

ЛЕКЦИЯ №2

В зависимости от назначения размеры и формы поперечного сечения выработок бывают самыми разнообразными: прямоугольными, круглыми, эллиптическими, сводчатыми, трапециевидными.

Как правило, горные выработки имеют плоскую горизонтальную почву, чтобы по ней перемещались люди и техника. Однако в тяжелых условиях (например, при малой прочности пород) сечения выработок делают круглыми. В крепких породах выработки могут быть и прямоугольными. Но чаще всего сечение выработок имеет сводчатую форму с плоской горизонтальной почвой, вертикальными стенками и сводчатой кровлей для повышения ее устойчивости. Если появляются проблемы с устойчивостью боков выработки, то и их делают криволинейными, придавая выработке форму эллипса.

Чем слабее породы, а природное напряженное состояние массива ближе к гидростатическому, тем больше форма сечения выработки должна приближаться к кругу.

Наибольшие смещения происходят на контуре выработки и вблизи него. По мере удаления в массив смещения затухают. Основные смещения массива происходят по направлениям, перпендикулярным контуру выработки. Кровля опускается. Почва поднимается. Бока выработки сближаются из-за горизонтальных смещений навстречу друг другу.

Сближение противоположных стенок выработки называют конвергенцией. Сближение кровли и почвы - вертикальная конвергенция выработки. Сближение противоположных боков выработки - горизонтальная конвергенция.

За счет вертикальной конвергенции происходит разгрузка вертикальных напряжений в кровле и почве выработки и их концентрация в боках. Горизонтальные смещения боков выработки приводят к разгрузке горизонтальных напряжений в боках и к их концентрации в кровле и почве.

Общая закономерность распределения напряжений вокруг выработки сводится к следующему.

По периметру поперечного сечения выработки зоны разгрузки и концентрации напряжений чередуются между собой. Причем в зонах, где происходит разгрузка одних напряжений (например, вертикальных), возникает концентрация других напряжений (горизонтальных).

Зоны разгрузки вертикальных напряжений в кровле и почве разделены между собой зонами их концентрации в боках выработки. Распределение горизонтальных напряжений обратное: зоны разгрузки расположены в боках, где концентрируются вертикальные напряжения, а зоны концентрации горизонтальных напряжений образуются в кровле и почве, где разгружаются вертикальные напряжения.

Выработка считается устойчивой, если в пределах всего срока эксплуатации она сохраняет необходимые размеры и форму сечений,

обеспечивающие безопасность людей и выполнение технологических операций.

Формы проявлений горного давления, а, следовательно, и устойчивость выработок определяются двумя основными факторами - величинами действующих напряжений и прочностью массива пород. Поэтому повышение устойчивости выработок осуществляют двумя типами мероприятий:

- снижением действующих напряжений вокруг выработок;
- сохранением или увеличением прочности массива.

Снижение напряжений, действующих на контурах выработок, достигается за счет выбора рациональных направлений проведения и оптимальных форм поперечных сечений выработок. Данные мероприятия применяют при проведении выработок в массивах крепких, скальных с высоким уровнем природных горизонтальных напряжений.

Сохранение прочности массива за контуром выработки достигается контурным взрыванием. В этом случае массив сохраняет свою природную прочность, а условия поддержания выработки облегчаются.

Упрочнение массива пород вокруг выработок осуществляют путем нагнетания в него цементных растворов или полимерных смол. Данные мероприятия особенно эффективны в сильнотрещиноватых массивах. При нагнетании в массив под высоким давлением цементный раствор или полимерные смолы проникают в открытые трещины, заполняют и омоноличивают их. За счет этого прочность массива увеличивается.

Следует различать три вида потери устойчивости пород:

1. Вывалы, отслоения, обрушение горной массы по поверхностям ослабления: трещинам, контактам, напластованию, сланцеватости. Данный вид потери устойчивости наблюдается, как правило, в сильно нарушенных массивах при больших углах падения поверхностей ослабления;

2. Разрушение породы в зонах концентрации напряжений. Данная форма неустойчивости выработок проявляется в сильно напряженных массивах: на большой глубине, а также в зонах влияния очистных работ, когда подготовительные выработки оказываются в зоне опорного давления или при действии в массиве высоких тектонических напряжений;

3. Значительные смещения пород в выработку, приводящие к уменьшению ее поперечного сечения. Данный вид потери устойчивости характерен для проведения выработок на большой глубине в породах малой прочности. В этом случае из-за разрушений большого объема массива и его разрыхления происходят значительные смещения разрушенных пород в выработку.

Основные задачи управления состоянием массива в очистных выработках, также как в капитальных и подготовительных, заключаются в обеспечении устойчивого состояния выработок (или призабойного пространства) в течение необходимого времени их эксплуатации и в выборе наиболее экономичного, но вместе с тем полностью обеспечивающего безопасность работающих людей, способа крепления и поддержания выработанного пространства.

Однако по сравнению с подготовительными и капитальными выработками очистные выработки обладают некоторыми особенностями. Важнейшими из них являются:

- значительно большие размеры поперечных сечений и их изометричность;
- непрерывное движение забоя, обуславливающее постоянное изменение поля статических напряжений вокруг выработки, а также большую интенсивность воздействия технологических процессов (взрывных работ);
- существенно меньшее время эксплуатации.

Эти особенности очистных выработок определяют, в свою очередь, и специфические проявления горного давления в них.

В частности, значительные размеры сечений очистных выработок определяют увеличение зоны неупругих деформаций вокруг них по сравнению с капитальными и подготовительными выработками, в процесс деформирования пород вблизи очистных выработок вовлекается большее количество структурных неоднородностей низких порядков (крупноблоковой трещиноватости, геологических нарушений и пр.). Вследствие этого достаточно часто реализуются такие виды деформирования массива, как пластическое течение, вязкое деформирование и обрушение.

При некоторых сочетаниях уровня действующих напряжений и свойств пород в очистных выработках возможны и упругие деформации кровли с сохранением ее устойчивости, либо с внезапным разрушением в форме динамических проявлений горного давления.

В очистных выработках в отличие от капитальных и подготовительных, поддерживают обычно не всю отработанную площадь, а лишь некоторую рабочую зону - часть её в непосредственной близости от забоя, ограниченно применяя мощные жесткие виды крепи. Относительно же легкие деревянные или металлические податливые крепи, штанговая крепь. Для управления горным давлением в очистных выработках часто используют закладку из пустой породы, которая поддерживает кровлю очистных пространств или же уменьшает амплитуду смещения покрывающих пород. Аналогичную роль играет отбитая горная масса, магазинируемая в блоках при разработке крутопадающих рудных залежей. Оказывая противодействие на стенки очистных камер, замагазинированная руда и порода существенно изменяют условия деформирования массива пород в приконтурной области вокруг очистных пространств.

Вместе с тем со склонностью пород к тому или иному виду деформирования связаны выбор систем разработки месторождения и установление оптимальных параметров этих систем.

В капитальных и подготовительных выработках были выделены три характерных типа проявлений горного давления, физический смысл которых заключается в преимущественно упругом, пластическом или

вязком деформировании пород вокруг выработок. Аналогичные типы проявлений горного давления могут быть выделены и при рассмотрении очистных выработок. Однако количественные характеристики выделенных типов и формы проявлений горного давления в очистных выработках существенно отличаются от таковых в подготовительных выработках.

Общая картина процессов, происходящих в массиве пород вокруг очистной выработки, заключается в изменении поля статических напряжений и, как следствие этого, в деформировании окружающих пород. В первую очередь на контуре выработанного пространства и в окружающем массиве пород происходят упругие смещения. В некоторых, правда весьма немногочисленных, случаях, указанными упругими смещениями процессы деформирования массива пород и исчерпываются. Однако это может иметь место лишь при очень прочных породах и высокой степени монолитности массива, в частности, при разработке некоторых рудных месторождений системами с открытым очистным пространством, например, камерными и камерно-столбовыми системами.

Гораздо чаще в выработанном пространстве вслед за упругими смещениями пород кровли и стенок развиваются неупругие деформации и происходят локальные разрушения. Этому способствует развитие в окружающем массиве зон концентрации как сжимающих, так и растягивающих напряжений. В процессы деформирования вовлекаются большие объемы пород, а вследствие этого - неоднородности низких порядков, по поверхностям которых массив наиболее ослаблен. В результате этого в очистных выработках развиваются процессы обрушения покрывающих пород.

По мере извлечения полезного ископаемого и перемещения забоя поле напряжений вокруг очистной выработки изменяется. Область массива, в пределах которой происходят эти изменения, называют зоной влияния очистной выработки. В отличие от подготовительных выработок зоны влияния вокруг очистных пространств охватывают значительно большие области массива. Нередко процессы захватывают всю толщу вышележащих пород вплоть до дневной поверхности. Значительные области массива вовлекаются в процессы деформирования также и со стороны почвы очистной выработки.