Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова,
т. ⁄XX, вып. 2, 1976 г.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ ПОДРАБОТКИ РУДНОГО ПЛАСТА НА БОЛЬШОЙ ПЛОЩАДИ БЕЗ ОБРУШЕНИЯ ПОКРЫВАЮЩИХ ПОРОД

И.А.Турчанинов, Г.А.Марков, А.В.Ловчиков

Известен целый ряд отечественных и зарубежных месторождений полезных ископаемых, при разработке которых создаются большие площади необрушенных вмещающих пород над очистными пространствами. Возникает серьезная проблема возможного их воздействия на соседние горные выработки и на поверхностные природные объекты и инженерные сооружения.

Одной из причин наличия непогашенных выработанных пространств является необходимость сохранения недеформированной земной поверхности или ненарушенности вышележащих продуктивных пластов для последующей отработки. Образование непогашенных выработанных пространств связано с применением камерно-столбовых, камерных и сплошных систем разработки, при которых не предусматривается обрушение покрывающих пород. Кроме того, их возникновение обусловлено естественно-геологическими факторами: наличием крепких труднообрушаемых покрывающих пород, способностью пород к сохранению длительной устойчивости в обнажениях, слабо развитой трещиноватостью и тектонической нарушенностью вмещающих пород, действием в массиве горизонтальных тектонических сил.

Тектонические напряжения, действие которых в массивах скальных пород в последние полтора-два десятка лет убедительно доказано непосредственными измерениями, указывают на необходимость по-новому ставить основные вопросы механики распределения напряжений и деформаций как в подработанных массивах, так и в опорных целиках и на границах выработанных пространств.

При предварительном качественном анализе обращают на себя внимание достаточно резко различающиеся условия не только по площади предельной подработки, но и по предельным размерам поддерживающих целиков, по относительному объему полезного ископаемого, оставляемого в целиках, по естественной и искусственной обрушаемости подработанных покрывающих пород

на различных месторождениях. Так, на Карнасуртском руднике на Кольском п-ве для поддержания оставляют 10% полезного ископаемого (глубина работ до 400 м), в Джезказгане - от 10 до 50% (глубина работ до 250 м), на Миргалимсайском месторождении - 25% (глубина работ до 300 м) при примерно равных прочностных свойствах пород на этих месторождениях. На Покровском месторождении при пролете выработанного пространства до 240 м (глубина работ 100 м) покрывающие породы не обрушались даже после взрывания междукамерных целиков и 10-метровой толщи покрывающих пород. На Хайдарканском месторождении, где обследовано более 500 камер на глубинах от 15 до 200 м со сроком существования от 1 года до 20 лет, обрушения обнаружены менее чем в 10% всех камер. При этом в подавляющем большинстве случаев они имеют локальный характер.

На Карнасуртском руднике зафиксированы горизонтальные тектонические напряжения, которые по величине более чем в 5 раз превышают гравитационные. В Джезказгане тектонические напряжения в 2-7 раз превышают гравитационные; на Покровском месторождении даже в целиках горизонтальные напряжения превышают вертикальные; на Хайдарканском месторождении горизонтальные напряжения в массиве в 2 раза превышают вертикальные, рассчитанные по весу столба покрывающих пород.

Длительное стояние выработанных пространств при необрушенной кровле приводит к постепенному разрушению поддерживающих его целиков и создает угрозу внезапного обрушения покрывающих пород, нередко с выходом их на поверхность, с воздушными и горными ударами. Локальные разрушения целиков на Миргалимсайском месторождении, начавшиеся в 1956 г., обусловили образование к 1966 г. ряда участков с полностью разрушенными целиками. В дальнейшем это привело к обрушению поверхности на площади более 150 тыс.м^2 и поставило под угрозу ряд важнейших промышленных сооружений и природных объектов (действие на Миргалимсайском месторождении горизонтальных тектонических сил не установлено. Случаи обрушений имеют место и на Джезказганском месторождении.

Учет влияния такого фактора, каким является действие в массивах тектонических сил, позволяет устанавливать предельные безопасные размеры подработанных площадей при минимуме потерь полезного ископаемого. Влияние тектонических сил при разработке полезных ископаемых вообще, и при выборе предельных размеров подработанных площадей в частности, исследовано очень мало. Результаты, полученные методами теории упругости, свидетельствуют, что при расчете целиков без учета влияния тектонических сил можно допустить ошибку в 10 и более раз.

На Ловозерском месторождении, где ведутся детальные исследования, проблема нейтрализации возможного вредного влияния выработанного пространства возникла после достижения на руднике Карнасурт определенных размеров выработанных пространств. Рудник отрабатывает пологопадающую рудную залежь мощностью 1 м, при мощности подработанных покрывающих пород от 20 до 400 м. Размеры отработанной площади к началу 1975 г. достигли 1,2 млн.м^2, при площади поддерживающих целиков около 10% от площади отработки.

Выработанное пространство образовалось за 20-летний период. В настоящее время практически в любой участок старых выработок возможен непосредственный доступ, что позволяет периодически контролировать устойчивость. Обследования показывают, что в целом состояние толщи пород над выработанным пространством относительно устойчивое. Однако на нескольких участках зафиксированы разрушения целиков, свидетельствующие о приближении условий предельного состояния устойчивости: имеются заколы на боковых поверхностях целиков и наблюдаются случаи полного раздавливания целиков. Суммарная площадь участков, в которых проявляются разрушения, составляет около 25% всей выработанной площади.

Наиболее вероятный путь развития разрушений в выработанном пространстве - дальнейшее раздавливание целиков на участках, где разрушения уже зафиксированы, и расширение границ площади разрушений целиков. В этом случае самые большие участки проявления разрушений могут сомкнуться, и не исключается возможность воздушного удара, причем в угрожающую зону попадают некоторые капитальные горные выработки.

Для сведения до минимума последствий возможного обрушения предложен ряд первоочередных инженерных мероприятий. Горные работы второй очереди рудника изолированы от выработанного пространства барьерным целиком. В дальнейшем предполагается оставлять барьерные целики обоснованных размеров и на других участках рудного поля. Однако потери руды в целиках растут пропорционально глубине отработки, поэтому изоляция горных работ барьерными целиками с экономической точки зрения не может считаться оптимальным инженерным решением. С учетом возрастающей угрозы обрушений по мере увеличения площади выработанного пространства своевременна постановка вопроса об изменении системы разработки месторождения. Возможными вариантами инженерных решений являются: изменение порядка отработки залежи, вторичная отработка целиков с посадкой покрывающих пород на податливые целики, закладка выработанных пространств хвостами обогатительной фабрики. Вопрос об оптимальном комплексе мероприятий для дальнейшей безопасной отработки месторождения должен решаться на основе технико-экономического анализа.

Наиболее рациональные меры предупреждения и локализации процессов обрушения подработанных толщ могут быть разработаны лишь на основе учета главнейших природных факторов, причем изучение и определение параметров тектонических полей напряжений является необходимым условием принятия правильных решений.

Уже в настоящее время можно предложить разграничение месторождений на две принципиально различные группы по условию соотношения величин гравитационных и тектонических напряжений в массиве.

Для первой группы месторождений отношение горизонтальных главных напряжений в массиве к вертикальным меньше или равно единице. Для этой группы применима оценка прочности на основе известных решений, когда граничные условия определяются по гравитационной гипотезе.

При отношении горизонтальных главных напряжений в массиве к вертикальным больше единицы месторождения относятся ко второй группе. Устойчи-

вость системы подработанных толщ и целиков в этом случае, вероятно, будет более высокой по сравнению с первым случаем. Для этой группы месторождений не разработаны теоретические расчетные схемы, поэтому особое значение должно придаваться натурным экспериментам с регистрацией характеристик предельного состояния пород. Наряду с традиционными горно-инженерными методами натурного инструментального контроля во времени рекомендуется применять геофизические средства и аппаратуру: наклономеры, кварцевые деформометры, лазерные дальномеры.

Изучение поведения подработанных толщ при действии тектонических напряжений в массиве открывает возможности снижения потерь и наиболее экономичной отработки полезных ископаемых при обеспечении условий безопасного ведения горных работ.