

УДК 622.268.13: 622.268.7

С.А. Курносів, д-р техн. наук, ст. научн. сотр.,

В.В. Задерій, магістр
(ИГТМ НАН України),

А.А. Цикра, канд. техн. наук,

Д.И. Аверкин, магістр
(ООО «Минова Україна»),

П.Е. Филимонов, д-р техн. наук
(ПАО «Шахта им. А.Ф. Засядько»),

А.В. Васильев, магістр
(ГП «Макеевуголь»),

В.Г. Васильев, магістр
(шахта «Чайкино», ГП «Макеевуголь»),

Д.А. Перетяцько, магістр
(шахта «Бутовская», ГП «Макеевуголь»).

**ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ СБОРНОЙ ОХРАННО-ИЗОЛИРУЮЩЕЙ
ПОЛОСЫ ИЗ БЫСТРОТВЕРДЕЮЩЕЙ БЕТОННОЙ СМЕСИ
«ТЕКХАРД»**

С.А. Курносів, д-р техн. наук, ст. наук. співр.,

В.В. Задерій, магістр
(ИГТМ НАН України),

А.А. Цикра, канд. техн. наук,

Д.І. Аверкін, магістр
(ТОВ «Минова Україна»),

П.Є. Філімонов, д-р техн. наук
(ПАТ «Шахта ім. О.Ф. Засядька»),

А.В. Васильєв, магістр
(ДП «Макіїввугілля»),

В.Г. Васильєв, магістр
(шахта «Чайкіно», ДП «Макіїввугілля»),

Д.А. Перетяцько, магістр
(шахта «Бутовська», ДП «Макіїввугілля»).

**ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ ЗБІРНОЇ ОХОРОННО-ІЗОЛЮЮЧОЇ
ПОЛОСИ З ШВИДКОТВЕРДІЮЧОЇ БЕТОННОЇ СУМІШІ «ТЕКХАРД»**

S.A. Kurnosov, D.Sc. (Tech.), Senior Researcher,

V.V. Zaderiy, Master of Science
(IGTM NAS of Ukraine),

A.A. Tsikra, Ph. D. (Tech.),

D.I. Averkin, Master of Science
(«Minova Ukraine» LTD),

P.Ye. Filimonov, D. Sc. (Tech.)
(« A.F. Zasydko Mine» PJSC),

A.V. Vasilyev, Master of Science
(«Makeyevugol» SOE),

V.G. Vasilyev, Master of Science
(«Chaykino» Mine «Makeyevugol» SOE,

D.I. Peretyatko, Master of Science
(«Butovskaya» Mine «Makeyevugol» SOE

AN APPLICATION EXPERIENCE OF BRICK-ASSEMBLY SUPPORTING AND SEALING WALL OF QUICK-HARDENING CONCRETE BLEND «TEKHARD»

Аннотация. Целью исследований является анализ опыта применения на шахтах Донбасса сборной охранно-изолирующей полосы из быстротвердеющей бетонной смеси ТЕХАРД для крепления сопряжения лавы с подготовительной выработкой и выявление путей решения проблемы повторного использования подготовительных выработок при разработке следующего выемочного столба в сложных условиях больших глубин. Результаты исследований показали эффективность применения жестких полос для поддержания сопряжения лавы с подготовительной выработкой, а также для изоляции выработанного пространства от свежей струи воздуха с целью предотвращения самовозгорания угля и улучшения вентиляции добычного участка. Доказана возможность повторного использования подготовительных выработок при разработке следующего выемочного столба путем применения комбинированной крепи, включающей жесткую охранную полосу и рамно-анкерную крепь. Обоснована необходимость проведения дополнительных исследований по отработке рациональных параметров полосы в зависимости от соотношения прочностных характеристик пород кровли и почвы угольного пласта и изысканию возможности применения полос при наличии слабой почвы с ее дополнительным упрочнением.

Ключевые слова: охранная полоса, повторное использование выработки.

Крепление горных выработок является основным техническим средством, обеспечивающим надежность, безопасность и нормальные условия их эксплуатации. От эффективного решения данной проблемы зависит надежность и безопасность функционирования горных выработок и шахты в целом. Известно, что в сложных горно-геологических и горнотехнических условиях отработки угольных пластов возникают существенные проблемы при поддержании сопряжения обрабатываемой лавы с подготовительными выработками. Зависание консоли горных пород за лавой нарушает симметрию нагружения рамной крепи и значительно увеличивает нагрузку на нее со стороны выработанного пространства.

Вследствие этого, крепь подготовительной выработки деформируется настолько, что потери начального поперечного сечения достигают 30-40 % – вне зоны влияния очистных работ и 70-80 % – после прохода лавы. Асимметричное нагружение рамной крепи приводит к искривлению профиля выработки, что вызывает резкое ухудшение работы подземного транспорта, затрудняет работу добычных участков и подготовительных забоев, снижает производительность труда горняков.

Работы по восстановлению сечения и крепи выработок требуют существенных материальных и трудовых затрат.

Исследования, проведенные в ИГТМ НАН Украины, показывают, что эффективное поддержание сопряжения отрабатываемой лавы с подготовительными выработками может быть обеспечено технологией комбинированного крепления, предусматривающей, в том числе, и возведение охранной полосы [1, 2]. Вместе с тем, разнообразие условий и технологических особенностей возведения охранных полос, с учетом напряженного состояния массива в приконтурной зоне, требует разработки новых подходов к охране выработок и научно-технических принципов управления состоянием напряженных пород в сложных условиях на базе типизации условий отработки угольных пластов, а также проведения и поддержания подготовительных выработок.

Современные бетонные смеси для возведения охранных полос обеспечивают широкий диапазон варьирования прочностными и технологическими параметрами полосы (пределом прочности на сжатие, временем начального и окончательного затвердения, технологией возведения и т.д.) [1, 3-5]. Это позволяет эффективно управлять горным давлением в различных горно-геологических и горнотехнических условиях отработки угольных пластов и создает основы для решения проблемы безремонтного поддержания горных выработок, их повторного использования, улучшения условий труда шахтеров, а также экономических и производственных показателей работы шахт.

Основным недостатком применения для охраны сопряжения лавы с подготовительной выработкой породных полос, органной крепи, костров, кустокостров и т.д. является их значительная податливость и невысокая несущая способность, что не позволяет эффективно поддерживать зависающую за лавой консоль пород кровли и в сложных условиях не препятствует интенсивному нагружению крепи подготовительной выработки.

На больших глубинах отработки угольных пластов нашли применение жесткие охранные конструкции – полосы, выкладываемые из блоков БЖБТ и литые бетонные полосы.

К недостаткам возведения охранной полосы из железобетонных блоков, прежде всего, следует отнести высокую трудоемкость и травмоопасность работ. Кроме того, блоки укладываются в стопку без «перевязки», что значительно снижает устойчивость всей конструкции полосы.

Опыт применения литых полос, возводимых гидравлическим способом, в сложных горно-геологических и горно-технических условиях шахт им. А.Ф. Засядько, «Красноармейская-Западная № 1» и др. показал хорошие результаты [1, 6]. Сухая цементно-минеральная смесь затворялась при помощи специальных насосов и ними же в виде жидкого бетонного раствора подавалась по системе трубопроводов в накопительную опалубку, где со временем отвердевала. Существенным недостатком данной технологии являются требования к консистенции раствора – он должен сохранять жидкое состояние и не расслаиваться по фракциям в течение продолжительного времени, что обусловлено не-

обходимостью его транспортировки по трубопроводу на значительные расстояния. В результате замедленного схватывания бетона, литая полоса на начальном этапе не препятствует оседаниям кровли, что влечет существенную потерю первоначальной высоты сопряжения и отслоение обнаженных пород кровли. Помимо этого, опалубку невозможно заполнить под самую кровлю, технологический зазор приходится закладывать лесоматериалами, что в недостаточной мере препятствует началу развития неупругих деформаций в кровле сопряжения. Кроме того требуется применение дорогостоящего оборудования, опалубочных емкостей, металлической или деревянной затяжки, обеспечение сжатым воздухом, т.е. дополнительных затрат, которые в нынешних экономических условиях далеко не каждая шахта может себе позволить.

На предприятии ООО «Минова Украина» в промышленных масштабах налажено производство сухой цементно-минеральной смеси (СЦМС) ТЕКХАРД. Данная смесь после затворения водой представляет собой быстротвердеющий высокопрочный бетон для применения в шахтах угледобывающей промышленности. Параметры данного материала позволяют эффективно использовать его при охране сопряжения лавы с подготовительной выработкой. Технические характеристики смеси приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Технические характеристики цементно-минеральной смеси ТЕКХАРД

Наименование параметров	Ед. изм.	ТЕКХАРД
Соотношение вода / порошок	-	0,2
Начало схватывания	мин	45-60
Окончание схватывания	мин	90
Насыпная плотность	кг/м ³	1200
Расход смеси на 1 м ³	кг/м ³	1400
Прочность на сжатие через 24 часа	МПа	7-12
Прочность на сжатие через 7 дней	МПа	30

СЦМС ТЕКХАРД отвечает всем требованиям, предъявляемым к смесям для возведения литых охранных полос [1] приведенным выше гидравлическим способом. После затворения водой она представляет собой легко перекачиваемый однокомпонентный раствор, быстротвердеющий после заливки в опалубку полосы.

Кроме того, на предприятии данная смесь фасуется в специальные мешки размером 0,55 x 0,40 м, масса мешка составляет 20 кг. СЦМС, благодаря специальному составу, обладает повышенной гидрофильностью (поглощением воды) и не требует перемешивания при затворении. Это позволяет возводить охранную полосу непосредственно из мешков с сухой смесью, а затем осуществлять ее затворение водой. Технология возведения сборной охранно-изолирующей

полосы из быстротвердеющей смеси ТЕКХАРД включает в себя работы по укладке мешков с СЦМС с системой перевязки по принципу кирпичной кладки. Мешки верхнего ряда должны перекрывать зазоры между мешками нижнего ряда. Благодаря перевязке создается более прочная кладка с равномерным распределением нагрузки.

По мере подвигания очистного забоя на один или несколько циклов, выполняется возведение охранной полосы с соблюдением требования минимального отставания полосы от линии забоя лавы. Данное требование обосновано необходимостью предотвращения начала развития неупругих деформаций в кровле выработки. Первоначально на почву укладывается первый слой мешков в два или более ряда (согласно расчетной ширине полосы b_n) длинной стороной вдоль направления подвигания лавы. Затем укладывается второй слой – перпендикулярно нижнему ряду, с перекрытием зазоров. Операция продолжается послойно до набора полосой высоты выработки на уровне распора передних стоек механизированной крепи для обеспечения минимальной просадки кровли сопряжения лавы с подготовительной выработкой.

После выкладки полосы приступают к наполнению мешков с СЦМС водой из шахтного водовода путем прокалывания и нагнетания игольчатым инъектором $\varnothing 10$ мм, оборудованным краном и подводным рукавом. Один-два прокола мешка с впрыскиванием 4-х литров воды достаточно для затворения мешка с сухой смесью и начала процесса ее быстрого отверждения и превращения в высокопрочный бетон. Для предохранения полосы до момента набора ею прочности используется оконтуривающая органная крепь. Существенным преимуществом данной технологии является то, что, за счет высокой эластичности мешков с сухой смесью, достигается оперативная забутовка сопряжения под самую кровлю, а при затворении смеси, благодаря специальной добавке, происходит ее расширение в объеме до 2 % без потери прочности. Это обеспечивает эффективный распор кровли-почвы и предотвращает начало развития неупругих деформаций во вмещающих породах.

Минимальное расстояние охранной полосы от контура подготовительной выработки в проходке принимается равным высоте нижней подрывки при прочности пород на сжатие менее 40 МПа и 0,6 высоты нижней подрывки при большей прочности пород [1, 2].

В декабре 2010 г. на шахте им. А.Ф. Засядько была подготовлена к высокопроизводительной отработке (до 2500 т/сут) по простиранию очистная панель 18-ой западной лавы пласта m_3 на горизонте 1322 м.

Панель была оконтурена комбайновым способом с проведением вентиляционного и конвейерного штреков, а также монтажного ходка. Длина лавы – 305 м, длина поля очистной панели – 1400 м. 18-ый западный вентиляционный штрек пройден вприсечку к конвейерному штреку ранее отработанной 17-ой западной лавы с оставлением целика 3-4 м. 18-ый западный конвейерный штрек пройден в целике. Штреки имели отрицательный уклон от 1 до 4°. Все выработки проводились с гидрорыхлением угольного пласта или с предварительным

его выбуриванием кустами скважин с целью предотвращения внезапных выбросов. Забой лавы оснащен механизированным комплексом ЗКД90, скребковым конвейером СП 326, очистным комбайном 1ГШ68.

Мощность вынимаемого пласта m_3 – 1,5-2,0 м. Глинистые сланцы, представляющие кровлю и почву угольного пласта, имеют следующие характеристики: аргиллиты и алевролиты мощностью до 16-19 м и 2-4 м соответственно, $\sigma_{сж.} = 30-40$ МПа. Породы кровли – слоистые, трещиноватые, легкообрушаемые. Почва – склонная к значительному пучению. Породы обводнены: наблюдался капез воды из пород кровли по линии очистного забоя и на сопряжении с конвейерным штреком, приток в почву по «дутику» до $5 \text{ м}^3/\text{час}$.

Выработки закреплены арочной крепью КМП-А3 18,3 (профиль СВП33, шаг крепления 0,5-0,65 м) с усиливающей сталеполимерной крепью (анкеры длиной 2,4 м, $\text{Ø}22$ мм) из расчета 12-14 анкеров на погонный метр выработки. Затяжка кровли – металлическая решетчатая (проволока $\text{Ø} 5$ мм, размер ячейки – 50x50 мм). Сопряжения штреков и монтажного ходка дополнительно тампонировались высоконапорным нагнетанием полиуретановой двухкомпонентной смолы БЕВЕДАН-БЕВЕДОЛ. Тампонаж выполняли посредством герметизаторов IRMA и насоса DP-35.

Абсолютное метановыделение на участке – до $65 \text{ м}^3/\text{мин}$. Проектом предусматривалась высокоэффективная дегазация спутников угольного пласта и выработанного пространства за лавой с транспортировкой метана по отдельным газопроводам диаметром 500-600 мм. Для проветривания выработок за счет общешахтной депрессии в лаву подавалось $2000 \text{ м}^3/\text{мин}$ свежего воздуха по возвратноточной схеме.

В процессе проведения оконтуривающих выработок неоднократно возникала угроза эндогенного пожара в зонах геологических нарушений, а также в пустотах за крепью вследствие повышения химической активности неустойчивого и трещиноватого угля при контакте с воздушной струей. Очаги пожара были потушены и разобраны, а затем изолированы с помощью легкого бетона из цементно-минеральной смеси ТЕКБЛЕНД, выпускаемой заводом ООО «Минова Украина».

Высокая нагрузка на очистной забой осложнялась наличием множества мелкоамплитудных нарушений самовозгорающегося газообильного пласта, т.е. угрозами возникновения очагов эндогенных пожаров, а также неустойчивыми породами кровли и почвы, требующими специальных мер для поддержания сопряжения лавы с конвейерным штреком.

Для снижения вероятности возникновения пожара, шахтой были разработаны специальные мероприятия: распыление твердых (порошкообразных) антипирогенов на поверхность почвы лавы и конвейерного штрека, нагнетание жидких антипирогенов в шпур, пробуренные в почву лавы и борта штрека, тщательная выемка угольного пласта в почве в местах геологических нарушений для снижения критической массы [7]. Однако даже при высоком уровне профилактических мероприятий не снималась угроза самовозгорания угля в

выработанном пространстве на «хвостах» сбросов. В связи с этим, был сделан вывод, что наиболее эффективным методом повышения эндогенной пожаробезопасности пласта в данных условиях являются мероприятия по сокращению доступа свежей воздушной струи в выработанное пространство за секциями механизированной крепи и времени ее контакта с разрыхленным углем.

Известная технология нагнетания быстротвердеющего раствора в заливочные емкости посредством бетононасоса и трубопровода широко применялась в шахтоуправлении «Покровское» (шахта «Красноармейская-Западная № 1») и непосредственно на шахте им. А.Ф. Засядько. Блоки бетона выливались позади механизированной крепи лавы для возведения охранной изолирующей полосы, располагаемой вдоль выработки за ее контуром со стороны выработанного пространства. Свободное пространство между затяжкой рамной крепи и литой полосой забучивалось породой. Поскольку технологически полоса не может быть вылита в опалубке до верхней отметки кровли сопряжения, пространство между полосой и кровлей закладывали кусками породы или лесоматериалом хвойных пород толщиной 40 мм, располагаемым, как правило, вдоль оси выработки. Однако это не обеспечивало полной изоляции выработанного пространства от доступа воздуха, особенно в первоначальный период до восприятия полосой нагрузки от пород кровли. Требовалась чеканка верхнего шва, а также швов между бетонными блоками глиняными, гипсовыми растворами или пеной КАРБОФОАМ. Недостатком такого способа возведения полосы явилась также ее удаленность от груди очистного забоя за секции крепи на 6-7 м. При таком отставании полосы от забоя лавы, в процессе передвижки и распора секций крепи, происходила неоднократная разгрузка пород кровли, повышалась их нарушенность, что приводило к значительному (до 50%) проседанию кровли.

В связи с этим, при отработке 18-ой западной лавы было принято решение выложить сборную охранно-изолирующую полосу из быстротвердеющей смеси ТЕКХАРД с ее расположением ниже первой секции крепи в отработанном борту конвейерного штрека. Это позволило надежно изолировать выработанное пространство и, тем самым, предотвратить самовозгорание угля. Улучшилось проветривание очистного забоя за счет значительного снижения утечек свежей струи воздуха в выработанное пространство за лавой и уменьшения объемов дренирующего в подготовительную выработку метана. Кроме того, увеличилась концентрация метана в газопроводе, транспортирующем газ на шахтную когенерационную установку для выработки электроэнергии.

Визуальные наблюдения и замеры смещений контура выработки показали, что охранно-изолирующая полоса значительно улучшила состояние сопряжения лавы с конвейерным штреком. Восстающее положение выработки позволило удерживать насосы для откачки воды с отставанием 40-50 м от забоя, понизить уровень дренажа. Это, в свою очередь, снизило пучение пород почвы. По мере подвигания лавы и вскрытия очистным забоем мелкоамплитудных нарушений, вслед за передвижкой насосов, в штреке возводились поперечные сбор-

ные бетонные перемычки для изоляции перемятых «хвостов» сбросов в борту конвейерного штрека со стороны целика.

В мае 2012 г. после отработки 18-ой западной лавы, в камере демонтажа секции крепи КД90 заменили литой и сборной бетонными полосами из СЦМС ТЕКХАРД с целью повторного использования выработки в качестве вентиляционного ходка. На рис. 1 приведена схема возведения полос и перемычек в 18-ой западной лаве. Результаты исследований показали, что состояние выработки существенно улучшилось.

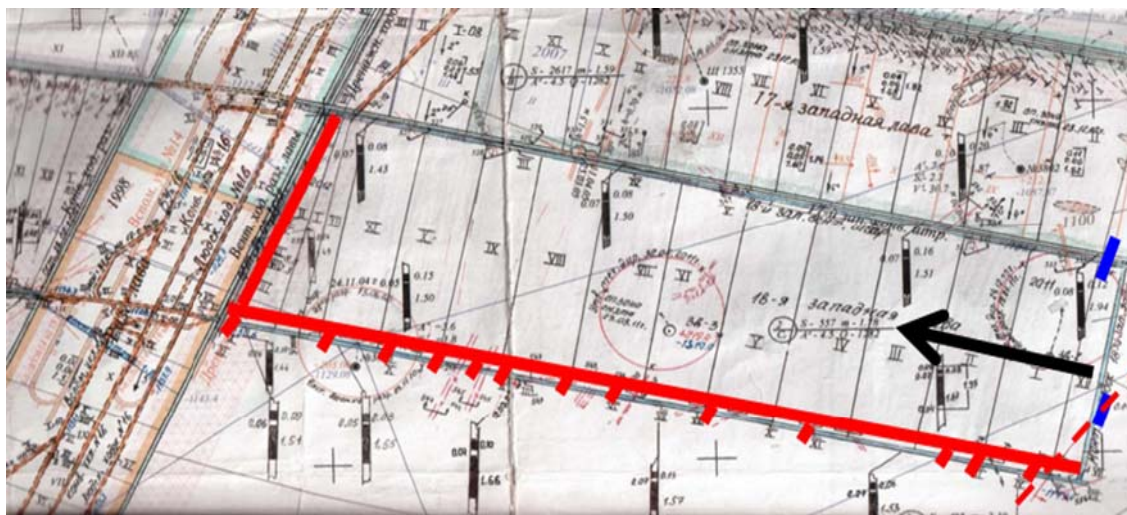


Рисунок 1 – Схема возведения сборной охранно-изолирующей полосы и перемычек при отработке пласта m_3 18-ой западной лавой ш. им. А.Ф. Засядько

В ноябре 2010 г. на шахте им. А.Ф. Засядько была подготовлена к отработке по простиранию пласта m_3 с нагрузкой до 2500 т/сут 19-я восточная лава горизонта 1365 м. Лава оконтурена вентиляционным, конвейерным штреками и монтажным ходком, пройденными комбайновым способом. Длина лавы составляла 350 м, длина поля очистной панели – 1500 м. 19-ый восточный вентиляционный штрек пройден вприсечку к конвейерному штреку ранее отработанной 18-ой восточной лавы с оставлением целика 3-4 м. 19-ый восточный конвейерный штрек пройден в целике. Все выработки проводились с гидрорыхлением угольного пласта с целью предотвращения внезапных выбросов.

Горно-геологические условия подобны условиям отработки 18-ой западной лавы, но с меньшим количеством мелкоамплитудных нарушений, расположенных на восточном крыле панели. Крезь выработок подобна крепи лавы-аналога. Очистной забой, кроме механизированного комплекса КД90, был оснащен скребковым конвейером СПЦ230 и двумя одношнековыми комбайнами ГШКГУ. Проветривание 19-ой восточной лавы предусматривалось по прямой схеме, что требовало сохранения вентиляционного штрека по мере подвигания лавы. За счет общешахтной депрессии в лаву подавалось до 2000 м³/мин свежего воздуха.

При выходе из монтажного ходка необходим был разворот линии очистного забоя по конвейерному штреку на 28 м. На основании опыта отработки 18-ой западной лавы, с целью изоляции выработанного пространства со стороны 19-го восточного конвейерного штрека, принято решение по возведению сборной полосы длиной 130 м из мешков с СЦМС ТЕКХАРД до полного обрушения основной кровли и прохода вскрытых мелких геологических нарушений.

Вентиляционный штрек охранялся литой полосой, что объяснялось высокой трудоемкостью доставки мешков со смесью в окно лавы вследствие чрезмерной конвергенции (пучения) 19-го восточного вентиляционного штрека. На рис. 2 приведена схема возведения изолирующих полос 19-ой восточной лавы.

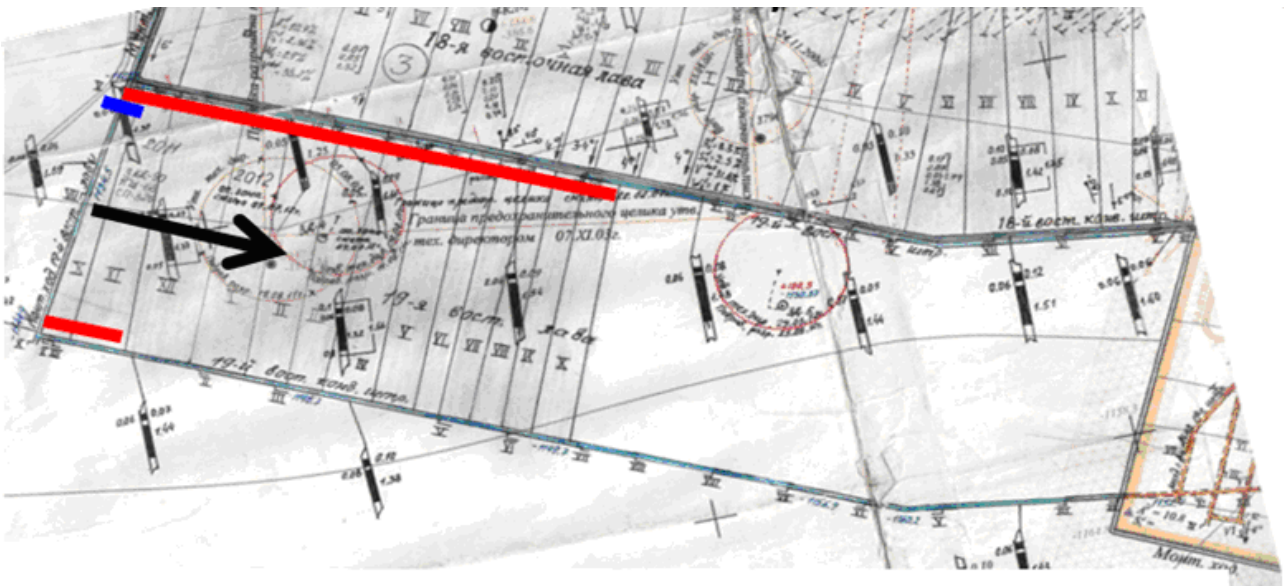


Рисунок 2 – Схема возведения охранно-изолирующих полос при отработке пласта m_3 19-ой восточной лавой ш. им. А.Ф. Засядько

Результатом применения СЦМС при возведении сборной охранно-изолирующей полосы в 19-ом восточном конвейерном штреке явилась его надежная изоляция от выработанного пространства лавы и сохранение сечения выработки в удовлетворительном состоянии для передвижки конвейера ПТК.

На шахте «Чайкино» ГП «Макееуголь» отработка газообильного пласта m_3 на горизонте 1210 м осуществляется 3-й западной лавой прямым ходом. Выемка угольного пласта мощностью 1,6 м обеспечивается механизированным комплексом ЗКД90 и комбайном РКУ10. Скорость подвигания очистного забоя 28-30 м/мес. Вентиляционная и конвейерная выработки крепятся арочной крепью. Большая глубина и слабые неустойчивые вмещающие породы серьезно усложняют отработку лавы.

Ранее, до мая 2013 г. 3-й западный конвейерный штрек крепили арочной крепью КМП-А3 сечением $15,5 \text{ м}^2$. С начала отработки лавы на протяжении 1450 м выработка охранялась 10-ю рядами деревянной стойки под брус с забутовкой породой и 3-мя рядами деревянной органки в выработанном простран-

стве. Изоляция осуществлялась «чураковой» стенкой. Такой метод охраны привел к практически полной потере сечения выработки, утечкам воздуха и значительным материальным затратам на ее поддержание.

С мая 2013 г. охрана выработки осуществлялась рядом бетонных блоков БЖБТ и 9-ю рядами деревянной органной крепи, возводимыми в выработанном пространстве лавы за двумя нижними секциями механизированной крепи КД90 на расстоянии от забоя лавы до 6-7 м. Изоляция выработки обеспечивалась выкладкой «чуракового» ряда с уплотнением глиной.

При данном паспорте крепления конвергенция выработки уменьшилась. В тоже время трудоемкость мер охраны и ремонта штрека оставалась высокой. При фактической выемке пласта мощностью 1,6 м, высота выкладки полосы из бетонных блоков и стоек деревянного органного ряда составляла не более 1,0 м, вследствие проседания пород кровли на 0,6 м. При таком способе охраны происходила интенсивная конвергенция выработки, что требовало ее многократного перекрепления с заменой металлической крепи и подрывкой пород почвы. Перекрепление штрека приходилось осуществлять трижды на расстоянии приблизительно 40, 150 и 400 м за лавой. Недостаточно эффективной была и изоляция выработки – свежая струя воздуха проникала за секции крепи в выработанное пространство, а метано-воздушная смесь выходила на вентиляционный штрек.

В связи с этим, в июне 2013 г. были вновь пересмотрены мероприятия по охране выработки. Принятая схема крепления выработки включает применение арочной овоидной крепи типа КМП-А3Р2 сечением 14,1 м² Павлоградского НПЦ «Геомеханика» и охранной изолирующей полосы, возводимой из мешков с сухой цементно-минеральной смесью ТЕКХАРД (использован опыт шахты им. А.Ф. Засядько). Сборная полоса шириной 1,1 м выкладывается непосредственно на сопряжение лавы с конвейерным штреком ниже первой секции крепи КД на уровне задних стоек. При вынимаемой мощности пласта 1,6 м, высота полосы – 1,5 м, т.е. проседание кровли составляет всего 0,1 м, отставание от забоя лавы – не более 3 м. Контур полосы формируется установкой ряда деревянных рудстоек после передвижки лавного конвейера по окончанию цикла выемки угля. В функции органного ряда входит предохранение сборной полосы до момента набора нею необходимой прочности.

По состоянию на конец сентября 2013 г. с использованием сборной охранно-изолирующей полосы закреплено 110 м выработки. За этот период не возникло потребности в перекреплении штрека, осуществлена только подрывка пород почвы на глубину до 1 м.

В июле 2013 г. на шахте «Бутовская» ГП «Макеевуголь», в соответствии с рекомендациями ИГТМ НАНУ, начато возведение сборной охранно-изолирующей полосы из быстротвердеющей смеси ТЕКХАРД по борту сопряжения 4-й западной разгрузочной лавы пласта n_1 с восточным людским ходком. Глубина разработки – 1050 м, угол падения пласта – 4-7°, мощность – 1,7 м. Кровля пласта представлена песчаником, мощность слоя от 24 м до 35 м, кре-

пость пород $f = 9 - 15$, $\sigma_{сж} = 85 - 140$ МПа. Непосредственная почва – алевролит мощностью 2-5 м, крепость $f = 2 - 7$, $\sigma_{сж} = 13 - 70$ МПа. Основная – песчаник $N_1^7 Sn_1$ мощностью 10-23 м, крепость $f = 9 - 15$, $\sigma_{сж} = 80 - 150$ МПа.

К началу октября 2013 г. по предложенной схеме закреплено порядка 50 м ходка. Визуальными наблюдениями и измерениями сечения ходка установлено, что крепь выработки находится в хорошем состоянии. По всей протяженности людского ходка на расстоянии не менее 100 м впереди линии очистного забоя сотрудниками ИГТМ НАНУ оборудуются измерительные станции. Целью исследований является установление закономерностей изменения состояния вмещающих выработку пород и крепи в зависимости от расстояния до забоя лавы.

Таким образом, опыт применения сборной охранно-изолирующей полосы из быстротвердеющей смеси ТЕКХАРД показал перспективность данного материала и технологии его применения при охране оконтуривающих лаву подготовительных выработок в сложных горно-геологических и горнотехнических условиях:

- значительно улучшается состояние подготовительных выработок, они не требуют перекрепления, снижается объем подрывки пород почвы;

- технология возведения охранной полосы путем укладки мешков массой 20 кг с последующим наполнением водой игольчатым иньектором проста, нетрудоемка и не требует дополнительного дорогостоящего оборудования;

- цементно-минеральная смесь набирает прочность 30 МПа и более в 4-5 раз быстрее обычного бетона (за первые сутки – до 12 МПа, в зависимости от температуры окружающей среды);

- за счет высокой эластичности мешков с сухой смесью достигается оперативная выкладка полосы под самую кровлю, что предотвращает начало развития неупругих деформаций во вмещающих породах;

- сборная полоса, воспринимающая нагрузку от посадки непосредственной кровли пласта, работает как жесткая обрезающая крепь и в дальнейшем эффективно поддерживает короткую консоль зависающих со стороны штрека пород;

- достигается практически полная изоляция выработанного пространства от свежей струи воздуха, что предотвращает самовозгорание угля;

- улучшается проветривание очистного забоя за счет значительного снижения утечек свежей струи воздуха в выработанное пространство за лавой и уменьшения объемов дренирующего в подготовительную выработку метана;

- достигается снижение расхода лесоматериалов более чем в 3 раза;

- технология возведения сборной полосы безопасна.

На данном этапе развития угледобывающей отрасли Украины, на передовых шахтах применяются высокопроизводительные добычные комплексы, темпы работы которых в значительной степени сдерживаются проблемами проведения и поддержания подготовительных выработок. Наиболее эффективным решением данной проблемы является их повторное использование при разработке следующего выемочного столба, что может быть достигнуто применением комби-

нированной крепи, важным элементом которой является жесткая охранный полоса [8].

Сотрудниками ИГТМ НАНУ совместно с шахтой «Красноармейская-Западная № 1» проведены масштабные экспериментальные исследования по определению рациональных параметров охранный полосы (ее ширины, расстояния от контура подготовительной выработки вглубь отработанного пространства, прочности материала на сжатие и т.д.), результатом которых явилась разработка «Временного технологического регламента...» [1]. На данный момент этот документ регламентирует параметры возведения жестких охранных полос, однако область его применения ограничена глубиной разработки до 1200 м. Кроме того, требуется более детальная отработка параметров полосы в зависимости от соотношения прочностных характеристик кровли и почвы угольного пласта и изыскание возможности применения полос при наличии слабой почвы ($\gamma H / \sigma_{сж} > 0,5$) с ее дополнительным упрочнением (например, стеклопластиковыми анкерами).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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.]. – Днепропетровск: РИА «Днепр-VAL», 2004. – 33 с.
2. Временная инструкция по охране выемочных выработок полосами из твердеющих материалов. – М.: ИГД им. А.А. Скочинского, 1981. – 20 с.
3. Тучин, А.С. Минерально-цементные материалы фирмы «Фосрок-Поланд» в Украине / А.С. Тучин, З. Скальски // Уголь Украины. – 2001. – № 9. – С. 51-54.
4. Булат, А.Ф. К выбору строительных смесей для горных технологий / А.Ф. Булат, Б.М. Усаченко, Л.В. Левченко // Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. тр. / ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 2006. – Вып. 61. – С. 27-41.
5. Оптимизация составов для изготовления штрековых полос / Л.В. Байсаров, В.А. Болбат, М.А. Ильяшов [и др.] // Известия Донецкого горного института. – Донецк: ДГИ, 2002. - Вып. 1. - С. 16 – 18.
6. Экспериментальное и теоретическое обоснование параметров возведения околоштрековых охранных сооружений из быстротвердеющих материалов на пластах l_1 и k_8 шахты им. А.Ф. Засядько: отчет о НИР (заключит.) / ДонНТУ, ДУНПГО МОН Украины; рук. Пилюгин В.И.; исполн.: Костенко А.В. [и др.]. – Донецк, 2003. – 131 с.
7. НПАОП 10.0-7.05-90 Руководство по борьбе с эндогенными пожарами на шахтах Минуглепрома СССР, М.: Недра, 1990. – п. 1.1.
8. Скипочка, С.И. Геомеханика охраны выемочных штреков в неустойчивых породах / С.И. Скипочка, А.В. Мухин, В.Г. Черватюк. – Днепропетровск: Национальная горная академия Украины, 2002. – 125 с.

REFERENCES

1. The Ministry of Fuel and Energy of Ukraine, The National Academy of Sciences of Ukraine, M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the NAS of Ukraine (2004). "Temporary technological regulations for the protection of development workings of coal mines cast strips of hardened materials", Dnepropetrovsk-Donetsk, Ukraine.
2. Mining Institute named after A. Skochinskiy (1981). "Temporary instruction for the protection of excavation workings strips of hardened materials", Moscow, USSR.
3. Tuchin, A.S. and Skalski, Z. (2001), "Mineral-cementitious materials by "Fosrok-Poland" in Ukraine", *Coal of Ukraine*, no. 9, pp. 51-54.
4. Bulat, A.F., Usachenko, B.M. and Levchenko, L.V. (2006), "By the choice of mixes for mining technologies", *Geotekhnicheskaya Mekhanika* [Geo-Technical Mechanics], no. 61, pp. 27-41.

5. Baysarov, L.V., Bolbat, V.A. and Ilyashov, M.A. (2002), "Optimization formulations for shtrekovyh bands", *Proceedings of the Donetsk Institute of Mining*, no. 1, pp. 16-18.

6. Donetsk National Technical University (2003), "Experimental and theoretical basis for the construction of parameters okoloshtrekovyh security installations of fast-hardening materials in layers l1 and k8 mine them. A.F. Zasyadko", Report on the research work, Donetsk, Ukraine.

7. Ministry of Coal Industry of USSR (1990), 10.0-7.05-90. Guide to struggle with endogenous fires in the USSR Ministry of Coal Mines, Standart, Moscow, USSR.

8. Skipochnka, S.I., Mukhin, A.V. and Chervatyuk, V.G. (2002), "Geomechanics excavation of drifts in unstable rock", *National Mining Academy of Ukraine*, Dnepropetrovsk, Ukraine.

Об авторах

Курносів Сергій Анатольєвич, доктор технічних наук, старший науковий співробітник, старший науковий співробітник в відділі проблем розробки месторождений на больших глубинах Інститута геотехнічної механіки ім. Н.С. Полякова НАН України (ІГТМ НАНУ), Дніпропетровськ, Україна, sakurnosov@gmail.com.

Задерій Володимир Васильєвич, інженер II категорії в відділі проблем розробки месторождений на больших глубинах Інститута геотехнічної механіки ім. Н.С. Полякова НАН України (ІГТМ НАНУ), Дніпропетровськ, Україна, vovabbb@yandex.ua.

Цикра Александр Анатольєвич, кандидат технічних наук, технічний директор ООО «Мінова Україна», Донецьк, Україна,

Аверкін Дмитрій Іванович, інженер, заступник директора ООО «Мінова Україна», Донецьк, Україна,

Філімонов Павел Євгенієвич, доктор технічних наук, генеральний директор ПАО «Шахта ім. А.Ф. Засядько», Донецьк, Україна,

Васильєв Александр Володимирович, інженер, директор технічний, перший заступник генерального директора ГП «Макеєвуголь», Макеєвка, Україна,

Васильєв Владимир Георгієвич, інженер, директор шахти «Чайкіно» ГП «Макеєвуголь», Макеєвка, Україна,

Перетятко Дмитрій Анатольєвич, інженер, головний технолог шахти «Бутовська» ГП «Макеєвуголь», Макеєвка, Україна,

About the authors

Kurnosov Sergey Anatolyevich, Doctor of Technical Sciences (D.Sc.), Senior Researcher, Senior Researcher in the Department of Miberal Mining at Great Dephts M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the NAS of Ukraine (IGTM, NASU), Dnepropetrovsk, Ukraine, sakurnosov@gmail.com.

Zaderiy Vladimir Vasilyevich, Engineer in the Department of Miberal Mining at Great Dephts M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the NAS of Ukraine (IGTM, NASU), Dnepropetrovsk, Ukraine, vovabbb@yandex.ua.

Tsikra Alexander Anatolyevich, Candidate of Technical Sciences (Ph.D), Technical Director of «Minova Ukraine» LTD, Donetsk, Ukraine.

Averkin Dmitry Ivanovich, Engineer, Deputy Director of «Minova Ukraine» LTD, Donetsk, Ukraine.

Filimonov Pavel Yevgenyevich, Doctor of Technical Sciences (D.Sc.), General Director of «A.F. Zasyadko Mine» PJSC, Donetsk, Ukraine.

Vasilyev Aleksandr Vladimirovich, Engineer, Technical Director, First Deputy of General Director «Makeyevugol» SOE, Makeevka, Ukraine.

Vasilyev Vladimir Georgiyevich, Engineer, Director of «Chaykino mine», «Makeyevugol» SOE, Makeevka, Ukraine.

Peretyatko Dmitriy Anatolyevich, Engineer, Chief Technologist of mine «Butovskaya», «Makeyevugol» SOE, Makeevka, Ukraine.

Анотація. Метою досліджень є аналіз досвіду застосування на шахтах Донбасу збірної охоронно - ізолюючої смуги із швидкотвердіючої суміші ТЕКНАRD для кріплення сполучення лави з підготовчою виробкою і виявлення шляхів вирішення проблеми повторного використання підготовчих виробок при розробці наступного виїмкового стовпа в складних

умовах великих глибин. Результати досліджень показали ефективність застосування жорстких смуг для підтримання сполучення лави з підготовчою виробкою, а також для ізоляції виробленого простору від свіжого струменя повітря з метою запобігання самозайманню вугілля і поліпшення вентиляції видобувної ділянки. Доведено можливість повторного використання підготовчих виробок при розробці наступного виїмкового стовпа шляхом застосування комбінованого кріплення, яке включає жорстку охоронну смугу і рамно-анкерне кріплення. Обґрунтовано необхідність проведення додаткових досліджень з відпрацювання раціональних параметрів смуги залежно від співвідношення характеристик міцності порід покрівлі і підосви вугільного пласта і вишукування можливості застосування смуг при наявності слабкої підосви з її додатковим зміцненням.

Ключові слова: охоронна смуга, повторне використання виробки.

Abstract. The purpose of research is to analyze the experience of application at Donbass mines of brick-assembly supporting and sealing wall of quick-hardening concrete blend Tekhard. It used to support face-end to find solutions on roadway re-usage in deep mining. The results showed the application effectiveness of stiff concrete walls to support face-end, as well as to isolate the gob of fresh intake air in order to prevent coal spontaneous combustion and improve the ventilation of the mining district. Proven ability of roadway re-usage with the help of combined support, including arches, rockbolts and stiff concrete wall. Justified the necessity of additional researchments to test the rational parameters of the stiff concrete wall, depending on the ratio of the strength characteristics of the coal seam floor and roof. Seeking the possibility of using the concrete wall in the presence of weak floor, with its additional reinforcement.

Key words: support wall, roadway re-usege.

Стаття постуила в редакцію 7.05.2013

Рекомендована к печати д-ром техн. наук Т.В. Бунько