УДК: 622.284

М.А.ИЛЬЯШОВ, *д-р техн. наук*, *профессор*, *первый зам. генерал. директора*,
ilyashov@donetsksteel.com
Группа «Энерго», Донецк, Украина

M.A.ILIASHOV, *Dr. in eng. sc.*, *professor*, *first deputy of general director*,
ilyashov@donetsksteel.com
Group «Energo», Donetsk, Ukraine

ПОВТОРНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК КАК ЭЛЕМЕНТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОЙ УГЛЕДОБЫЧИ

Приведены результаты применения на шахте комбинированного способа охраны и поддержания подготовительных выработок, сочетающего рамную крепь, анкеры и литую опорную полосу, возводимую позади лавы. Дано геомеханическое обоснование технологических параметров, регламент и область эффективного использования способа. Его внедрение позволило повысить нагрузки на лаву, снизить трудоемкость и затраты на поддержание выемочных штреков.

Ключевые слова: поддержание выработок в зонах повышенного горного давления, обеспечение прямоточного проветривания и дегазации выемочных участков, упрочнение породного массива, комбинированный способ охраны.

REUSE OF DEVELOPMENT WORKINGS AS AN ELEMENT OF PROVIDING THE EFFECTIVE COAL OUTPUT

The article contains the results of application in a coal mine of a combined way for protection and support of development workings. This method combines a frame support, anchors and a cast support strip erected behind the longwale. The geomechanical substantiation of technological parameters, regulations and the field for efficient use of this method are given. Its introduction has allowed to increase the loads on longwale and to lower labour content and expenses for maintenance of butt entries.

Key words: support of workings within the zones of higher rock pressure, direct flow ventilation and degassing of minable sections, strengthening of rock mass, combined method for protection.

В современных условиях развития угледобывающей отрасли весьма важен диагностический анализ деятельности шахт, который должен включать оценку достигнутого уровня производства с ориентацией на будущее, формирование долго- и краткосрочных программ действий, оценку инвестиционной привлекательности предприятия и программное распределение ресурсов на модернизацию технологического комплекса.

Из многообразия задач по указанной проблеме первоочередной является увеличение темпов и объемов проведения выемочных выработок для воспроизводства фронта очистных работ при одновременном снижении затрат на их эксплуатационное поддержание. Здесь главное состоит в том, что задача обеспечения устойчивости выработок помимо единства геомеханического и горно-технологического факторов тесно увязывается с экономическим фактором. Экономический анализ показывает, что более 80 % стоимости основных фондов заложено в стоимости горных выработок, что свидетельствует об актуальности эффективного управления состоянием массива пород

и системой крепь – массив и решения комплексной задачи, включающей:

• поддержание выемочных выработок в зонах повышенного горного давления и формирование больших зон разрушения на сопряжениях штрек – лава;

• обоснование мер по сохранению участковых выработок позади лавы в зоне активных смещений пород для их повторного использования для снижения затрат на проходческие работы и обеспечения прямоточного проветривания и дегазации выемочных участков.

Справедливыми остаются слова акад. М.И.Шевякова о том, что проблема горного давления всегда актуальна и нова в постановке задач. Анализ показывает, что совокупное решение перечисленных задач связано с двумя характерными факторами: значительным ростом расхода металла (500-1200 кг/м) и лесоматериалов и стремлением расширить область применения комбинированных систем охраны штреков, которые заменяют или дополняют металлоконструкции.

Фундаментальные исследования в области механики породного массива позволяют утверждать, что повторное использование выемочных штреков должно обеспечиваться не за счет применения крепей из тяжелого металлопрофиля с большой несущей способностью, а главным образом за счет управляемого малоэнергоемкого воздействия на породный массив и вовлечение его в рабочую охранную конструкцию*. Созданная на такой базе охранная конструкция обеспечивает поликомпенсацию смещений пород при проходке выработок и последовательной отработке лав. Проведенный на Украине крупнейшей шахте «Красноармейская-Западная №1» литолого-геомеханический мониторинг убедительно показал, что при разработке на глубинах 650-850 м пологого пласта мощностью 1,5-2,0 м с мало- и среднеустойчивыми вмещающими породами, представленными склонными к расслоению песчаниками и алевролитами, перспективным в этом плане является комбинированный способ поддержания выемочных штреков с применением базовой рамной, анкерной крепи и околоштрековых литых полос из твердеющих материалов. При использовании этого способа обеспечивается упрочнение породного массива и локальное поэтапное вовлечение его в охранную конструкцию, что существенно снижает разрушающее действие горного давления на сопряжении штрек-лава.

Для разработки и реализации этого способа были решены три основные задачи:

1) дано геомеханическое обоснование параметров комбинированной охранной конструкции с большой несущей способностью и степенью принудительного взаимодействия с породным массивом при обеспечении поликомпенсации смещений пород;

2) разработана технология реализации способа, при которой обеспечиваются требуемые деформационно-силовые характеристики охранной конструкции и литой полосы;

3) разработана эффективная вяжущая минеральная смесь для возведения околоштрековых литых полос.

На базе совокупности полученных результатов утвержден отраслевой технологический регламент, который определяет условия применения способа, выбор материалов для возведения литых полос, содержит методику определения параметров способа, перечень средств механизации, технологии возведения полос из твердеющих материалов и эталоны-проекты разработки технологических схем формирования литой околоштрековой полосы. Способ наиболее эффективен в следующих условиях: мощность угольного пласта 1,2-2,2 м; угол падения пласта – до 30°; глубина разработки – 1200-1300 м; обру-

---

* *Байсаров Л.В.* Геомеханика и технология поддержания повторно используемых горных выработок / Л.В.Байсаров, М.А.Ильяшов, А.И.Демченко. Днепропетровск: Лира, 2005. 240 с.

Временный технологический регламент по охране подготовительных выработок угольных шахт литыми полосами из твердеющих материалов / А.Ф.Булат, М.А.Ильяшов, Б.М.Усаченко и др. Минтопэнерго Украины, ИГТМ НАНУ. Днепропетровск. 2004. 33 с.

Baisarov L.V., *Iliashov M.A.*, *Demchenko A.I.*, Geomechanics and technology for maintenance of repeatedly used mine workings. Dnepropetrovsk: Lira. 2005. 240 p.

Bulat A.P., *Iliashov M.A.*, *Usachenko B.M.* et al.Temporary technological regulations for protection of development workings of coal mines with casting strips from hardening materials. Mintopenergo of Ukraine. Dnepropetrovsk. 2004. 33 p.

шаемость пород кровли – любая. Его применение обеспечивает поддержание пород кровли над выработкой, полное и своевременное их обрушение в выработанном пространстве, а также предотвращение поступления из него метана в выработку и утечек воздуха. Обеспечивается возможность прямоточного проветривания лав, что способствует значительному повышению нагрузок на очистной забой.

Однако увеличение нагрузок на лавы существенно изменило геомеханическое состояние охранной системы на сопряжении штрек-лава. Усилилось формирование больших зон разрушения пород, имеют место смещения пород, превосходящие конструктивную податливость рамных крепей и асимметричные нагрузки на крепь, изменился шаг посадки основной кровли. Шахтными наблюдениями установлено, что характер устойчивости выемочных выработок при базовом креплении в условиях повышенного горного давления определяется наличием шести основных зон состояния породного массива по длине выработки: 1-я – вне зоны влияния очистных работ первой лавы; 2-я – 60-80 м впереди первой лавы; за лавой: 3-я – 0-40 м; 4-я – 40-200 м; 5-я – около 200 м; 6-я – влияние забоя второй лавы. При этом радиус зоны неупругих деформаций 4-7 м, смещение – 1000-1200 мм, а коэффициент асимметрии нагрузок на крепление 2-3.

Поэтому составным элементом комбинированного способа охраны выемочных штреков является металлополимерная анкерная крепь. Опыт показал, что применение комбинации рама-анкер существенно повышает устойчивость пород приконтурной зоны, уменьшает расслоение массива, что снижает вывалообразование, характерное для арочных крепей. С переходом на плоскую кровлю выработок объективно создаются условия для применения анкерной крепи как самостоятельного вида поддержания выработок.

Таким образом, применение комбинированного способа, сочетающего рамную крепь, анкеры и литую опорную полосу, возводимую позади лавы, обеспечивает синергетический эффект совместного действия нескольких способов управления горным давлением в выемочных штреках, примыкающих к очистным забоям.

Особо следует указать на важные геомеханические и технологические функции, выполняемые литой полосой. Во-первых, она обеспечивает надлежащее сопротивление оседанию пород в зоне активных сдвижений. Во-вторых, полоса, деформируясь в податливом режиме, создает условия для снижения концентрации напряжений в охранной системе и предотвращает разрушение кровли и почвы отрабатываемого пласта. В-третьих, литая полоса, достаточно быстро набирая прочность, создает условия для обрезания зависающей консоли пород, что уменьшает асимметричность нагрузок на крепь.

Касаясь материала для возведения литых полос, отметим, что после сравнительных испытаний различных строительных смесей, были сформулированы требования к твердеющим материалам, на основе которых разработана смесь (патент Украины № 53569 А, Е 21 В 33/138. Бюл. № 1, 2003.), предел прочности которой через 2 ч после укладки, 7, 14, 21 и 28 сут составляет соответственно: 3, 9-12, 28-30, 39-45 МПа.

На основе проведенных исследований и опыта ведения горных работ обоснованы следующие технологические параметры способа: ширина полосы принимается равной 0,7 мощности пласта при легкообрушающейся основной кровле; 1,0 мощности пласта при основной кровле средней обрушаемости и 1,2 мощности пласта при труднообрушающейся основной кровле. При проведении выработки вприсечку к старой выработке ширина полосы между ними должна быть не менее двух мощностей пласта. Во всех случаях ширина полосы должна составлять не менее 1,0 м. Максимальное отставание полосы от крепи очистного забоя не должно превышать 3 м. При устойчивых породах кровли допускается отставание до 6 м. Расстояние от контура выработки в проходке до полосы следует принимать равным высоте нижней подрывки при прочности пород на сжатие менее 40 МПа и 0,6 высоты нижней подрывки при большей прочности пород. Допускается уменьшение этого расстояния при укрепле-

нии борта выработки у почвы анкерами, химическими способами и т.д. Если ширина пространства между выработкой и полосой более 1 м, следует применять дополнительные меры по его укреплению.

В качестве нагнетательных агрегатов рекомендуется применять серийно выпускаемое оборудование: при пневматическом способе возведения полос – набрызгмашины типа СБ-67, ПБМ-2Э, БМ-60, БМ-68, МБР, SSB-22, SSB-24, при гидромеханическом способе – растворонасос типа СО-10А, многоцелевые бетоноукладочные машины типа МБМ-3 и насосные установки типа МОНО WT-820 (ФРГ).

В настоящее время протяженность поддерживаемых выемочных штреков с литыми полосами превысила 14000 м. Решены вопросы не только обеспечения нагрузок на лаву 3800-5000 т/сут, но и снижения трудоемкости и затрат на поддержание штреков: уровень ручного труда сократился на 30-40 %, экономия металла 420 кг/м, производительность труда горнорабочих по добыче 76 т/сут.

Таким образом, для решения конъюнктурно-экономических и социально-технических проблем при разработке газоносных пластов на глубинах более 600 м необходимо применение прогрессивных средств крепления выработок: анкерной крепи, полигональных крепей, комбинированных охранных конструкций на базе литых полос.