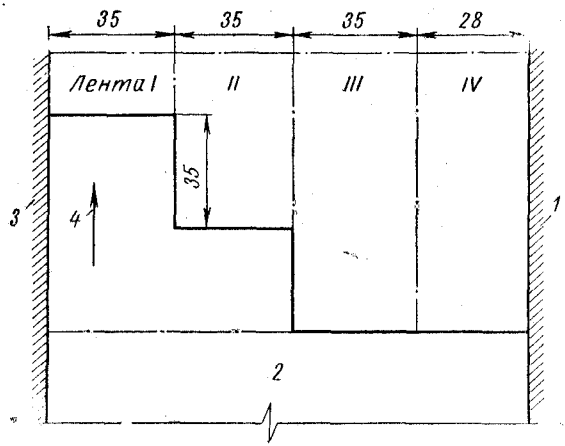


Рис. 1. Схема порядка выемки очистного блока:
1 — висячий бок; *2* — отработанный блок; *3* — лежачий бок; *4* — направление выемки ленты

Массовый выпуск руды начинают сразу же после отбойки одной-двух секций ленты, в результате чего магазинированных запасов вначале не создается. При отсутствии откоса руды со стороны плоскости отбойки и при большой высоте блока отбитая руда за счет разброса от взрывов постепенно рассредотачивается на большой площади днища в виде слоя толщиной 20—30 *м*. Опережение объема отбойки по сравнению с выпуском со временем создает значительные запасы руды в магазинах (табл. 2).

Снижению концентрации работ также способствует неравномерность выпуска руды из отдельных выпускных отверстий.

При отбойке на свободное пространство массив руды разрушается по трещинам, образуя большой выход негабаритного материала. Кроме того, при отработке нагорных блоков проис-

ходят самообрушения обнаженного массива*. Крупноглыбовый материал, поступающий в дучки, часто вызывает длительные перерывы в их работе, а взрывание негабаритных кусков руды с применением иногда больших зарядов ВВ разрушает выпускные выработки.

Таблица 2

Переходящие запасы руды по действующим блокам по состоянию на 1/I 1968 г.

Блок, горизонт, *м*	Продолжительность работы, годы	Средняя высота блока, *м*	Число действующих выпускных отверстий	Площадь, покрытая рудой, $м^2$	Запасы отбитой руды, тыс. *т*
16/17, +670	3	70	30	1600	184
10/12, +670	4	40	100	5600	350
3/4, +410	4	125	80	4500	480

Для оценки интенсивности выпуска использовался показатель частоты работы выпускных отверстий. Анализ отчетных данных по отработанным блокам 8/9 и 11/12 показал (рис. 2), что наиболее высокая среднемесячная частота выпуска, т. е. наибольшая концентрация работ, наблюдается в начальный период отработки, по истечении 5—6 лет показатель частоты выпуска снижается почти в 4,5 раза. Это указывает на чрезвычайно широкий фронт очистных работ, их разбросанность, низкую концентрацию и крайне высокую неравномерность выпуска руды по площади магазина.

Температурные съемки обрушенной руды и массива горных пород показали, что первоначальная температура руды в магазине зимой во многом определяется температурой массива, который подлежит отбойке. Свежеотбитая руда в той части массива, которая была прикрыта магазинированной рудой, обычно имела температуру $+2 \div +2{,}5°$ С. Однако при фильтрации холодного рудничного воздуха через руду происходит охлаждение ее до отрицательной температуры. Причем интенсивность теплообменных процессов существенно зависит от скорости фильтрации воздуха. Например, проведенные нами расчеты показали, что при изменении скорости воздуха от 0,01 до

* Н. З. Галаев, Ю. П. Головин. Подземная разработка труднодоступных нагорных частей месторождений в суровых климатических условиях. Горн. журн., № 6, 1967.

0,08 *м/сек* процесс охлаждения руды ускоряется почти в 7 раз.

В работе Н. З. Галаева и Ю. П. Головина было отмечено *, что наиболее опасными периодами по смерзанию руды следует считать весну и осень, когда руда увлажняется от паводковых вод и обильных атмосферных осадков, а в результате резких изменений температуры, вызывающих охлаждение вентиляционной струи, смерзается.

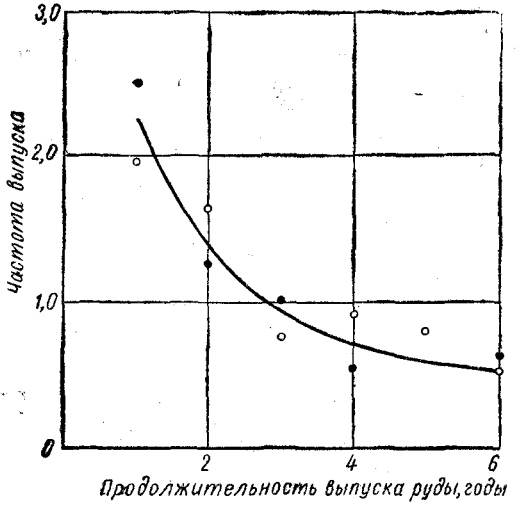


Рис. 2. Изменение среднемесячной частоты выпуска по мере отработки нагорных блоков

С этим согласиться нельзя, поскольку утечки через зоны обрушения весной незначительны из-за уравновешивания напора вентиляторов естественной тягой. Главная причина смерзания руды заключается в том, что на отдельных участках магазина в результате длительного нахождения без движения руда охлаждается до отрицательной температуры и при попадании в нее влаги схватывается, причем находящийся внутри руды снег и сама влага превращаются в лед и заполняют каналы между отдельными кусками. Летом через такую руду теплый воздух не проходит и она не оттаивает.

* Н. З. Галаев, Ю. П. Головин. Борьба со смерзанием руды на Юкспорском руднике комбината Апатит. Горн. журн., № 10, 1965.

Выпуск замороженной руды очень сложен и опасен. Частые взрывы разрушают выработки днища и приводят к потерям руды. Обследование состояния перепускных выработок по отработанным блокам показало, что свыше 30% дучек находится в разрушенном состоянии или же не соответствует требованиям правил безопасности.

Как уже отмечалось, выбросы руды в соседние отработанные блоки значительны и нередко служат источником потерь полезного ископаемого. Так, например, из 1,2 млн. *т* руды, отбитой массовыми взрывами в вырезной ленте блока 3/4, 250 тыс. *т* было выброшено на днище блока 1/3, причем свежеотбитая руда легла на смерзшуюся, списанную по блоку 1/3 в потери. Извлечение части отбитой руды потребует затрат около 200 тыс. руб. на восстановление разрушенных выработок днища, горизонта откатки, транспортных коммуникаций, энергетического хозяйства и пр. Остальная часть отбитой руды, извлечение которой экономически невыгодно, очевидно, будет списана в потери. Однако если восстановительные работы своевременно выполнены не будут, то в результате длительного нахождения в неподвижном состоянии руда промерзнет и практически извлечь ее станет невозможно.

Особенно большую опасность представляют выбросы руды зимой, когда руда ложится на снежный покров в зоне обрушения. Весной наибольшему смерзанию подвержена руда со снегом. Давление внутри сыпучего материала, влага и низкая температура руды очень быстро вызывают перекристаллизацию снега в лед.

Таким образом, для предотвращения смерзания руды и связанных с ним потерь необходимо выпуск руды вести на ограниченной площади днища, что позволит создать интенсивное движение руды в магазине. Запасы отбитой руды должны беспрерывно обновляться и перемещаться в пространстве. Величину их необходимо иметь постоянной. Такого положения можно добиться путем соответствующей организации выпуска и отбойки руды, конструкции магазинов и формы забоев очистных блоков.

При обычной на руднике средней высоте магазинов 20—30 *м* по данным замеров скорость движения воздуха через руду составляет 0,03—0,02 *м/сек*, а при высоте свыше 50 *м* движение воздуха через руду практически отсутствует. Следовательно, увеличение высоты магазинированной руды и концентрация запасов на ограниченной площади днища будут способствовать снижению интенсивности охлаждения руды, по-

зволят сократить выбросы и предотвратить перемешивание руды со снегом, создадут благоприятные условия для дробления руды при отбойке ее в зажиме. Снежный покров, если он не будет нарушаться, надежно предохранит магазин зимой от промерзания с поверхности.

Для условий рудника можно предложить конструкцию магазина, показанную на рис. 3. Для уменьшения запасов в магазине целесообразно придавать забою уступную форму.

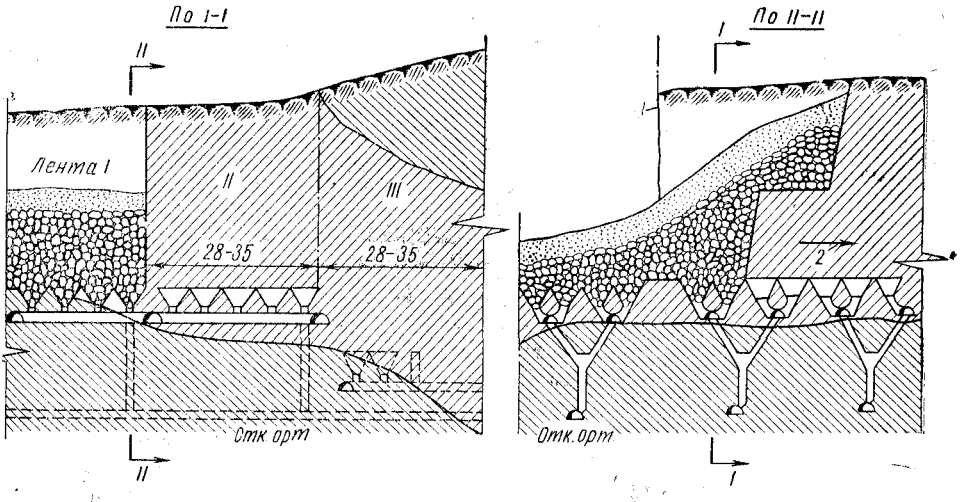


Рис. 3. Конструкция магазина в очистном блоке при отсутствии обрушенных покрывающих пород

Объем магазинированной руды при высоте блока 50—60 *м* составит не свыше 150—200 тыс. *т* на площади днища 1500—2000 *м*^{2}. Взрывание нижнего уступа позволит создать периодическое рыхление вышележащего объема руды с нарушением структуры смерзшегося материала. Поддержание таких магазинов особенно необходимо при отработке блоков под породами висячего бока, когда еще отсутствует достаточный слой обрушения.

При существующей технологии в подобных условиях следует ожидать разубоживания руды обрушающимися породами висячего бока и связанных с ним потерь полезного ископаемого.

Выводы

1. В условиях апатитовых рудников при отработке нагорных участков месторождения потери, связанные со смерзанием руды, значительны и составляют около 40% общих эксплуатационных потерь. Основными причинами смерзания руды следует считать температурно-воздушный режим рудника, организацию выпуска и отбойки руды, преждевременное разрушение выпускных выработок от взрывных работ при выпуске руды.

2. Зимой в условиях рудника целесообразно вентиляционную струю подогревать до плюсовой температуры.

3. Утечки воздуха через руду зимой можно сократить путем поддержания мощного слоя магазинированной руды (40—50 *м*) и сохранения снежного покрова в зоне обрушения.

4. Для предотвращения разброса руды по днищу блока плоскость отбойки должна подпираться слоем обрушенной руды, это создаст также хорошие условия для дробления руды и будет способствовать меньшему охлаждению массива, подлежащего отбойке.

5. Для своевременного извлечения запасов руды, выброшенной на днище отработанного ранее блока, следует предусматривать надежное крепление пограничных выпускных выработок.