

УДК 622.831.3

М.А. Ильяшов

***К ВОПРОСУ АКТУАЛЬНОСТИ ОХРАНЫ
ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК ЛИТЫМИ
ПОЛОСАМИ***

Важной проблемой при интенсивной обработке газоносных пластов является необходимость разбавлять до безопасных концентраций выделяющийся в горные выработки из забоя и вмещающих пород метан. Особо остро эта проблема обозначилась после крупных аварий на шахтах им. А.Ф. Засядько, «Краснолиманская» (Донбасс) и «Ульяновская» (Кузбасс). Не умаляя важность использования широко пропагандируемых региональных и локальных способов дегазации пластов, основной мерой безопасности будут оставаться технологические схемы с использованием комбинированных систем разработки пластов и прямоточных схем проветривания с подсыжением исходящей струи воздуха.

Для реализации комбинированной системы разработки пластов с прямоточной схемой проветривания конвейерную выработку проходят в нетронутым горными работами массиве и до прохода лавы подают по ней свежий воздух, затем поддерживают позади лавы и используют для выдачи исходящей вентиляционной струи на фланговый ходок. Целесообразно повторное использование этой же выработки в качестве вентиляционной при отработке запасов смежного выемочного столба. Однако происходящее под влиянием очистных работ перераспределение напряженно-деформированного состояния

горных пород приводит к интенсивным смещениям породного контура и потере устойчивости крепи. Штреки теряют значительную часть площади поперечного сечения еще в зоне временного опорного давления впереди лавы и дальнейшая их эксплуатация невозможна без перекрепления. Позади лавы интенсивные деформации продолжают развиваться, что делает опасным ведение трудоемких дорогостоящих немеханизированных ремонтных работ.

Выемочные выработки поддерживаются в зонах динамического опорного давления впереди лавы и активных сдвижений позади нее. Особенно актуальна задача сохранения устойчивости выемочной выработки позади действующей лавы. Важность решения указанной задачи невозможно переоценить, поскольку это обеспечивает возможность принципиального улучшения схем проветривания и дегазации, а также создает перспективы для повторного использования подготовительных выработок. Таким образом решается не только задача безопасности горных работ, но и их рентабельности, поскольку повторное использование выемочных выработок дает возможность на 70-80 % сократить затраты на поддержание выработок и таким образом снизить себестоимость добываемого угля.

На крупнейшей в Украине шахте «Красноармейская-Западная №1» проведен комплекс экспериментальных исследований по изысканию, раз-работке и совершенствованию новых способов охраны и поддержания выемочных выработок, обслуживающих высоконагруженные очистные забои. Шахта разрабатывает одиночный пласт d_4 мощностью 1,1-2,1 м на глубине 650-850 м. Вмещающие породы представлены, в основном, песчаниками и алевролитами прочностью 50-150 и 35-95 МПа, соответственно. Производственная мощность шахты 6,5 млн/год. В комплекс исследований были включены инструментальные наблюдения за конвергенцией на контуре подготовительных выработок, контроль напряженного и деформированного состояния вмещающих выработку пород электромагнитными и акустическими методами, лабораторные испытания физико-механических свойств пород, компьютерное моделирование геомеханических процессов, протекающих вокруг выемочной выработки в зонах опорного давления и активных сдвижений [1].

Для достижения поставленной задачи было необходимо решить ряд отдельных важных и самостоятельных задач.

1. Первая задача заключалась в сохранении устойчивости подготовительной выработки в зоне динамического опорного давления первой и второй лавы. Несмотря на то, что в этом направлении достигнут большой прогресс и имеется ряд эффективных разработок, существовали особенности, связанные с тем, что ранее на скоростях 150-200 м/мес очистные забои на глубинах 600-700 м и более практически не обрабатывались. Сверхвысокие скорости продвижения лав создавали существенные особенности процесса необратимых сдвижений пород вокруг выработки как впе-

реди, так и позади лавы в зоне активных сдвижений.

2. Вторая задача заключалась в обеспечении непрерывности технологии добычи угля на сопряжении лавы с выемочной выработкой. При отработке обратным ходом выемочные выработки погашаются вслед за лавой, в результате чего необходимость их дальнейшего поддержания отпадает. В случае же повторного использования крепь выработки после прохода лавы должна быть восстановлена. Вместе с тем при проходе лавы в районе ее сопряжения с выемочной выработкой необходимо снимать стойку рамной крепи. Нет необходимости говорить о том, что на период отсутствия стойки со стороны лавы нужно обеспечить устойчивость не только сопряжения, но и выработки, а также обеспечить возможность обратной сборки рамы после прохода лавы. Эта проблема представляет отдельный набор геомеханической и технологической задач, которые следовало решить в комплексе с минимальными затратами средств, времени и труда.

3. Третья задача состояла в поддержании выработки в зоне активных сдвижений. Эта задача представляла наибольшую сложность.

4. Четвертая задача заключалась в необходимости восстановления сечения выработки за пределами зоны активных сдвижений и сохранения ее удовлетворительного состояния до момента повторного использования при отработке второй лавы.

Отдельное решение указанных задач индивидуальными средствами и подходами привело бы к затратной неэффективной технологии. В связи с этим используя совмещение системного подхода и планирование экспериментов, а также сочетание комплексных методов

исследований были найдены решения, которые достигают нескольких целей малым набором средств, что обеспечивает эффективность общего решения поставленной комплексной задачи с минимальными затратами.

Указанные решения заключались в следующем. В связи с тем, что смещения вмещающих пород на контуре выемочной выработки при вынимаемой мощности пласта около 2 м могли достигать 1000 мм и более, главная концепция обеспечения устойчивости выработки базировалась на синергетическом эффекте совместного действия нескольких технологий. В качестве основных технологий, применяемых для обеспечения устойчивости выемочной выработки выбраны применение комбинированной рамно-анкерной крепи и использование литых опорных полос позади лавы. При этом было показано, что такое сочетание уменьшает смещения кровли до 250-300 мм и существенно снижает ее расслоение и разрушение.

Литые полосы из быстротвердеющего материала выполняют несколько важных функций. Во-первых они обеспечивают сопротивление оседанию пород в зоне активных сдвижений. Во-вторых полоса должна быть податливой, чтобы не концентрировать повышенные напряжения и не разрушать кровлю и почву отработанного пласта. В-третьих литая полоса должна быстро набирать прочность и обрезать зависающую консоль пород, что уменьшает концентрацию горного давления. В-четвертых смесь должна обладать достаточной текучестью и устойчивостью против расслоения, чтобы обеспечить возможность ее транспортирования от места изготовления до места сооружения литой полосы.

Технология возведения литых полос является отдельной проблемой и состоит из многих составляющих. Одной из важных составляющих является скорость схватывания твердеющего материала и его прочность после схватывания. Были проверены несколько составов зарубежного производства и показано, что их эффективность неудовлетворительна, поскольку полосы не выполняют своих основных функций. В связи с этим был разработан состав, который komponуется из материалов местного производства. В состав входят песок определенного гранулометрического состава, цемент или другие вяжущие и специальные добавки, ускоряющие схватывание смеси и регулирующие ее предел прочности. В результате разработана и запатентована смесь, которая имела предел прочности на одноосное сжатие до 50 МПа и набирала его в течение нескольких десятков часов.

Отдельная технологическая задача сооружения литых полос также состояла из нескольких компонентов. Они включали технологию доставки смеси к месту сооружения полосы, затворение смеси и перемешивание, возведение опалубки и подачу смеси в эту опалубку. В результате системного анализа существующих технологий и выполненных экспериментов разработана предельно простая и эффективная технология. Цепочка технологических процессов выглядит следующим образом. Смесь пакетируется в мешки массой по 25 кг и доставляется на выемочный участок монорельсовой дорогой в поддонах, затем складывается у стенки выемочной выработки. При производстве полосы смесь перемешивается с водой в бетонном смесителе-дозаторе, который используя пневматическую энергию воздуха перекачивает смесь по гофрированной трубе

в опалубку. Реологические характеристики смеси таковы, что позволяют подавать смесь на расстояние до 100-150 м, что облегчает технологию возведения литых полос и снимает накладку технологических операций на сопряжении лавы с выемочной выработкой [2].

Вторая основная технология повышения устойчивости выемочной выработки заключалась в использовании комбинированной рамно-анкерной крепи. При этом использовалась прогрессивная технология сталеполлимерных анкеров, которые обеспечивают искусственную опору в кровле выработки из упрочненных пород, которые армируются анкерами. Армирование кровли анкерной крепью уменьшает разрушение кровли, обеспечивает податливое ее оседание в зоне активных сдвижений и препятствует значительному разуплотнению после разрушения. Было экспериментально доказано, что совместное действие податливых рам, анкеров и литой полосы создает дополнительный синергетический эффект, который на 40-60 % снижает конвергенцию вмещающих пород в сравнении со случаем, когда эти технологии применяются отдельно. Такое положительное взаимодействие достигается благодаря взаимному дополнению воздействий рам, которые создают сжимающие напряжения в породах кровли, анкеров, которые стягивают слои кровли и препятствуют их расслоению и литой полосы, которая уменьшает оседание пород кровли над выработанным пространством лавы и устраняет дополнительную нагрузку путем обреза консоли зависающих пород. Именно такое сочетание эффектов позволяет сохранить сечение выработки за лавой на уровне 9-11 м² при исходной его величине 15 м².

Кроме основных мероприятий используются дополнительные, позволяющие усилить положительный эффект разработанных технологий. К этим дополнительным мероприятиям относится, прежде всего, установка подхватных анкеров под верхняк рамной крепи со стороны действующей лавы. Эти подхваты удерживают верхняк напротив окна лавы, где снимается стойка рамы со стороны лавы для возможности продвижения головки лавного конвейера и работы пункта пересяпа. Важно, что и в этом случае выдерживается многоцелевая направленность мероприятия, поскольку подхватные анкера не только удерживают верхняк, но и дополнительно усиливают кровлю выработки, предотвращая ее от расслоения. Особенно важно, что точка усиления находится в самом нужном (критическом) месте со стороны действующей лавы в месте проявления максимальных касательных напряжений, которые могут провоцировать разрушение пород кровли.

Устанавливается также традиционная усиливающая стоечная крепь в зоне активных сдвижений, что позволяет уменьшить интенсивность сдвижений на контуре выработки на самом ответственном участке выработки.

На шахте «Красноармейская-Западная №1» отработано около 15 километров выемочных столбов с использованием технологии поддержания и повторного использования выемочных выработок. Кроме того, в разработанной технологии заложены еще не вскрытые резервы, которые в настоящее время исследуются и проходят промышленную проверку. Так последнее время испытывается концепция усиления замков податливости

рамных арочных крепей. С одной стороны податливость крепи сохраняется, но ее сопротивление силам горного давления повышается в 1,5-2 раза, что дает возможность изменить геомеханику разрушений и расслоений в кровле выработки в сторону снижения интенсивности процессов сдвижений и неупругих деформаций вмещающих пород. Испытывается также технология соединения анкеров с податливыми рамами, что позволяет усилить синергетический эффект за счет реализации совместного сопротивления рам и анкеров. Проходит промышленную апробацию новая схема установки подхватных анкеров, что дает возмож-

ность экономить на материалах, сохранив ту же устойчивость выработки.

Экономическая оценка результатов внедрения новой технологии показывает, что ее использование дает прямую экономию в виде уменьшения затрат на проходку выемочных выработок и возможность обеспечения прямой схемы проветривания и дегазации подрабатываемой толщи позади лавы снижает ограничение на очистные забои по газовому фактору. Изложенная технология является примером рыночного использования наукоемкой технологии, которая при минимальных затратах и сроках окупаемости обеспечивает максимум эффективности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байсаров Л.В., Ильяшов М.А., Демченко А.И. Геомеханика и технология поддержания повторно используемых горных выработок. Днепропетровск: «Лира», 2005. - 240 с.
2. Булат А.Ф., Ильяшов М.А., Усачен-

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

■ ■ ■

Коротко об авторах

Ильяшов М.А. – профессор, доктор технических наук, исполнительный директор ЗАО «Донецксталь», Донецк, Украина.

Статья представлена ЗАО «Донецксталь».

