

### ЛЕКЦИЯ №3

В реальных условиях очистные работы ведут в непосредственной близости от ранее выработанных пространств, одновременно по нескольким жилам, или же на нескольких соседних участках одного и того же рудного тела.

В этих случаях окружающие породы подвергаются одновременному воздействию нескольких очистных выработок, поле статических напряжений в массиве пород вокруг очистных пространств формируется в результате наложения областей влияния каждой выработки и может иметь весьма сложную структуру.

Рассмотрим два наиболее характерных случая взаимного расположения очистных выработок:

- очистные выработки располагаются в одной горизонтальной плоскости;
- взаимовлияющие выработанные пространства находятся на различной глубине от поверхности.

В первом случае в результате взаимного влияния выработанных пространств в областях массива, примыкающих к границам очистных выработок, происходит наложение зон опорного давления и породы испытывают повышенные нагрузки. Подобная ситуация, например, имеет место, когда осуществляют отработку рудного тела или пласта без оставления целиков и фронт отработки непосредственно соприкасается в плане с ранее выработанным пространством или обрушенными породами (рисунок 7.1а).

Наложение зон опорного давления может происходить при отработке ранее оставленных целиков, а также при ступенчатой конфигурации фронта очистных забоев (рисунок 7.1 б, в). В соответствии с этим для облегчения условий добычи полезного ископаемого необходимо по возможности стремиться к прямолинейной форме фронта очистных работ и равномерному перемещению в пространстве всех забоев, без образования выступов неотработанных частей пласта или рудного тела в выработанном пространстве.

Однако реальная опасность и практические затруднения в вопросах охраны и поддержания выработок, попадающих в зону опорного давления, возникают лишь в случае, когда значения действующих напряжений приближаются к пределам прочности пород.

Во втором случае величины деформаций пород обуславливаются, прежде всего, порядком и очередностью отработки отдельных жил в свите, их мощностью, условиями залегания и способом управления состоянием массива.

Под **сближенными** понимают обычно такие рудные тела, одновременная разработка которых затруднена или невозможна или когда разработка одного из них осложняет дальнейшую разработку другого.

При отработке нижнего рудного тела раньше, чем верхнего (т. е. при подработке) происходит смещение вышележащих пород толщи, вследствие

чего над нижним рудным телом возникает, как правило, зона беспорядочного обрушения, переходящая постепенно в зону прогиба пород с образованием трещин, выше которой появляется зона плавных прогибов. Если подрабатываемое рудное тело попадает в одну из первых двух зон, то он может оказаться разрушенным или сильно разбитым трещинами, и разработка его становится затруднительной.

Таким образом, при расположении очистных выработок на разной глубине состояние пород в областях массива, испытывающих влияние обеих выработок, может характеризоваться как ростом действующих напряжений (при наложении зон опорного давления), так и их снижением (при расположении одной из выработок в зоне разгрузки другой выработки). Необходимо подчеркнуть при этом, что взаимное влияние даже одинаковых по размерам очистных выработок неравноценно, верхняя выработка оказывает на нижележащую, как правило, гораздо меньшее влияние, чем нижняя - на вышерасположенную. В соответствии с этим горные работы стараются чаще вести в условиях надработки жил и реже в условиях подработки.

Учитывая, что проведение очистных работ в условиях взаимного влияния забоев сближенных жил определяется большим числом нередко противодействующих факторов, окончательный вывод об оптимальном расположении забоев очистных выработок в пространстве может быть сделан лишь с учетом конкретной горно-геологической обстановки.

Так в общем случае, если не предвидится каких-либо специфических опасных явлений, нерационально располагать вновь проводимые выработки в зоне разгрузки ранее пройденных выработок. Именно в этом случае в выработках наблюдаются наиболее массовые и интенсивные проявления горного давления (заколообразование, вывалы, обрушения и др.), затрудняющие поддержание выработок и их эксплуатацию.

Наилучшие условия для устойчивости выработок могут быть обеспечены при организации очистных работ таким образом, чтобы все последующие выработки располагались в той части зоны опорного давления, где напряжения, хотя и несколько превышают уровень статических напряжений в нетронутом массиве, но по отношению к прочностным характеристикам пород не являются чрезмерно высокими. Это достигается соответствующим уступным расположением фронта очистных забоев по высоте рудного тела снизу вверх.

В этой группе систем разработки поддержание очистного пространства осуществляется за счет естественной устойчивости обнажений массивов полезного ископаемого и вмещающих пород. Данная группа систем разработки применяется, как правило, в условиях устойчивых массивов пород.

При этом управление состоянием массива осуществляется *поддержанием открытого выработанного пространства и налегающей толщи (часто, до поверхности) целиками, оставляемыми в выработанном пространстве на длительный срок.*

Основные расчётные параметры: – пролеты очистных камер, сетка оставления целиков, размеры целиков (ширина или диаметр), должны обеспечить:

- устойчивость всех элементов системы разработки – очистных камер и целиков;
- безопасность горных работ в открытом выработанном пространстве;
- условия для эффективного применения высокопроизводительного самоходного добычного оборудования;
- минимальные потери и разубоживание руды.

При системах с естественным поддержанием выработанного пространства с целью регулирования размеров обнажений пород оставляют **целики**, т. е. нетронутые участки рудного тела или вмещающих пород. При этом в зависимости от применяемой технологии целики или извлекают после отработки основной части полезного ископаемого на участке, горизонте, или же оставляют в недрах, что, естественно, приводит к увеличению потерь полезных ископаемых. Извлечение целиков, как правило, сопровождается трудностями в организации и обеспечении работ, а иногда требует применения специфических систем разработки.

В случаях, если оставляют целики излишне больших размеров, это приводит к неоправданным потерям, если же размеры целиков недостаточны, то происходит их разрушение, которое влечет за собой перераспределение напряжений в окружающем массиве пород, часто в обширных областях. При этом разрушение целиков на одном участке может вызвать лавинообразное разрушение целиков на соседних участках.

Все параметры элементов любой системы разработки взаимосвязаны и взаимообусловлены, они образуют единую «связку» в массиве горных пород. Поэтому для обоснованного определения их оптимальных параметров в общем случае необходимо рассматривать напряженно-деформированное состояние всей «связки» элементов. При системах рассматриваемого класса эта «связка» состоит из **почвы очистной выработки — целика — кровли очистной выработки — толщи вышележащих пород — дневной поверхности**.

В практике горных работ весьма часто возникают потребности оценить состояние и выбрать оптимальные параметры каких-либо локальных элементов, не прибегая к исследованию всей указанной цепочки. Для подобных случаев применяется подход, когда в каждом конкретном случае стремятся выявить наиболее слабое звено — **лимитирующий элемент**, устойчивое состояние которого предопределяет состояние всех остальных звеньев, и, исходя из параметров этого элемента, устанавливают остальные параметры элементов всей системы разработки.

Часто подобными лимитирующими элементами является кровля камер, во многих случаях лимитирующими элементами будут целики, реже — почва выработок. Лимитирующим элементом может быть вышележащая толща пород. Это характерно для условий применения комбинированных систем разработки. Наконец, лимитирующим элементом может являться и дневная поверхность в случаях, когда необходимо обеспечить устойчивость наземных зданий и сооружений.

Рассмотрим вопросы естественного поддержания выработанного пространства в случаях, когда лимитирующими элементами являются кровля очистных выработок и опорные целики.

Для расчета оптимальных параметров очистных выработок и целиков необходимо:

а) установить характеристики нагрузок (величины напряжений в массиве пород), действующих на элементы системы разработки, размеры которых подлежат определению;

б) на основании характеристик напряженно-деформированного состояния и сравнения их с деформационно-прочностными параметрами пород, слагающих кровлю и целики, оценить несущую способность и устойчивость этих элементов.

В кровле очистных выработок, особенно в областях, примыкающих к целикам, могут образовываться зоны действия высоких сжимающих напряжений. Это может иметь место, когда очистные выработки располагаются в однородных или близких по деформационно-прочностным характеристикам породах, и при этом целики полностью сохраняют сцепление с массивом пород по своим основаниям.

Таким образом, задача об определении параметров устойчивых очистных выработок может быть сведена к нахождению размеров предельных обнажений пород в кровле выработок.

В основе определения предельных размеров обнажений пород лежат предрасчеты напряженно-деформированного состояния пород вокруг очистных выработок и сравнение их с соответствующими критериями. В качестве таких критериев могут быть приняты либо деформации и напряжения, либо размеры областей или зон, где проявляются, концентрируются опасные деформации и напряжения.

Оба вида критериев используют, например, в методах оценки устойчивости кровли очистных выработок, разработанных профессором В. Д. Слесаревым.

При этом в основу подхода В.Д. Слесарева положено понятие об эквивалентном предельном пролете, под которым подразумевается ширина выработки неограниченной длины, устойчивость которой эквивалентна устойчивости кровли выработки произвольной формы.

Помимо рассмотренных основных факторов, определяющих устойчивость пород в выработках, предельные размеры обнажений зависят и от ряда других факторов, учет которых может представлять иногда существенные трудности. К этим факторам относятся, например, снижение деформационно-прочностных характеристик пород с течением времени, влияние взрывных работ и др. Поэтому в практике в качестве наиболее надежного способа определения параметров устойчивых обнажений широко применяют **производственные эксперименты**. Сущность таких экспериментов заключается в постепенном увеличении пролетов камер до предельных, устанавливаемых по критическому состоянию кровли (до первого обрушения кровли или до заданной величины ее прогиба).

Например, подобными экспериментами и практикой горных работ установлено, что на рудниках Жезказгана устойчивыми являются пролеты камер:

- если кровля представлена серыми песчаниками - 15 м;
- если кровля сложена красноцветными породами - 12÷13 м.

На Белоусовском руднике (филиал ВостокКазмедь) при разработке пологих участков залежей камерно-столбовой системой устойчивые пролеты камер по многолетнему практическому опыту (разработку Белоусовского месторождения ведут уже более 200 лет) составляют 7÷8 м.

Путем обобщения практического опыта применительно к тем или иным конкретным условиям месторождений составляются частные классификации пород по устойчивости кровли. Основой этих классификаций обычно служат качественные признаки: петрографический состав, структурные и текстурные особенности пород, глубина заложения выработок, гидрогеологические условия и др.

Так, академик М. И. Агошков подразделяет горные породы по устойчивости кровли на 5 групп:

1. Породы весьма неустойчивые, не допускающие даже незначительных обнажений в кровле и боках выработки без крепления, т. е. требующие, как правило, применения опережающей крепи.
2. Породы неустойчивые, допускающие небольшие обнажения кровли и боков, т. е. требующие поддержания непосредственно вслед за выемкой.
3. Породы средней устойчивости, допускающие обнажения на относительно большой площади, т. е. не требующие поддержания их сразу вслед за выемкой.
4. Породы устойчивые, допускающие значительные обнажения и требующие поддержания только в отдельных местах или через некоторые интервалы.
5. Породы весьма устойчивые, допускающие весьма большие обнажения без крепления.

Классификацию пород кровли по устойчивости с учетом времени существования обнажений приводит профессор А. А. Борисов. В этой классификации породы разделены на неустойчивые, слабоустойчивые, среднеустойчивые, устойчивые и весьма устойчивые.

На эксплуатируемых месторождениях со стабильными горно-геологическими и горнотехническими условиями отнесение пород к той или иной группе (классу) рассмотренных классификаций больших трудностей обычно не представляет.