

УДК 622.272

И.И. Айнбиндер, П.Г. Пацкевич, А.Б. Ковальский
ГЕОТЕХНОЛОГИИ ОТРАБОТКИ ГЛУБОКИХ
ГОРИЗОНТОВ МОЩНЫХ РАЗНОСОРТНЫХ
ЗАЛЕЖЕЙ КОМПЛЕКСНЫХ МЕДНО-НИКЕЛЕВЫХ
РУД НОРИЛЬСКА

Разработаны эффективные типовые технологические схемы для использования в широком диапазоне горно-геологических и горнотехнических условий разработки залежей разнородных комплексных руд.

Ключевые слова: комплексные руды, медно-никелевые руды, обработка залежей разнородных руд.

Семинар № 17

I.I. Aynbinder, P.G. Patskevich,
A.B. Kovalskiy
THE DEEP HORIZONS
GEOTECHNOLOGIES FOR
DEVELOPING THICK DEPOSITS OF
COPPER-NICKEL ORE IN NORILSK

Efficient standard technological schemes for implementation in the wide range of mining, geological and geotechnological conditions of developing the deposits of complex ores of different types are developed.

Key words: complex ore, copper-nickel ore, mining the mixed ore deposits.

Месторождения Норильска представляют собой мощные пологопадающие залежи, сложенные тремя основными типами руд с резко различной ценностью. В нижней части расположены богатые сплошные сульфидные руды, мощностью 5–25 м, а прямо над ними значительно более бедные «вкрапленные», мощность которых составляет 30–50 м. Промежуточные по ценности «медистые» руды распространены на локальных участках.

Горнотехнические условия обработки характеризуются уникальной сложностью и разнообразием. Глубина горных работ изменяется от 100

до 1700 м и более. Начиная с глубины 700 м руды и породы отнесены к удароопасным. Естественное поле напряжений Октябрьского месторождения осложнено горизонтальными тектоническими напряжениями, величина которых превышает вертикальные [1]. По мере увеличения глубины отработки все большее влияние на ведение горных работ оказывает температура пород, достигающая 54°C.

До настоящего времени основная часть металла получается из сплошных сульфидных руд, однако дальнейшие перспективы развития подземной добычи стратегических видов минерального сырья на рудниках ОАО «ГМК «Норильский никель» связаны с увеличением удельного веса в совокупном объеме добычи «вкрапленных» руд и уменьшением доли богатых руд [2]. Это обусловлено истощением запасов и постепенным ухудшением качества сплошных сульфидных руд с одной стороны и необходимостью корректировки баланса производимых комбинатом металлов с другой стороны, так как вкрапленные руды характеризуются высоким удельным весом металлов платиновой группы.

а) Двухстадийная отработка залежи разнородных руд

б) Одностадийная отработка залежи разнородных руд

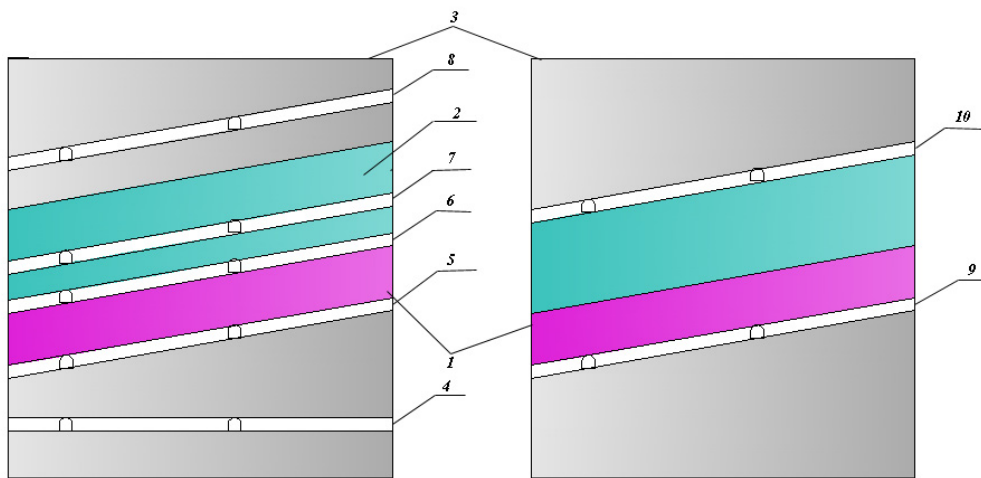


Рис. 1. Схемы отработки залежей с резко различной ценностью руды: 1 – богатые руды; 2 – бедные руды; 3 – вмещающие породы; 4 – откаточный горизонт; 5 – горизонт нижней подсечки первой стадии; 6 – горизонт нижней подсечки второй стадии; 7 – вентзакладочный горизонт первой стадии; 8 – вентзакладочный горизонт второй стадии; 9 – горизонт нижней подсечки; 10 – горизонт верхней подсечки

Исторически в практике горного дела при планировании очередности отработки запасов стремятся в первую очередь отработать наиболее богатые участки. Все действующие рудники Норильска также обрабатывают залежи сплошных сульфидных руд с оставлением «вкрапленных» для последующей выемки.

Негативные последствия такого подхода при отработке залежей с резко различной ценностью руд заключаются в следующем:

1. При многостадийной схеме отработке залежей резко возрастает объем капитальных и подготовительно-нарезных выработок (рис. 1).

2. Необходимо строительство и поддержание в течение всего срока эксплуатации рудника капитальных выработок, пройденных во вмещающих породах.

3. Возрастает общая протяженность подземных выработок и, следовательно, существенно возрастают расходы на подземный транспорт,

вентиляцию рудника, поддержание выработок и т.д. То есть возрастает непроизводительная составляющая себестоимости руды. Так, например, на сегодняшний день собственно затраты на добычные работы составляют на рудниках Норильска от 24 до 31 % от полной себестоимости, при этом в дальнейшем неизбежно дальнейшее увеличение доли непроизводительных расходов.

4. В дальнейшем необходимость поддержания на достигнутом уровне производства металлов приведет к необходимости увеличения добычи руды более чем в два раза в течение короткого промежутка времени, что потребует многомиллиардных инвестиций в производство.

5. С неизбежным увеличением глубины ведения работ резко возрастает стоимость проведения и поддержания выработок, увеличиваются затраты на вспомогательные процессы горного производства, поэтому даже отработка богатых руд при многоста-

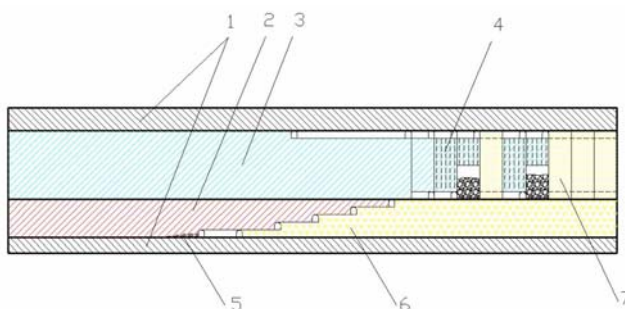


Рис. 2. Схема отработки мощной пологой залежи сложной разноразрядными рудами с опережающей выемкой богатых руд. Богатые руды вынимают слоевой системой разработки с закладкой с опережающей разгрузкой массива бурением скважин, а бедные – сплошной камерной системой разработки с закладкой:

1- вмещающие породы; 2 – богатая руда; 3 – бедная руда; 4 – взрывные скважины; 5 – разгрузочные скважины; 6 – прочная гидравлическая твердеющая закладка; 7 – малопрочная пастообразная закладка

дийной схеме, как показали расчеты по критерию ЧДД для рудника «Глубокий» (1700 м) находится на грани рентабельности, поэтому существует значительный риск того, что отработка бедных руд станет просто невыгодной.

Исходя из вышеизложенного нами были сформулированы ряд требований к технологии отработки мощных залежей разноразрядных руд, залегающих на больших глубинах:

- отказ от первоначальной избирательной отработки наиболее богатых участков месторождения и переход к валовой выемке с селективной выдачей разноразрядных руд;

- снижение степени влияния горно-геологических условий на технологические процессы подземного рудника;

- независимость основных технологических процессов во времени и пространстве;

- высокая степень механизации и автоматизации основных и вспомогательных процессов;

- возможность оперативного контроля и регулирования основных технологических процессов;

- стабильность структуры издержек производства в течение основной фазы работы рудника (после выхода на проектную мощность и до начала затухания);

- производство продукции с заданным качеством;

- снижение экологической нагрузки на окружающую среду.

В соответствии с этими требованиями для различных горнотехнических условий разработаны типовые схемы выемки разноразрядных руд с использованием единого комплекса технологического оборудования и имеющие сходное технологическое оформление. Последнее весьма важно, так как позволяет руднику в случае изменения условий безболезненно переходить с одной схемы на другую.

На рис. 2 приведена схема с опережающей выемкой богатых руд. Богатые руды вынимают слоевой системой разработки с закладкой, а бедные – сплошной камерной системой разработки с применением малопрочной закладки. Схема предназначена для выемки участков с невыдержанной формой и мощностью рудных тел в условиях высоких исходных напряжений. Такие условия характерны для глубоких залежей Октябрьского месторождения.

Для снижения уровня напряжений в зоне ведения очистных работ производят предварительную разгрузку горного массива путем его разбуривания скважинами большого диаметра и переменной длины, под защитой которых вынимают нижний слой. В свою очередь отработанный и заложный слой формирует куполооб-

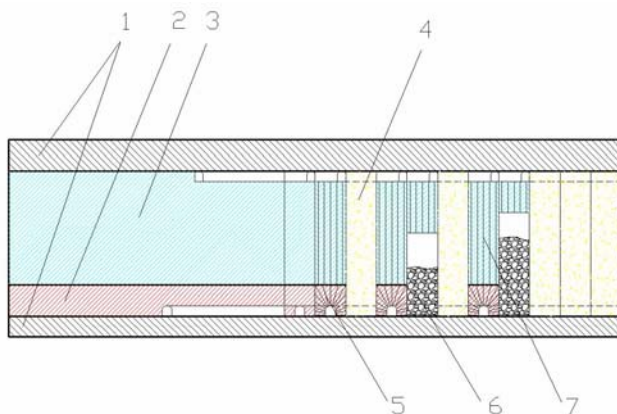


Рис. 3. Схема отработки пологой залежи, сложенной разнородными рудами с одновременной селективной отбойкой руды сплошной камерной системой с закладкой: 1- вмещающие породы; 2 – богатая руда; 3 – бедная руда; 4 – малопрочная пастообразная закладка; 5 – веер взрывных скважин подсечки; 6 – отбитая руда; 7 – параллельные взрывные скважины

разную защищенную зону для отработки вышележащих слоев. После выемки богатых руд в почве залежи вкрапленных руд остается податливый искусственный массив, обеспечивающий их полную разгрузку.

Выемку вкрапленных руд ведут камерами размерами в плане 12×12-18×18 м и высотой, равной мощности залежи вкрапленных руд. Руду отбивают послойно с использованием метода VCR. Данная технология позволяет повысить устойчивость бортов камер, уменьшить сейсмическое действие взрыва, улучшить качество дробления руды.

Расстояние между фронтами очистной выемки определяется как геомеханическими, так и технологическими факторами и составляет от 45 до 120 м.

Значительные площади Талнахского месторождения представлены линзообразными залежами богатых руд с выдержанной формой и мощностью, расположенными в нижней части интрузива габбро-долеритов. Талнахское месторождение характеризуется меньшей тектонической нарушенностью и низким уровнем тектонической составляющей напряжений. Для таких условий создан вариант сплошной камерной системы разработки, приведенный на рис. 3. Сущность его заключается в том, что богатые руды

отбивают на стадии образования компенсационного пространства. Вкрапленные руды отбивают тем же способом, что и в предыдущем варианте.

Преимущество данной схемы заключается в том, что отработка сплошных сульфидных и вкрапленных руд идет без отставания во времени и пространстве, в отличие от предыдущего варианта, где разрыв во времени отработки богатых и вкрапленных руд может достигать 3–4 лет. Вместе с тем обеспечивается отдельная выдача руды по сортам, необходимость чего обусловлена существующей схемой обогащения.

Для отработки залежей разнородных руд с нечеткими контактами либо со значительной изменчивостью параметров рудных тел, что характерно для фланговых участков Талнахского и Октябрьского месторождений, сложенных совместно залегающими «медистыми» и вкрапленными рудами с прослоями пустых пород, предназначена схема, приведенная на рис. 4. Ее особенностью является то, что она, несмотря на валовую отбойку, обеспечивает принципиальную возможность селективной выдачи руды по сортам, за счет применения метода VCR, при котором руду в камере отбивают сосредоточенными зарядами ВВ горизонтальными слоями мощностью 3–4 м.

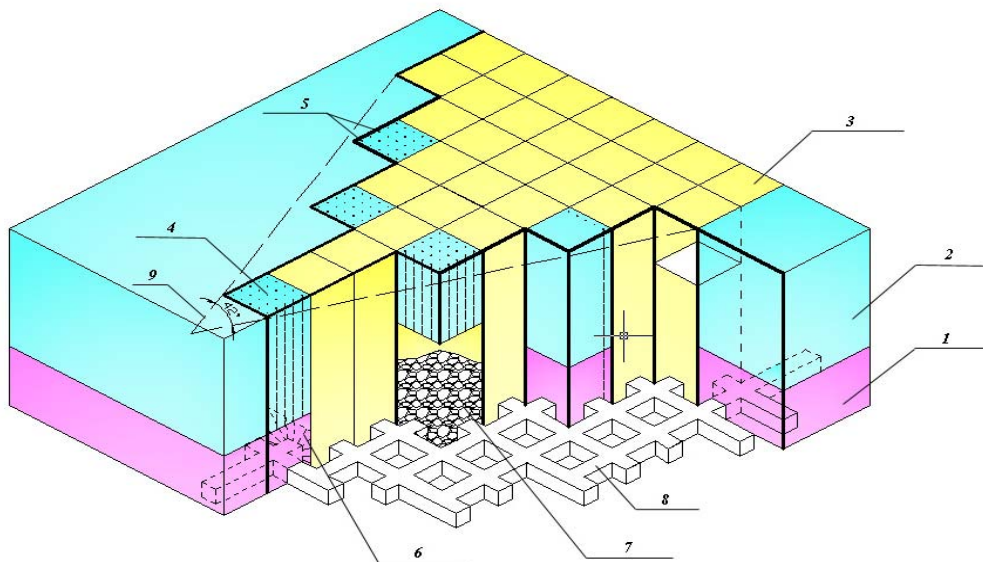


Рис. 4. Схема отработки пологой залежи, сложенной разнорудными рудами с одновременной валовой отбойкой руды сплошной камерной системой с закладкой: 1 – богатая руда; 2 – бедная руда; 3 – закладочный массив; 4 – очистная камера; 5 – параллельные скважины; 6 – веерные скважины; 7 – отбитая руда; 8 – выработки нижней подсежки; 9 – угол развертки фронта очистных работ

Таким образом, в результате выполненных исследований на базе слоевых и камерных систем разработки с закладкой разработаны высокоэффективные типовые технологические схемы для использования в широком диапазоне горно-геологических и горнотехнических условий

разработки залежей разнорудных комплексных руд Норильска, характеризующиеся высокими показателями технической и экономической эффективности, что позволяет вовлечь в отработку огромные запасы сравнительно бедных вкрапленных руд.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Замесов Н.Ф., Айнбиндер И.И., Родионов Ю.И. и др. «Развитие интенсивных методов добычи руд на больших глубинах». – М.: ИПКОН РАН. 1990.
2. Замесов Н.Ф., Айнбиндер И.И., Звеков В.А., Овчаренко О.В., Пацкевич П.Г., Родионов Ю.И. «Подземная разработка рудных месторождений в сложных горнотехнических условиях», Горный журнал, № 4; 2005. С. 36. **ГИАБ**

Коротко об авторах

Айнбиндер И.И. – доктор технических наук,
Пацкевич П.Г., Ковальский А.Б. – горные инженеры,
ИПКОН РАН, info@ipkonran.ru