

УДК 622.281

А.В. Чернышов

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ СПОСОБОВ ОХРАНЫ ВЫЕМОЧНЫХ ВЫРАБОТОК ДЛЯ ИХ ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Рассмотрены способы бесцеликовой охраны выемочных выработок с целью их повторного использования.

Ключевые слова: бесцеликовая охрана выработок, повторное использование.

Для используемых участков подготовительных выработок, непосредственно находящихся в зоне влияния очистных работ, можно выделить два основных способа охраны:

1. Бесцеликовую охрану, как наиболее прогрессивную и перспективную;

2. Охрану горных выработок на основе природных (угольных, сланцевых и т.п.) охранных целиков, оставляемых вдоль выемочных выработок.

На современных угольных шахтах основными средствами охраны горных выработок являются природные целики и бутовые полосы. Этими способами осуществляется охрана около 90 % протяжённости подготовительных выработок от их общей длины [1].

Несмотря на такое широкое распространение этих способов, их применение связано с рядом ограничивающих факторов. Применение охранных целиков связано с возрастанием потерь угля, увеличением объемов проведения выработок (за счет удлинения сбоек, печей просеков), усложнения схем проветривания, доставки материалов и транспортирования добытого полезного ископаемого, а в целом - снижения безопасности работ.

Бесцеликовые способы охраны выемочных выработок делят на три основные группы.

1. Охрана выработок, поддерживаемых на границе с выработанным пространством, для повторного использования, усилением крепи в зоне влияния очистных работ переносными металлическими стойками (трения или гидравлическими), с помощью искусственных ограждений (органные ряды, костры, бутовые полосы, железобетонные блоки, их различные комбинации и др.), предварительным ослаблением труднообрушаемых пород кровли буровзрывными работами впереди очистного забоя.

2. Бесцеликовая охрана выемочных выработок, проводимых вприсечку к выработанному пространству, с частичным сохранением старой выработки, без оставления целика или с целиком между ними и лавой, шириной ≤ 5 м.

3. Бесцеликовая охрана выработок, проводимых, оформляемых или восстанавливаемых в выработанном пространстве. Этот способ применяется ограниченно и преимущественно при сплошной системе разработки с любым углом падения пласта, кровлями любой категории обрушения и непучащими или малопучащими (до 1,3 м) породами почвы.

Бесцеликовая охрана выработок, проводимых вприсечку к вырабо-

танному пространству, применяется на пластах мощностью 1,5÷3,5 м.

Углы падения при этом способе до 35°, прежде всего при наличии в кровле пластов слабых расслаивающихся пород, при любой обводненности лав и пучении пород почвы до 0,6 м. При этом выработки закладываются вне границы разлома пород основной кровли. Такая схема особенно удобна при одновременной отработке сближенных пластов в нисходящем порядке. При восходящем порядке обычно избегают подработки выработок, проводимых вприсечку.

Как показали исследования [3, 4 и др.], проведение выработок вприсечку позволяет в 2÷3 раза снизить напряжения вокруг выработок по сравнению с их проведением в массиве угля. Поэтому смещения в выработках значительно снижаются, а их эксплуатация осуществляется при минимальных затратах на ремонт. Но, при этом вдвое увеличивается объем проходки, усложняются схемы вентиляции и транспорта, снижается концентрация горных работ.

Иногда третья группа способов бесцеликовой охраны выемочных выработок осуществляется в сложных условиях их поддержания, при пучащих и сильно пучащих породах почвы, на пластах мощностью $m=1,5\div 2$ м и углами падения $\alpha \leq 35^\circ$.

В этих условиях из-за высокого временного опорного давления, вызывающего сильное пучение боковых пород, поддержание выработок впереди очистных забоев крайне сложно и невыгодно. Поэтому охрана выработок осуществляется односторонними или двусторонними бутовыми полосами, возводимыми из породы, получаемой путем подрывки пород почвы или кровли, при проведении выработок позади очистного забоя. Это позволяет снизить смещения пород кровли и поч-

вы в выработках и затраты на поддержание [2, 5, 6, 7].

Способы бесцеликовой охраны считаются наиболее перспективными. Их применение зависит от горно-геологических факторов и по относительному применению распределяются:

- охрана выработок для повторного использования - 25 %;
- охрана выработок, оформляемых вслед за лавой - 10 %;
- охрана бутовыми полосами - 20 %.

Бесцеликовая охрана повторно используемых выемочных штреков, поддерживаемых на границе с выработанным пространством, преимущественно применяется на пластах мощностью до 2 м.

В свою очередь, бутовые полосы, деревянные костры и деревянную органную крепь отличает малая жесткость, довольно большая податливость, что вызывает большие смещения горных пород и приводит к быстрому разрушению крепи горных выработок.

При таких обстоятельствах и средствах охраны горных выработок, задача их безремонтного поддержания решается следующими способами:

- применением крепей с податливостью 600÷1000 мм;
- совместными дополнительными мероприятиями по разгрузке массива;
- проведением выработок вслед за лавой с двусторонними предохранительными породными полосами различной плотности (конвергенция не превышает 60÷70 % мощности пласта);
- разгрузкой массива скважинами, пробуренными по пласту в стенках выработки (снижение конвергенции до 5 раз).

Тем не менее, проведение выработок позади очистного забоя весьма трудоемко и требует больших затрат ручного труда, поэтому этот способ обычно применяется в очень тяжелых горно-геологических условиях. Хотя главным

ограничивающим фактором здесь являются не только вышеперечисленные причины, но и морально устаревшие техника и технология, консерватизм традиций, вытекающий из личного опыта горняков, их недостаточной теоретической подготовленности, малых знаний достижений передовых технологий и мирового опыта.

Одним из наиболее распространенных и перспективных способов охраны выемочных выработок с целью повторного использования является поддержание их искусственными ограждениями. В разные периоды в шахтах отрасли в качестве охранных крепей испытывались и применялись:

- костры из шпального бруса, кругляка, рельсов и другие (в том числе с породным заполнением);
- чураковые стенки (в том числе с органической крепью);
- бутовые полосы;
- полосы из быстротвердеющих материалов;
- разборные тумбы (в том числе из бетонных плит);
- пневмооболочки;
- металлические обечайки с породным заполнением (в том числе сетчатые и др.);
- различные их комбинации.

Недостатками подавляющего большинства конструкций является значительная материал- и трудоемкость при возведении, невозможность повторного, многократного применения комплекта охранных крепей в процессе отработки длинных (до 1÷2 км) выемочных столбов.

Широкое применение в угольной промышленности нашло крепление анкерами выемочных выработок, что позволяет в значительной степени упростить поддержание сопряжений лав со штреками, а в ряде случаев полностью отказаться от применения дополнительной стоечной крепи [11].

При отработке пологопадающих тонких пластов анкерную крепь используют на сопряжении лав с выемочными выработками для удержания и усиления арочной крепи или стоек рамной крепи со стороны лавы. При бесцеликовой технологии выемки угля крепление штреков анкерами значительно упрощает поддержание сопряжений лав с прилегающими выработками.

Анкерная крепь предназначена для предотвращения обрушений ослабляемых пород их скреплением и «подвеской» к устойчивой части породного массива. Установленная с предварительным натяжением анкерная крепь повышает сопротивление сдвигу слоев пород относительно друг друга и создает грузонесущую конструкцию в виде породной арки или балки, зашпаленной между опорами. Тем не менее, несмотря на совершенно очевидное преимущество крепи, пока еще не удалось выявить количественное влияние эффекта «сшивки» отдельных слоев на устойчивость закрепленных анкерной крепью пород.

Современная теория анкерной крепи придает большое значение эффекту трения между слоями пород и в основе своей базируется на следующих положениях:

- слабые породы, залегающие над выработкой, пришиваются анкерами к вышележащему слою прочных пород;
- слабоустойчивые слоистые породы скрепляются между собой и «пришиваются» анкерами к вышележащим прочным породам;
- несколько слоев слаботрешиноватых пород скрепляются между собой анкерами и образуют грузонесущую конструкцию в виде балки или арки;
- трещиноватые слоистые породы, разрушающиеся при ведении горных работ, скрепляются и подвешиваются

анкерами к своду естественного равновесия;

- неустойчивые слоистые породы скрепляются и подвешиваются анкерами к пятам свода естественного равновесия [12].

Значительный интерес представляют два новых способа поддержания подготовительных горных выработок с целью их повторного использования и проводимых вприсечку. Эти способы основаны на использовании системы "крепь - упорядоченно обрушенные горные породы" [12].

Сущность способа поддержания подготовительных выработок с целью их повторного использования заключается в следующем. Впереди линии очистного забоя и вдоль границы выработки со стороны вынимаемого угольного целика в породах кровли с помощью буровзрывных работ создается вертикальная плоскость таким образом, чтобы при этом не были нарушены ни контур выработки, ни породы кровли с обеих сторон плоскости раскола. То есть, в результате проведения комплекса буровзрывных работ между шпурами на контуре выработки должна появиться трещина. Плоскость раскола формируется вне зоны влияния очистных работ. В дальнейшем, в результате воздействия повышенных напряжений в зоне опорного давления при первичном влиянии очистных работ, происходит прорастание предварительно сформированной плоскости раскола. После прохода очистного комбайна полосу кровли шириной 2÷3 метра, примыкающую к плоскости раскола, укрепляют анкерами или другим способом на высоту не менее высоты подготовительной выработки. Это обеспечивает упорядоченное обрушение пород за секциями крепи в виде породных блоков, которые надежно охраняют выработку от подплыва обрушенных пород и бокового давле-

ния со стороны выработанного пространства.

Способ поддержания подготовительных горных выработок проводимых вприсечку заключается в том, что плоскость раскола формируется впереди линии очистного забоя на будущей границе присечной выработки и обрушенных пород вне зоны опорного давления. Способ формирования плоскости раскола в данном варианте аналогичен способу формирования плоскости раскола описанному выше. Формирование охранных породных блоков производится одним из двух способов:

1) Во время проведения оконтуривающей выработки, которая впоследствии погашается;

2) Непосредственно перед подходом очистного забоя путем бурения шпуров и установки в них анкеров в кровле выработки или путем нагнетания в массив вязжущих составов.

Технология отработки выемочных участков с безорганной охраной повторно используемых выработок, может быть реализована при помощи подвижной гидравлической бортовой крепи.

Секция бортовой охранный ограждающей крепи последовательно вводятся за механизированным комплексом после первичного обрушения основной кровли до набора необходимой длины (35÷40 метров).

Гидравлические секции крепи попарно объединены поперечно-продольными шарнирными связями, гидравлическими домкратами, обеспечивающими перемещение любого ряда половин секций относительно раскрепленного, вслед за продвижением лавы.

Технология безорганной охраны с управлением давлением и конвергенцией позволит создать благоприятный нагрузочный режим при поддержании повторно используемых участков вы-

емочных выработок в зонах активных проявлений горного давления, улучшить состояние выработок к моменту стабилизации скоростей смещений боковых пород, позволит получить значительную экономическую выгоду за счет уменьшения объемов ремонтных работ, снижения трудоемкости, экономии лесоматериалов.

Однако, существенным ограничивающим фактором применения этого способа, по всей видимости, будет эффект "топтанья" секциями крепи пород кровли, бровки сопряжения лавы с выемочной выработкой. Отсюда возможность вывалообразования, необходимость закладки пустот кострами, увеличение общей трудоемкости работ, снижение безопасности труда и повышение травмоопасности.

Анализ вышеизложенных способов показывает, что наиболее интересным и перспективным на наш взгляд является способ охраны выемочных выработок передвижными органными крепями высокой несущей способности, устанавливаемыми в зонах временного опорного давления (динамических проявлений опорного давления позади очистного забоя) и интенсивного сдвижения пород кровли пласта. На расстоянии шага посадки основной кровли от линии очистного забоя, но не более 40÷60 метров, кровля начинает смещаться незначительно, поэтому крепь сохраняемой выработки будет находиться в удовлетворительном состоянии без обрезной крепи, отдельные элементы которой извлекаются и используются повторно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ильштейн А.М. и др. Рациональное расположение, охрана и крепление выемочных штреков глубоких шахт. Уголь, 1968, N 11, с. 16-18.
2. Десятерик Н.И. Охрана откаточных штреков железобетонными тумбами. Уголь Украины №1, 1973.
3. Диманштейн А.С. К вопросу о креплении выемочных штреков шарнирными арками на кострах. В сб. "Горное давление и крепление". – М., Недра, 1967, с. 68-72.
4. Фелько А.М. Об охране штреков железобетонными тумбами. Уголь, №4, 1971, с. 19-20.
5. Бажин Н.П., Рева В.Н., Тимохин А.Н. Пути повышения эффективности охраны выработок тумбами из блоков. В сб. Управление деформациями горного массива. Л., ВНИМИ, 1986, с.52-55.
6. Рахутин В.С. Перспективы применения пневматических конструкций из мягких оболочек. Уголь Украины, 1988, №10, с. 25-26.
7. Степанович Г.Я. Шахтные пневматические крепи. К., Техника, 1981.- 158 с.
8. Рахутин В.С. Пневматические конструкции в горном деле. Киев-Донецк, Выща школа, 1983. - 152 с.
9. Федоров Г.П., Сердюк В.Л. Повышение эффективности проведения выработок с закладкой породы в выработанное пространство. Уголь, 1977, №11.
10. Сушко И.Л. Область и объемы применения проведения выработок вслед за лавами с закладкой породы комплексом "Титан-1". Уголь, 1976, №11.
11. Борисов А.А. Механика горных пород и массивов. М., Недра, 1980.
12. Борисов А.А., Матанцев В.И., Овчаренко Б.П., Воскобоев Ф.Н. Управление горным давлением. – М., Недра, 1983, 168 с., табл. 4., ил. 73. **УДАС**

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Чернышов Андрей Васильевич – доцент, кандидат технических наук, докторант кафедры Подземной разработки месторождений полезных ископаемых (ПРПМ) факультета Разработки угольных месторождений и подземного строительства (РПМ) Московский государственный горный университет, Moscow State Mining University, Russia, ud@msmu.ru