

Цикра А.А., канд. техн. наук,
Аверкин Д.И., магистр
(ООО «Минова Украина»),
Опрышко Ю.С., инженер,
Задерий В.В., магистр
(ИГТМ НАН Украины)

ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК НА ЭТАПАХ ИХ ПРОВЕДЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ

Цікра О.А., канд. техн. наук,
Аверкін Д.І., магістр
(ТОВ «Мінова Україна»),
Опришко Ю.С., инженер,
Задерій В.В., магістр
(ІГТМ НАН України)

ЗАБЕСПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ ПІДГОТОВЧИХ ВИРОБОК НА ЕТАПАХ ЇХ ПРОВЕДЕННЯ І ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Tsikra A.A., Ph. D. (Tech.),
Averkin D.I., M.S (Tech.)
(«Minova Ukraine» LTD),
Oprisko Y. S., M.S (Tech.),
Zaderiy V.V., M.S (Tech.)
(IGTM NAN of Ukraine)

ENSURED SUSTAINABILITY OF THE PREPARATORY ROADWAYS AT THE STAGES OF THEIR MINING AND EXPLOITATION

Аннотация. В работе приведены результаты исследований состояния подготовительных выработок, выявлены особенности обеспечения их устойчивости на этапах проведения и эксплуатации в сложных горно-геологических условиях шахт Донбасса.

Исследованиями установлено, что при рамно-анкерном креплении выработок, по сравнению с рамным, в 2 раза сокращается период интенсивных смещений кровли-почвы. Однако проблема остаётся нерешённой в условиях проведения выработок в неустойчивых влагонасыщенных породах.

Приведена сравнительная характеристика состояния выработок в период их проведения при отсутствии и наличии забутовки закрепного пространства. Показано, что при механизированной забутовке быстротвердеющими смесями не только увеличивается несущая способность окружающего выработку массива горных пород за счёт своевременного восприятия нагрузки рамной крепью, но и позволяет блокировать поступление воды и газа в выработку из выше лежащих пород.

Рекомендовано забутовку закрепного пространства штрека осуществлять пакетами из сухой цементно-минеральной смеси ТЕКХАРД производства ООО «Минова Украина», опыт использования которой накоплен на шахтах ГП «Макеевуголь».

Ключевые слова: рамно-анкерная крепь, забутовка закрепного пространства штрека

Сохранение геометрических размеров выработок выемочных участков является важнейшим составным элементом процесса угледобычи, поскольку через них обеспечивается бесперебойное транспортирование добытого угля. доставка необходимых материалов и оборудования, а также устойчивое проветривание очистного забоя [1,2]. Традиционное крепление участков выработок предусматривает в основном использование податливых рамно-анкерных крепей.

Преобладающее большинство рамных крепей рассчитано на симметричный характер нагружения, который, как показал практический опыт, нарушается в период проведения и крепления выработки, интенсивно проявляется впереди работающей лавы и особенно за лавой. В настоящее время известно, что в условиях больших глубин разработки и неустойчивых породах кровли-почвы ни одна из известных охранных конструкций не в состоянии при индивидуальной работе обеспечить в соответствии с ПБ поддержание выработки. Поэтому наиболее эффективным способом охраны и поддержания выработок является применение комбинированных охранных систем, в комплексе реализующих преимущества каждой из охранных конструкций, при разработке которых должны использоваться следующие принципы: упреждение деформаций контура выработки в пространстве и времени; повышение развития сопротивления крепи и охранной конструкции в целом; комплексирование охранных систем для достижения цели удовлетворительного состояния выработки на различных этапах её проведения и эксплуатации.

Комплекс охранных мероприятий, базирующихся на закономерностях изменения напряжённого состояния в системе «крепь-массив», должен быть разработан ещё на начальной стадии проведения и крепления выработки непосредственно после обнажения породного массива, поскольку именно на этом этапе начинается процесс нагружения рамной крепи и его интенсивность зависит от множества влияющих факторов: глубины разработки, стратиграфического состава и физико-механических свойств вмещающих пород, их влажности и газонасыщенности, способа проходки, типа применяемой крепи, способа забутовки закрепного пространства и др. Многочисленными исследованиями отечественных и зарубежных авторов [3-6] доказано, что экспериментальных и аналитических исследований для установления механизма и закономерностей формирования и проявления горного давления вокруг подготовительных выработок с учётом отмеченных факторов проведено совершенно недостаточно.

В плане решения некоторых из указанных проблем нами проведена серия экспериментальных исследований на пластах m_3 , l_1 , l_4 шахты им А.Ф. Засядько. Пласты характеризуются глубиной разработки от 750 м до 1235 м, непосредственная кровля пластов сложена в основном неустойчивыми и весьма неустойчивыми аргиллитами (категории Б₁-Б₂) по классификации ДонУГИ, непосредственная почва состоит из алевролитов пучащих, неустойчивых (категория П1-П2). В основной кровле пластов залегает алевролит, плотный, легко и среднеобрушаемый с постепенным переходом в крепкий газоносный песчаник. Вентиляционный штрек 16-ой западной лавы пласта m_3 закреплён арочной кре-

пью КМП-А3-13,8 через 0,5 м. Конвейерный штрек 2-ой западной лавы пласта l_4 – рамно-анкерной крепью. Забутовка закрепного пространства штреков осуществлялась вручную породой, полученной в процессе проходки выработок комбайновым способом.

Целью исследований является обеспечение устойчивости подготовительных выработок на этапах их проведения и эксплуатации за счёт применения рациональных способов крепления и охраны.

Исследования смещения кровли-почвы выполняли контурными и глубинными реперами, а трещиноватость и напряжённое состояние кровли выработки – электрометрическими измерениями аппаратурой ИКС-1ш по известной методике.

На рисунке 1 приведены результаты исследований смещений кровли выработок в зависимости от времени их поддержания и способов крепления.

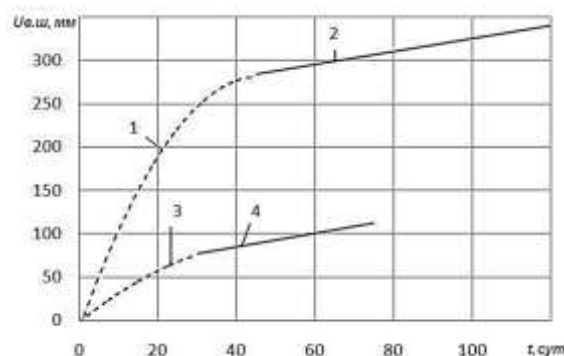
Из представленных на рис. 1 графиков видно, что процесс деформирования кровли по пласту m_3 и l_4 имеет два чётко выраженных периода – интенсивный и установившейся с продолжительностью интенсивного периода в 2 раза больше в первом случае, чем во втором. В течение периода интенсивного проявления горного давления рамно-анкерная крепь выбрала запас податливости и в дальнейшем работала в режиме заданной нагрузки с началом деформаций крепей в замковых соединениях и нагружением ножек в почву пласта. Смещения кровли от времени её поддержания в интенсивный период изменяется по параболической зависимости:

$$U_{в.ш.} = -0,14t^2 + 12,68t - 8,0, \quad R^2 = 0,99,$$

где $U_{в.ш.}$ – смещения кровли в вентиляционном штреке пласта m_3 , мм; t – время поддержания выработки в течении интенсивного периода деформации, сут; R^2 – достоверность аппроксимации.

Далее проходит установившийся период, где смещения кровли изменяются по линейной зависимости:

$$U_{в.ш.} = 0,73t^2 + 251,9t, \quad R^2 = 0,97.$$



1 – период интенсивных смещений кровли в штреке, пройденном по пласту m_3 и закреплённого арочной крепью; 2 – период установившихся смещений кровли в штреке, пройденном по пласту m_3 и закреплённого арочной крепью; 3 – период интенсивных смещений в штреке, пройденного по пласту l_4 и закреплённого рамно-анкерной крепью; 4 – период установившихся смещений в штреке, пройденного по пласту l_4 и закреплённого рамно-анкерной крепью

Рисунок 1 – Зависимость смещений кровли выработки от времени её поддержания при различных способах крепления

При рамно-анкерном креплении состояние выработки улучшилось: снизился в 2 раза период интенсивного проявления горного давления и в 3 раза величина смещения кровли. Однако проблема эффективного поддержания выработки полностью не решена, особенно если смотреть на неё с позиции повторного использования. Это объясняется недостаточной несущей способностью традиционно используемых анкерных систем в условиях неустойчивых боковых пород и больших глубин разработки.

При рамно-анкерном креплении в интенсивный период смещения кровли изменяются по параболической зависимости:

$$U_{\text{к.ш.}} = -0,04t^2 + 3,64t - 1,25, \quad R^2 = 0,98,$$

где $U_{\text{к.ш.}}$ – смещения кровли в конвейерном штрек пласта l_4 , мм.

Смещения кровли выработки при рамно-анкерном креплении в установившийся период изменяется по линейной зависимости:

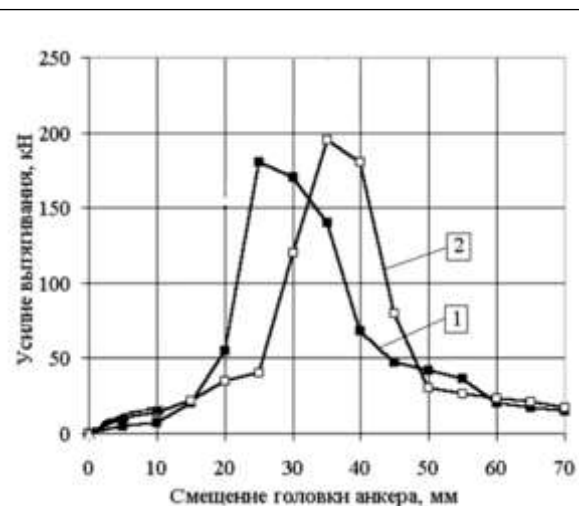
$$U_{\text{к.ш.}} = 0,8t^2 + 53, \quad R^2 = 0,96.$$

Особо сложные условия поддержания подготовительных выработок в период их искусственного или естественного обводнения. Искусственное обводнение наиболее часто наблюдается в процессе бурения дегазационных скважин, где, в результате промывок скважин, происходит дополнительное увлажнение пород кровли выработки. Это в значительной степени снижает прочностные характеристики пород. Эффективность анкерования кровли в таких условиях невелика – снижается сцепление анкера с прилегающей породой и усилие его вытягивания уменьшается в несколько раз.

На рис. 2 приведены результаты испытаний металлических анкеров с химическим закреплением в шпурах неустойчивых обводнённых пород.

Зависимости смещения головки анкера от усилия вытягивания в шпурах, отображающие испытание анкеров, (графики 1, 2) показывают, что в диапазоне их нагружения до (180-200) кН смещения достигают (25-40) мм, после чего происходит срыв с практически полной потерей несущей способности анкеров (до (20-30) кН). Такие показатели испытаний весьма типичны и характеризуют реальные условия работы большинства анкеров, установленных в неустойчивых обводнённых горных породах.

Исследования деформирования кровли выработки проведены на 4-х измерительных станциях, заложенных



1 – нижняя граница смещений анкеров; 2 – верхняя граница смещений анкеров

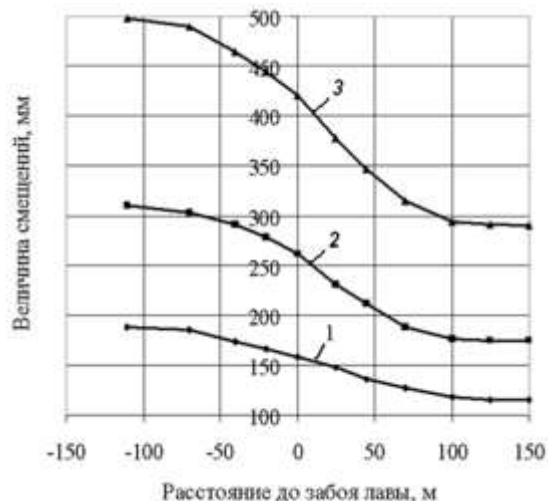
Рисунок 2 – Результаты испытаний анкеров на вытягивание в неустойчивых обводнённых породах кровли пласта

в конвейерном штреке 2-й западной лавы пласта I_4 шахты им. А.Ф. Засядько, закреплённой рамно-анкерной крепью (рис. 3).

Анализ графиков рис. 3 показывает, что под влиянием проходческих и очистных работ, слой породы, расположенный в заанкерванной зоне в интервале (0-2,25) м, расслоился на 188 мм, (график 1), выше зоны анкерования в интервале (2,25-7,2) м, (график 2) на 310 мм, а общее опускание кровли составило 498 мм, (график 3), почти в 2 раза превысило податливость арочной крепи. Таким образом, в условиях обводнённых неустойчивых пород кровли трёхзвенная арочная крепь на начальном этапе проведения выработки подвержена интенсивным деформациям со стороны кровли пласта, что приводит к изменению режима работы крепи с податливого на режим жёсткого деформирования с дальнейшим разрушением. Первопричиной этому, как показывает анализ исследований, является отсутствие или некачественная забутовка закрепного пространства.

Исследованиями отечественных и зарубежных авторов [3-8] доказано, что заполнение закрепного пространства быстротвердеющими смесями увеличивает не только несущую способность крепи, но и позволяет блокировать поступление воды и газа из кровли и боков горных выработок. Результаты опытов на моделях показали, что при качественной забутовке закрепного пространства быстротвердеющими смесями податливые арки становятся крепью быстро принимающими нагрузку. Одновременно уменьшается поднятие почвы. Важными параметрами при этом являются: тип материала, который должен иметь: высокую прочность; минимальный промежуток времени достижения несущей способности на сжатие; способ и средства доставки смеси к месту укладки; толщина армированного слоя и др.

Исходя из приведённых положений при исследовании влияния закрепного пространства штрека в процессе его проведения рекомендовано в качестве заполнителя использовать карбофил-фенольную смолу, изготавливаемую ООО «Минова Украина», состоящую из 2-х компонентов (смола и катализатор), которые в объёмном соотношении 4:1 при помощи насоса SK-90 прокачиваются по шлангам в смеситель и оттуда подаются в опалубки закреплённого пространства. После доставки в закрепном пространстве компоненты увеличиваются в объёме и создают пенную массу. Под давлением пена проникает в тре-



1 – смещение кровли на участке 0-2,25 м от контура выработки; 2 – смещение кровли на участке 2,25-7,2 м от контура выработки; 3 – суммарные смещения

Рисунок 3 – Смещение кровли выработки закреплённой рамно-анкерной крепью, в условиях неустойчивых и обводнённых пород

щины, заполняет их, создавая монолитный слой по всему периметру выработки. Работы по закреплению пространства «крепь арочная-боковые породы» выполнялись в 19 восточном конвейерном штреке пл. m_3 ш. им. А.Ф. Засядько. Одновременно проводились исследования расслоения кровли пласта m_3 глубинными реперами ИППГ конструкции ИГТМ НАН Украины. Пружинные якоря устанавливались в наиболее характерных участках шпура по глубине кровли (0-0,8) м; (0,8-3,6) м; (3,6-5,6) м; (5,6-8,2) м. Результаты исследований приведены на рис. 4, из которого видно, что смещение непосредственной кровли, состоящей из неустойчивых аргиллитов в избыточном влагонасыщении, в течение 5 суток достигает 250 мм, половина из которых произошла после обнажения пород вслед за проходкой забоя штрека, затем смещения возрастали плавно и в замедленном режиме, достигнув к концу интенсивного периода проявления горного давления (на 30-е сутки). К концу исследований (на 90-ые сутки) смещения кровли стабилизируются на уровне 450 мм (график 1).

Большие деформации пород кровли можно объяснить следующим образом. В ненарушенном горными работами массиве, вблизи обнажения расположена зона пластических деформаций, в которой слабоустойчивые и влагонасыщенные аргиллиты подвергаются интенсивному размоканию и набуханию, что приводит к потере несущей способности в несколько раз.

При избыточном влагонасыщении смещения кровли изменяются по логарифмической зависимости:

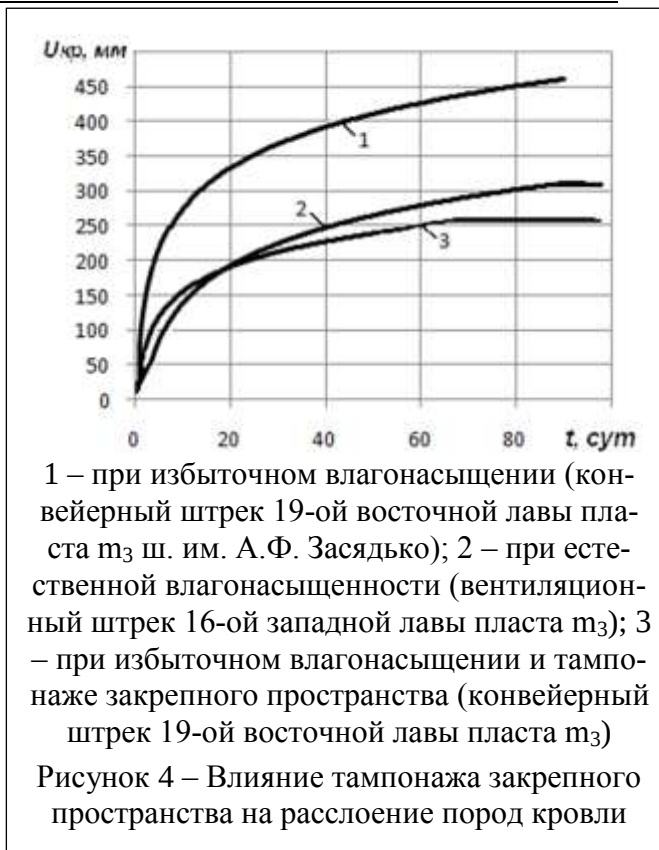
$$U_{кр} = 85,10 \ln(t) + 78,18, R^2 = 0,97.$$

В условиях естественного влагонасыщения пласта m_3 , смещения кровли изменяются по логарифмической зависимости:

$$U_{кр} = 78,79 \ln(t) - 43,81, R^2 = 0,97.$$

При тампонаже закрепного пространства в условиях избыточного влагонасыщения, смещения кровли изменяются по логарифмической зависимости:

$$U_{кр} = 78,79 \ln(t) - 43,81, R^2 = 0,97.$$



За этой зоной расположена зона упругих деформаций, в которой под воздействием повышенной концентрации напряжений, влага по трещинам перетекает в первую зону, вытесняя расположенный в породах и трещинах газ. Дальше расположена зона нормальных напряжений, величина которых равна напряжениям нетронутого массива. Свидетельством тому, что процессы расслоения происходят в первой близлежащей зоне, является краткосрочный период интенсивного расслоения кровли от 1,5 до 5 суток.

Иная ситуация происходит в кровле с низким уровнем увлажнения, который в естественном состоянии для аргиллитов пласта m_3 не превышает 0,9-1,2%. Расслоения пород кровли при этом на 5-ые сутки не превышает 75 мм, т.е. в 3 раза меньше и происходят они равномерно с затухающей фазой на 30-ые сутки (график 2).

При тампонаже закрепного пространства пород с избыточным увлажнением упрочняющий слой блокировал развитие зоны неупругих деформаций вблизи контура выработки, вследствие чего под влиянием горного давления произошло смыкание пор и трещин и запираение истечения воды и газа. Расслоения непосредственной кровли не превысило 150 мм (график 3) и произошли они в первый период (до 5-ти суток) после обнажения и достижения прочности закрепной смеси за этот период от 5 до 7,5 МПа.

Таким образом, тампонаж закрепного пространства быстротвердеющими смесями увеличивает несущую способность массива за счёт своевременного восприятия нагрузки рамной крепью и позволяет блокировать поступление воды и газа в выработку. В результате, вертикальная конвергенция выработки, расположенной в породах с естественным увлажнением, снижается в 1,8 раза, а с избыточным – в 3,8 раза.

Недостатками приведённого способа заполнения закрепного пространства штрека карбофил-фенольной смолой и другими подобными ей смесями являются: необходимость оборудования по периметру штрека водонепроницаемой опалубки; сложность, стоимость и трудоёмкость приготовления смеси на месте укладки; загроможденность призабойного пространства штрека дополнительным оборудованием.

Известен способ заливки раствора БИ-крепи в рукава «булл-флекс», подвешенных на рамах арочной крепи. Работы выполнялись в 13-м восточном конвейерном штреке пласта l_1 шахты им. Засядько.

Рукава «булл-флекс» привязывали над верхняками рам арочной крепи в местах, где зазор до пород кровли выработки составлял (50-300) мм. Расстояние от забоя штрека не превышало 50 м.

Раствор БИ-крепи готовился в установке предварительного отсеивания («бульбуляторе») и выливался в бак насосной установки UNI 40.2. Насосная установка через шланг заполняла рукава «булл-флекс» раствором БИ-крепи.

После использования раствора готовилась новая порция. Важным моментом при этом являлась непрерывная прокачка раствора через шланг, чтобы не допустить его застывания в шланге. Технология заполнения закрепного пространства рукавами «булл-флекс» показана на рис. 5. По сравнению с преды-

душим способом при заполнении закрепного пространства рукавами «булл-флекс» не требуется применения водонепроницаемой опалубки, в чём состоит его главное преимущество.

Для исключения недостатков, приведённых выше способов, предложено в качестве забутовочного материала использовать пакеты с сухой цементно-минеральной смесью ТЕКХАРД, которая, благодаря специальному составу, обладает повышенной гидрофильностью, не требует перемешивания и доставки по трубам. Пакеты укладываются по периметру поштробки в один ряд, в зависимости от породы и сетчатой затяжкой.

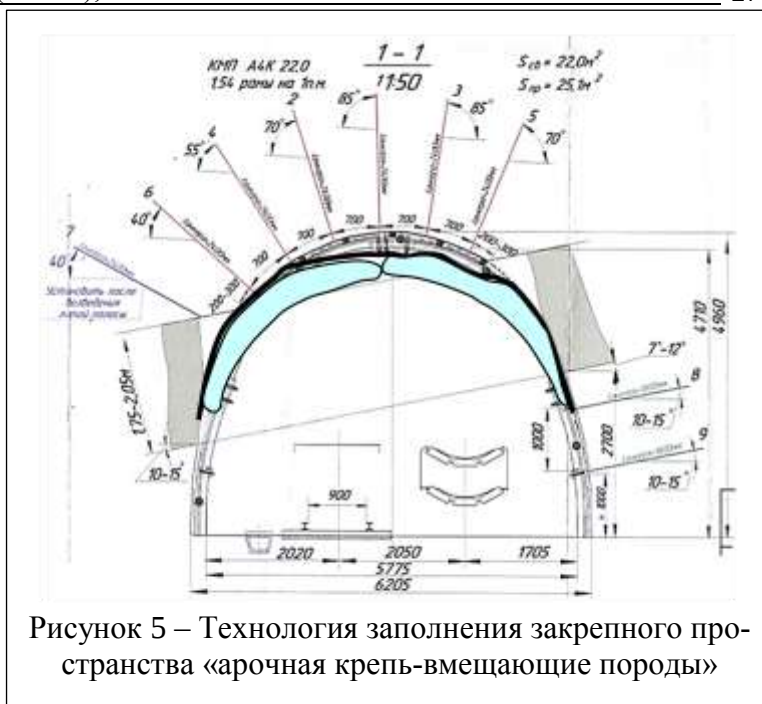
Один-два прокола ёмкости игольчатым инъектором и впрыскиванием 4-х литров воды из шахтного водовода достаточно для затворения ёмкости и превращения её в высокопрочный бетон. Особая добавка в смеси способствует расширению объёма (набуханию) до 3 % без потери прочности закладочного материала. Опыт укладки сухой цементно-минеральной смеси ТЕКХАРД получил распространение при испытаниях на шахтах им. А.Ф. Засядько, ГП «Макеевуголь», «Ровенькиантрацит» и других предприятиях

Результаты выполненных шахтных экспериментальных исследований позволили сделать следующие выводы:

1. При проведении подготовительной выработки и её креплении арочной крепью процесс интенсивного деформирования кровли длится до 60 суток и во времени изменяется по логарифмической зависимости. При рамно-анкерном креплении продолжительность процесса сокращается в 2 раза и в 3 раза снижается величина смещения кровли по параболической, а после, линейной зависимостям.

2. В сложных горно-геологических условиях, характеризующихся неустойчивыми влагонасыщенными кровлями, рамная крепь теряет несущую способность, а при рамно-анкерном креплении при нагружении анкеров до (180-200) кН их смещения достигают (25-40) мм, после чего происходит срыв анкеров с практически полной потерей несущей способности.

3. Установлено, что при отсутствии или некачественной забутовке зона неупругих деформаций вокруг выработки формируется уже впереди проходческого забоя, деформирование и разрушение пород в зоне не затухает до вступления породного контура в силовой контакт с крепью и характеризуется тре-



щинной пустотностью законтурного массива в кровле на глубину более 3 м, после чего деформационные процессы стабилизируются вплоть до попадания выработки в зону влияния очистных работ.

4. Тампонаж закрепного пространства быстротвердеющими смесями увеличивает несущую способность массива за счёт своевременного восприятия нагрузки рамной крепью и позволяет блокировать поступление воды и газа в выработку. В породах с естественным увлажнением вертикальная конвергенция кровли выработки снижается в 1,8 раза, при избыточном – в 3,8 раза. Испытано и предложено для внедрения 3 способа тампонажа закрепного пространства быстротвердеющими смесями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байсаров, Л.В. Геомеханика и технология поддержания повторно используемых выработок / Л.В. Байсаров, М.А. Ильяшов, А.И. Демченко. – Днепропетровск: ЧП «Лира», 2005. – 240 с.
2. Взаимодействие элементов комбинированного способа поддержания газосборных выработок с углевмещающим массивом / А.Ф. Булат, С.А. Курносов, И.Н. Слащев [и др.] // Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. трудов / ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 2007. – Вып. 68. – С. 24-36.
3. Комбинированные охранные системы обеспечивающие повторное использование выработок выемочного участка / М.А. Ильяшов, О.Д. Кожушенок, Б.М. Усаченко [и др.] // Наукові праці УкрНДМІ України. – 2009. – №5, ч. 1. – С. 451-465.
4. Шрер, Д. Заполнение ангидритом закрепного пространства выемочных штреков / Глюкауф, 1972. – № 22. – С. 29-32.
5. Каммер, В. Проектирование выемочных штреков с использованием новой технологии заполнения закрепного пространства и возведения околострековых полос / Глюкауф, 1981. – № 17. – С. 9-11.
6. Тучин, А.С. Минерально-цементные материалы фирмы «Фосрок – Поланд» в Украине / А.С. Тучин, З. Скальски // Уголь Украины. – 2001. – №9. – С. 51-54.
7. 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.
8. 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.

REFERENCES

1. Baisarov, L.V., Iliasov, M.A. and Demchenko A.I. (2005), *Geomekhanika y tehnologiya podderganiya povtorno ispolzuemyh vyrabotok* [Geomechanics and maintain reusable technology developments], Lira, Dnepropetrovsk, Ukraine.
2. Bulat, A.F., Kurnosov, S.A. and Slashchyov, I.N. (2007), “Interaction of combined method of maintaining gas gathering workings with the coal bearing array”, *Geotekhnicheskaya Mekhanika* [Geo-Technical Mechanics], no. 68, pp. 24-36.
3. Iliashov, M.A., Kozhushonok, O.D. and Usachenko, B.M. (2009), “Combined security systems providing reuse workings of an excavation site”, *Naukovi pratsi UkrNDMI of NAS of Ukraine* [Scientific works of UkrNDMI of NAS of Ukraine], no. 5, Part 1, pp. 451-465.
4. Shrer, D. (1972), “Filling anhydrite clamping space excavation drifts”, *Glückauf*, no. 22, pp. 29-32.
5. Kammer, V. (1981), “Designing excavation drifts using new technology to fill a clamping space and the construction of allostreaming bands”, *Glückauf*, no. 17, pp. 9-11.
6. Tuchin, A.S. and Skalicki, Z. (2001), “Mineral-cement materials of the company "Fosroc – Poland" in Ukraine”, *Coal of Ukraine*, no. 9, pp. 51-54.
7. 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.
8. Baisarov, L.V., Torres, V.A., Iliashov, M.A. [ect.] (2002), “Optimization formulations for shtrekovich bands”, *Proceedings of the Donetsk Institute of Mining*, no. 1, pp. 16-18.

Об авторах

Цикра Александр Анатольевич, кандидат технических наук, технический директор ООО «Минова Украина», Донецк, Украина, office.igtm@nas.gov.ua

Аверкин Дмитрий Иванович, инженер, заместитель директора ООО «Минова Украина», Донецк, Украина, office.igtm@nas.gov.ua

Опрышко Юрий Сергеевич, главный технолог ИГТМ НАН Украины, Днепропетровск, Украина, office.igtm@nas.gov.ua

Задерий Владимир Васильевич, инженер II категории, ИГТМ НАН Украины, Днепропетровск, Украина, vovabbb@yandex.ua

About the authors

Tsikra Alexander Anatolyevich, Candidate of Technical Sciences (Ph.D), Technical director of «Minova Ukraine» LTD, Donetsk, Ukraine, office.igtm@nas.gov.ua

Averkin Dmitry Ivanovich, Master of Science, Deputy Director of «Minova Ukraine» LTD, Donetsk, Ukraine, office.igtm@nas.gov.ua

Opryshko Yury Sergeevich, chief technologist IGTM, Dnepropetrovsk, Ukraine, office.igtm@nas.gov.ua

Zaderiy Vladimir Vasilyevich, Engineer in IGTM, Dnepropetrovsk, Ukraine, vovabbb@yandex.ua

Анотація. В роботі наведено результати досліджень стану підготовчих виробок, виявлено особливості забезпечення їх стійкості на етапах проведення і експлуатації в складних гірничо-геологічних умовах шахт Донбасу. Дослідженнями встановлено, що при рамно-анкерном кріпленні виробок, порівняно з рамним, в 2 рази скорочується період інтенсивних зміщень покрівлі-підосви. Однак проблема залишається невирішеною в умовах проведення виробок в нестійких влагонасичених породах.

Наведена порівняльна характеристика стану виробок в період їх проведення при відсутності та наявності забутовки закріпного простору. Показано, що при механізованій забутовці сумішами не тільки збільшується несуча здатність масиву гірських порід за рахунок своєчасного сприйняття навантаження рамного кріплення, але і дозволяє блокувати надходження води і газу в виробки з вище лежачих порід. Рекомендовано забутовку закріпного простору штреку здійснювати пакетами із сухої цементно-мінеральної суміші ТЕКХАРД виробництва ТОВ «Мінова Україна», досвід якого випробуваний на шахтах ДП «Макіїввугілля».

Ключові слова: рамно-анкерне кріплення, забутовка закріпного простору штреку

Abstract. The paper presents findings on preparatory roadway state and peculiarities of ensuring sustainability at the initial stages of the roadways mining and exploitation in Donbass mines with complex geological conditions.

The research has stated that bolt-and-arch support twice reduces (to frame supports) a period of intensive roof-to-floor displacement. However, the problem still remains while developing the roadways in unstable water-saturated rocks.

The paper shows comparative characteristics of the roadways state in the process of their mining with and without backfilling of the fastened spaces. It is shown that mechanized backfilling by the fast-hardening mixtures not only increases bearing capacity of the surrounding rock massif due to the timely reaction of the arch support to the loads, but also allows blocking water and gas flowing into the roadway from the overlying rocks.

It is recommended to backfill fastened spaces in the roadway by TECHART packages of dry cement and mineral mixture produced by the Minova Ukraine Ltd., usage of which was successfully tested in the mines of the "Makeevugol" state enterprise.

Keywords: bolt-and-arch support, backfilling of the fastened space in the roadway.

Статья поступила в редакцию 17.04.2015

Рекомендовано к печати д-ром техн. наук, проф. В.П. Надутым

Сокол С.П., канд. техн. наук
(ДГАЭУ),

Дырда В.И., д-р техн. наук, профессор
(ИГТМ НАН Украины)

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПОЛНЕННЫХ РЕЗИН ПРИ ДЕФОРМАЦИЯХ ПРОСТОГО СДВИГА

Сокол С.П., канд. техн. наук
(ДДАЕУ),

Дирда В.І., д-р техн. наук, професор
(ІГТМ НАН України)

ДОСЛІДЖЕННЯ НАПОВНЕНИХ ГУМ ПРИ ДЕФОРМАЦІЯХ ПРОСТОГО ЗСУВУ

Sokol S.P., Ph. D. (Tech.)
(DSAEU),

Dyrda V.I., D. Sc. (Tech.), Professor
(IGTM NAS of Ukraine)

RESEARCH OF FILLED RUBBER UNDER OF SIMPLE SHEAR DEFORMATION

Аннотация. Рассматриваются деформационные характеристики элементов типа БРМ (блоки резинометаллические), которые широко используются в различных машинах (вибрационные питатели, конвейеры, грохоты, дробилки и т.д.) в виде упругих звеньев и виброизоляторов. В таких элементах в процессе эксплуатации машин реализуются деформации простого сдвига, а также сочетание деформаций сжатия и сдвига. Элементы в зависимости от назначения могут изготавливаться из резин с различными степенями наполнения. В статье рассматриваются следующие эффекты, сопровождающие деформацию элементов: влияние поджатия; влияние направления прикладываемых деформаций; влияние степени наполнения резин техническим углеродом. Исследовались также параметры диссипативного разогрева при длительных циклических нагрузках и стационарное температурное поле.

Ключевые слова: элементы сдвига типа БРМ, наполненные резины, диссипативный разогрев, стационарное температурное поле

Исследуемые детали представляют собой резиновый массив в виде прямоугольной призмы с привулканизованными металлическими пластинами. При испытаниях два элемента с одинаковой жёсткостью закреплялись в металлическую обойму (рисунок 1), которая затем устанавливалась на испытательном стенде. Наружные плоскости обоймы фиксировались, и срединная плоскость подвергалась деформированию вдоль оси x . Поджатие осуществлялось вдоль оси y .

Испытания осуществлялись для резин, изготовленных на основе синтетического каучука СКИ-3 с содержанием технического углерода от 5 до 75 масс.ч.