

Способы поддержания и охраны горных выработок на угольных шахтах в зависимости от горнотехнических условий

В статье представлены технологические схемы проведения, поддержания и сохранения горных выработок, на крутонаклонных пластах, при мелкоамплитудных тектонических нарушениях. Значительное разнообразие горно-геологических и горнотехнических условий обусловило многообразие средств повышения устойчивости выработок, которые, в конечном счете, сводятся к обеспечению максимальной прочности массива и снижению напряжений.

Ключевые слова: технологические схемы проведения, поддержания и охраны горных выработок, типы деформирования пород, угольная шахта, горнотехнические условия, механические, химические и комбинированные способы упрочнения пород.

Контактная информация —
e-mail: slv5656@mail.ru



РЯБКОВ
Николай Владимирович
Директор шахты
«Чертинская-Коксовая»



РЕМЕЗОВ
Анатолий Владимирович
Доктор техн. наук,
профессор кафедры РМПИ
ПС «КузГТУ»

В настоящее время одним из актуальных направлений в угольной практике является разработка технологических схем проведения, поддержания и сохранения горных выработок, особенно на крутонаклонных пластах, при мелкоамплитудных тектонических нарушениях. Кроме того, в зонах нарушений возможно повышенное газовыделение метана, вмещающие породы и уголь — неустойчивые. Как следствие, эти пласты с глубины 300 м отнесены к опасным по внезапным выбросам угля и газа и взрывчатости угольной пыли, а с глубины 200 м — к угрожаемым по горным ударам (в практике горные удары происходили и на глубине менее 100 м).

Под поддержанием выработок понимаются мероприятия, проводимые в выработке для предотвращения или уменьшения смещений пород кровли, почвы и боков. Для выработок, проводимых и поддерживаемых в массивах пород, деформационный процесс связан с изменением напряженного состояния пород вследствие проведения выработки и роста опорного давления при приближении очистного забоя. Позади очистного забоя деформации массивов пород являются

чных, а также средне — и крупнослоистых пород. Обратное влияние оказывают способы охраны выработок на деформации пород почвы. Жесткие охранные сооружения приводят к интенсивному пучению почвы вблизи очистного забоя (в зоне динамического опорного давления). Податливые охранные сооружения замедляют процесс пучения почвы, и, главное, их податливость исчерпывается за пределами зоны динамического опорного давления, т. е. после обрушения консолей пород и снижения напряжений в массиве.

По классификации ВНИМИ, породы кровли угольных пластов по характеру их разрушения разделены на классы: в I классе разрушение слоев плит над выработкой происходит вследствие изгиба с образованием блоков, вытянутых по простиранию, во II классе слоистые плиты при разрушении образуют наклонные блоки вследствие деформаций сдвига и скола. Исследования деформирования массива пород вне зоны влияния очистных работ показали, что при первом типе деформирования пород смещения пород на контуре не превышают 50 мм и являются следствием упруго-вязких деформаций. Предотвратить смещения вследствие упруго-вязких деформаций практически невозможно и нецелесообразно.

Дальнейшее повышение напряжений выше предела длительной прочности, но меньше значений мгновенной прочности приводит к разрушению массива горных пород и образованию зоны разрушенных пород размером до 2 м. Если в выработке, не подверженной влиянию очистных работ, такие смещения не приводят к разрушению крепи, то последующее влияние очистных работ будет связано с разрушением пород, удаленных от контура, и управление массивом пород усложнится. Коэффициенты расширения пород, равные иногда 1,05-1,07, указывают на необходимость их уменьшения. Уменьшения смещений и, как следствие, уменьшения коэффициента расширения пород можно достичь путем своевременного воздействия на массив крепью, т. е. с помощью подде-

следствием роста напряжений в зоне опорного давления, а также сдвижения и обрушения пород вблизи границ выработанного пространства¹.

Характер деформаций массива пород кровли и почвы зависит от способа охраны выработки. Так, при охране жесткими охранными сооружениями деформационный процесс в породах кровли будет подобен процессу, происходящему впереди очистного забоя. Основой такого процесса являются деформации, связанные с опорным давлением. При применении податливых охранных сооружений будут иметь место прогиб и опускание слоев пород значительной мощности, особенно при залегании в кровле про-

¹ Черняк И. Л., Бурчаков Ю. И. Управление горным давлением подготовительных выработок глубоких шахт. — М.: Недра, 1984. — С. 134

ржения выработки. Это возможно лишь при условии взаимодействия крепи и пород вслед за проведением выработки и при наличии забутки. Таким образом, при втором типе деформирования пород вне зоны влияния очистных работ процесс деформирования должен регулироваться крепью для повышения устойчивости выработки в последующие периоды ее существования.

В случае третьего типа деформирования пород разрушение массива пород начинается непосредственно у забоя выработки. При применении податливых арочных крепей развитие зоны разрушения пород заканчивается в 30-50 м от забоя, а ее размер достигает 5 м. Коэффициент расширения пород, достигающий 1,1, указывает на необходимость управления процессом формирования зоны разрушенных пород. Как и при втором типе деформирования, основным средством управления массивом пород является крепь. В зонах опорного давления разрушение пород распространяется на значительное расстояние от контура выработки, где массив становится не управляемым современными средствами воздействия.

Таким образом, кровля подготовительных выработок, перемещение которой обусловлено разрушением пород, может поддерживаться крепями, и поддержание является основным средством сохранения устойчивости горной выработки. При блочном опускании пород или их прогибе поддержание может явиться чисто вспомогательным средством в управлении состоянием массива пород.

С увеличением глубины разработки все более важное значение получает проблема предотвращения пучения почвы подготовительных выработок. Анализ показывает, что в настоящее время предотвращение пучения почвы подготовительных выработок средствами поддержания практически невозможно, так как замкнутые крепи не только имеют значительно большую стоимость, но и их установка при проведении выработок очень сложна и нетехнологична. Это указывает на то, что пучение почвы должно предотвращаться средствами рационального расположения выработки и ее охраны.

Устойчивость подготовительных выработок зависит от прочности пород и действующих напряжений. Естественно, что повышение устойчивости массивов может быть достигнуто либо с помощью

снижения уровня напряжений, либо с помощью упрочнения пород. Снижение уровня напряжений в массивах пород называют их разгрузкой, а повышение прочности — уплотнением.

Уменьшение напряжений в массиве пород может производиться как вне зоны влияния очистных работ, так и при их влиянии. Вне зоны влияния очистных работ причиной деформации массива является концентрация напряжений, вызванная проведением выработки. Рост напряжений в массиве пород связан с влиянием забоя выработки и происходит, в основном, в зоне выполнения технологических операций по проведению выработки. При этом чем меньше прочность массива, тем ближе от забоя напряжения достигают максимальных напряжений. Поэтому работы по разгрузке массива должны производиться непосредственно вблизи забоя и совмещаться с проведением выработки. Разгрузка массива пород достигается разрушением пород в определенных зонах с максимальной концентрацией напряжений. Разрушение пород может производиться механическим, взрывным, гидравлическим и комбинированными способами.

Классификация способов управления горным давлением в подготовительных выработках предложена И. Л. Черняком и Ю. И. Бурчаковым. Выбор рационального способа или сочетания способов управления горным давлением является исключительно сложной задачей и может быть выполнен на базе прогноза устойчивости пород в горных выработках.

В зонах влияния очистных работ основной целью разгрузки является снижение напряжений, создаваемых зависающими консолями пород в выработанном пространстве. Снижение напряжений может быть достигнуто путем уменьшения размеров зависающих размеров пород, а также снижением их прочности. Локальное разрушение пород предусматривает создание искусственной трещиноватости, облегчающей разрушение прочных пород, в заранее заданных местах. Разупрочнение пород производится для снижения прочности пород, что также должно способствовать их обрушению при меньших размерах консолей пород.

Снижение напряжений в массиве пород может быть достигнуто также с помощью горных работ. В этом случае разгрузка обеспечивается выемкой пласта угля и обрушением пород на значительной площади.

Повышение устойчивости подготовительных выработок может быть достигнуто также упрочнением пород. При этом могут иметь место два случая. В первом случае упрочнение пород должно повышать естественную прочность пород, а во втором случае — разрушенного массива пород. Упрочнение может производиться механическим, химическим и комбинированными способами. Механические способы, в основном, дают возможность скрепить отдельные слои пород и тем самым увеличить их прочность. Химические способы упрочнения дают возможность увеличить прочность массива, разбитого естественными и искусственными трещинами. Поэтому основой для их применения является возможность нагнетания растворов в окружающие породы.

Упрочнение естественно разрушенного массива пород производится вслед за проведением выработки либо до начала его разрушения в забое, либо в процессе разрушения. Упрочнение уже разрушенного массива пород производится с целью повышения устойчивости выработок в зоне влияния очистных работ. Нагнетание скрепляющих растворов производится как в естественно разрушенный массив, так и в массив, трещиноватость которого достигается искусственным путем.

В заключение необходимо отметить, что повышение устойчивости подготовительных выработок может быть достигнуто путем рационального их расположения, выбора способа охраны и поддержания выработок, обеспечивающих минимальные затраты на их ремонт, и применение мероприятий по повышению прочности пород и снижению напряжений. Значительное разнообразие горно-геологических и горнотехнических условий обусловило многообразие средств повышения устойчивости выработок, которые, в конечном счете, сводятся к обеспечению максимальной прочности массива и снижению напряжений, что, по всей вероятности, обеспечивает комплексный подход при выборе способа управления горным давлением в подготовительных выработках.

Использование вышеприведенных классификаций и совершенствование методов управления свойствами и состоянием массива пород позволяют решить задачу разработки технологических схем проведения, поддержания и сохранения горных выработок на крутонаклонных пластах.