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

О НАПРАВЛЕНИЯХ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКИ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

В. Н. Семевский

При добыче руд пока, как правило, неизбежны взрывные работы, следовательно, процесс очистной выемки прерывен. Поэтому особенно важна характерная для современного горного дела максимальная концентрация добычи как во времени, так и в пространстве, с использованием эффективных систем разработки и производительного самоходного оборудования. Опыт отечественной горнорудной практики и проведенных исследований, а также обмен мнений на проходившем в Москве в 1967 г. V Международном горном конгрессе дают возможность наметить отдельные решения в части направлений развития технологии подземной разработки рудных месторождений.

В области вскрытия, как известно, часто применяется фланговая схема с несколькими стволами специализированного назначения. При больших запасах рудного поля проектируют (например, для глубокозалегающих богатых руд района Курской магнитной аномалии) секционную схему вскрытия с изолированным проветриванием крыльев и с объединением двух шахтных полей в одну производственную единицу.

Заслуживает внимания принятая на глубоких рудниках Южной Африки, Канады и Австралии центральная схема вскрытия с проходкой с поверхности только двух стволов, расположенных на расстоянии 50—80 *м* один от другого. В ЮАР

добыча руды, планируемая на один рудник со сдвоенными стволами, увеличилась в последние годы со 130 до 270 тыс. *т* руды в месяц.

Интересна схема вскрытия поля рудника Южный Ваал, где взамен обычных для глубоких рудников слепых стволов и ступенчатого подъема запроектирована проходка сдвоенных стволов с поверхности на конечную глубину 2430 *м* со взаимообменом функций каждого из стволов на промежуточном горизонте.

При разработке крутопадающих залежей явственно определилась тенденция устройства концентрационных горизонтов с перепуском на них руды с верхних этажей. Примеры таких решений многочисленны и на наших, и на зарубежных рудниках. Устройство концентрационных горизонтов позволяет сократить число вскрывающих квершлагов и объем околоствольных выработок, обеспечить резервную емкость в рудоспусках, уменьшить затраты на поддержание выработок и расходы на электровозную откатку.

В области систем разработки основное направление развития связано с интенсификацией и концентрацией очистных работ путем широкого использования современного высокопроизводительного оборудования, в частности различных конструкций буровых кареток и буровых станков, из которых особенно перспективны, согласно проведенным у нас испытаниям, станки с выносными пневмоударниками, многообразных конструкций погрузочно-доставочных машин с различными емкостью ковша, устройством и емкостью аккумулирующего бункера, погрузочных машин, конвейерных линий, вспомогательного самоходного оборудования.

Применительно к разработке пластообразных залежей представляют интерес освоение безлюдной выемки тонкого пласта меденосных сланцев с помощью струго-скрепера на Мансфельдских рудниках в ГДР и изготовление в Англии передвижной гидромеханизированной крепи для выемки жил и пластов небольшой мощности.

Развитие производительной камерно-столбовой системы разработки пологих рудных залежей в устойчивых породах идет в направлении совершенствования технологических комплексов самоходного оборудования и укрепления кровли очистных камер. В состав технологических комплексов самоходных машин входят буровые установки, подземные экскаваторы, погрузочные машины, самоходные вагоны, самоходные агрегаты для штангового крепления кровли очистных камер, бульдозе-

ры. Кровлю камер крепят вместо металлических железобетонными штангами.

Ждет разрешения пока недостаточно изученный вопрос о целесообразной в техническом и экономическом отношениях глубине разработки камерно-столбовой системой и о конструктивных элементах заменяющих ее систем на конкретных месторождениях.

При разработке крутопадающих месторождений широко распространены в отечественной и мировой практике системы разработки с обрушением налегающих пород. Наиболее простая из них система слоевого обрушения отходит в прошлое из-за трудоемкости и пожароопасности. Однако в последнее время начинают получать распространение на наших и зарубежных рудниках модификации с выемкой под щитовыми и гибкими перекрытиями. Освоение таких вариантов системы слоевого обрушения оказывается эффективным в соответствующих условиях, в частности при отработке междукамерных целиков.

Широко распространена у нас и за рубежом система подэтажного обрушения в многообразных вариантах. При этой системе, как и при еще более производительной системе этажного (блокового) обрушения, вредное влияние потерь и разубоживания руды при разработке сказывается тем меньше, чем больше содержание полезных компонентов в разубоживающих породах и чем эффективнее и дешевле технологическая схема обогащения добытых руд.

Основные направления развития системы подэтажного обрушения включают:

а) расширение области отбойки руды глубокими скважинами;

б) создание схем подготовки, позволяющих сосредоточить все работы на одном-двух подэтажных горизонтах в основании подэтажа;

в) широкое использование самоходного оборудования;

г) обеспечение непрерывного потока добываемой руды за счет одностадийности отбойки, интенсивного выпуска руды, применения конвейерной доставки на аккумулирующих и основных горизонтах;

д) определение оптимальных параметров и конструктивных элементов системы с учетом закономерностей гравитации материала различной кусковатости, распределения напряжений в массиве и комплекса влияющих условий.

При системе блокового (этажного) обрушения наряду с расширением и совершенствованием отбойки руды глубокими скважинами и механизацией работ с помощью мощного оборудования получил распространение на наших крупных рудниках вариант системы принудительного обрушения с одностадийной выемкой и отбойкой руды в зажатой среде. Совершенствование параметров и конструктивных элементов системы, изучение влияния режима выпуска на показатели извлечения, выявление условий и области применения одно- и двухстадийного вариантов системы, обеспечение непрерывного потока добытой руды определяют дальнейшие направления развития системы блокового (этажного) обрушения.

В недалеком будущем, очевидно, станет технически возможной и экономически приемлемой разработка в определенных условиях крупных залежей бедных руд с применением ядерного взрывания.

Освоение в горнорудной и металлургической промышленности производительных систем и способов разработки, эффективных методов обогащения и передела руд способствует вовлечению в эксплуатацию бедных руд. Например, разработка огромных запасов бедных руд на полиметаллических рудниках Алтая, обеспечив количественный и качественный рост выпускаемой продукции, оказалась экономически оправданной. В горнорудной практике нередки также примеры повторной разработки ранее отработанных рудников и горизонтов.

В ряде случаев, особенно при добыче богатых комплексных руд, оказывается целесообразной и экономически выгодной разработка с закладкой выработанного пространства вследствие возможного высокого извлечения рудных запасов. Именно этим объясняется, например, переход на разработку с закладкой богатой мартитовой руды на шахте Октябрьской в Кривом Роге, где новая система разработки предположительно позволит снизить почти в 5 раз потери и в 3 раза разубоживание руды с экономическим эффектом более 6 млн. руб. Широко применяют системы с закладкой при разработке ценных руд на рудниках Швеции, Канады, Японии и других стран.

Если в крупном месторождении можно выделить достаточно большие запасы богатой руды, то возникает вопрос, вести ли валовую разработку месторождения или в первую очередь отработать запасы богатой руды. Этот вопрос должен решаться методом вариантов с экономическим сравнением изменения величин прибыли за счет разного уровня потерь, разной себе-

стоимости добычи и обогащения и с обязательным учетом влияния фактора времени.

При раздельной добыче богатой руды обедненная часть месторождения может обрабатываться одновременно, с некоторым отставанием или после извлечения богатой руды. Независимо от последовательности разработки предварительная отработка богатой руды требует, как правило, закладки выработанного пространства.

В последние годы в отечественной и зарубежной практике распространилась разработка мощных рудных месторождений одновременно открытым и подземным способом. При такой совместной разработке месторождения добыча руды под землей ведется системами с закладкой выработанного пространства.

Из сказанного следует, что распространение систем с закладкой выработанного пространства надо считать важным направлением развития технологии подземной разработки рудных месторождений.

Требования к закладочному материалу исходят из того, что заложенное пространство очистных камер должно обеспечить надежное поддержание вмещающих пород и эффективную отработку междукамерных целиков. Поэтому закладочный материал после укладки должен быть плотным и обладать значительным сопротивлением раздавливанию. Для этого на многих рудниках внедряется несколько разновидностей твердеющей закладки и проводятся исследования состава, способов подачи, укладки и обезвоживания закладочного материала, а также упрочнения закладки в заложенных камерах.

При разработке рудных запасов горизонтальными слоями с закладкой выемку слоев в пределах этажа обычно ведут снизу вверх. Направления совершенствования при этом сводятся к механизации работ путем применения погрузочно-доставочных машин с навесным оборудованием для бурения шпуров, гидравлической закладке выработанного пространства, устройству на заложенном слое настила (цементного или из металлических плит) для устранения потерь руды в закладке, штанговому креплению боковых пород и, если требуется, руды в кровле отработанного слоя.

При разработке неустойчивых руд в слабых породах выемка слоев снизу вверх становится затруднительной и встает вопрос об отработке слоев сверху вниз. Возможность достижения эффективных результатов при таком порядке отработки доказана, в частности, многолетним опытом добычи полиметаллической руды месторождения Учинотан в Японии, где при

выемке слоев заходками под искусственной кровлей в виде железобетонной плиты, с последующей полной закладкой слоя, устойчиво добиваются высокой производительности труда и низкой себестоимости добычи. Этот японский опыт уместно использовать при разработке богатых руд Талнахского месторождения Норильского комбината.

С увеличением глубины горных работ растут трудности, главные из которых связаны с повышенной температурой и опасностью горных ударов. При разработке глубоких горизонтов на наших рудниках становятся возможными и начинают возникать опасности и трудности, наблюдаемые при горных работах на глубоких рудниках Индии, Канады, Южной Африки. Поэтому важным направлением развития технологии подземной разработки должно быть изучение причин и методов прогнозирования горных ударов, выявление и обоснование мероприятий по их предотвращению и обеспечению допустимого температурного режима на глубоких горизонтах.

Говоря о направлениях развития систем подземной разработки, нельзя, разумеется, разделять технические и экономические вопросы, направленные на решение общей задачи оптимизации производственных показателей и снижения себестоимости продукции. При решении горных технико-экономических задач распространилось в последние годы использование вычислительной техники и математического аппарата либо для определения частных оптимумов отдельных функций, либо для попыток разработки математической модели всего предприятия.