

УДК 622.831

**Н.Н. Малышева (аспирант)****И.Г. Сахно (канд. техн. наук.)**

Донецкий национальный технический университет, Донецк

### **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОХРАНЫ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ЗА СЧЕТ АКТИВНОГО РАСПОРА ОХРАННОГО СООРУЖЕНИЯ**

В статье на основе критического анализа литературных источников и патентного поиска определено перспективное направление повышения устойчивости горных выработок, которые охраняются за лавой, с помощью ускорения момента включения в работу охранного сооружения. Предложены способы практической реализации указанного направления.

**Ключевые слова:** способ охраны, несущая способность, смещения, саморасширяющийся раствор.

Единственным путем энергетического выживания страны в сложившейся критической ситуации, вызванной мировыми экономическими тенденциями роста цен на энергоносители и недостатком собственных ресурсов нефти и газа, является интенсификация добычи угля. Анализ состояния угольной отрасли показывает, что, из добытых 72,3 млн. т/год, 32% добычи обеспечивается 10 из 239 угольных предприятий. Большинство шахт являются не рентабельными. Одним из важнейших вопросов, стоящих перед шахтами, является снижение непроизводительных затрат. Работы, связанные с поддержанием горных выработок и восстановлением их эксплуатационного состояния, присущи как передовым, так и отстающим предприятиям отрасли. При этом поддержание выработок, эксплуатирующихся после прохода очистного забоя, является одной из актуальных и нерешенных до сих пор проблем. Таким образом, одним из перспективных направлений повышения эффективности работы шахт является модернизация существующих способов охраны и поддержания горных выработок после прохода очистного забоя.

Анализ существующих способов охраны выработок показал, что к традиционно используемым способам относятся: бутовые полосы, охранные полосы из бутостров или БЖБТ, литые полосы. Все эти способы, как жесткие, так и податливые, имеют общий недостаток: они не оказывают сразу после возведения активного сопротивления смещениям пород кровли и включаются в работу только после реализации некоторых ее смещений.

Так, например, бутовая полоса включается в работу по предотвращению смещений пород кровли после формирования несущего ядра, что происходит при ее усадке от первоначальной высоты на 15-50% при ширине полосы от 6 до 2 мощностей пласта [2]. Для того чтобы охранный пояс из БЖБТ включился в работу необходимо, чтобы породы кровли опустились на 2-5 см – величину зазора между верхней деревянной прокладкой БЖБТ и кровлей. Говорить о том, что литая полоса включилась в работу можно после того, как она набрала прочность, по крайней мере, равную прочности вынятого пласта (10-15 МПа). Данную прочность материал полосы набирает в течение 10-7,5 суток, при этом лава при скорости продвижения очистного забоя 1-8 м/сут проходит 60-10 м [3].

Анализ литературы и патентный поиск показали, что в горной практике были попытки исключить этот недостаток.

Первым примером может служить способ охраны подготовительных выработок при разработке пластовых полезных ископаемых [4], который включает возведение двухслойной бутобетонной полосы расчетной ширины с возведением нижнего слоя (бутовой полосы) высотой, равной 80-90 % мощности пласта, и верхне-

го слоя - заполнением свободного пространства между бутовой полосой и кровлей пласта саморасширяющимся быстротвердеющим раствором. Недостатком способа является то, что технология возведения верхнего слоя из саморасширяющегося быстротвердеющего раствора не предусматривает наличия какой-либо изолирующей перемычки между слоями, это ведет к перерасходу бетонного раствора, что обусловлено его поглощением нижним слоем, а во время и после его саморасширения – к неуправляемому давлению на бутовую полосу и контактирующие с ним породы кровли, отсутствию начального распора охранного сооружения верхним слоем, что приводит к увеличению времени включения в работу охранного сооружения.

Вторым - способ охраны подготовительных выработок [5], включающий возведение вдоль выработки на границе с выработанным пространством от почвы границы до ее кровли охранной полосы путем установки опалубки и заполнения ее закладочным материалом, отличающийся тем, что с целью повышения эффективности охраны выработки за счет улучшения контакта полосы с кровлей в процессе заполнения опалубки в закладочном материале периодически размещают секционные оболочки, в которые, после частичного затвердевания закладочного материала, подают под давлением сжатый воздух, при этом давление в оболочках поддерживают до окончательного набора прочности закладочным материалом, после чего давление в секционных оболочках снимают и заполняют их материалом с прочностью меньшей прочности затвердевшего материала. Недостатком способа является то, что при его реализации для улучшения контакта полосы с кровлей и заполнения зазора возникающего в результате недоливки и усадки закладочного материала, например на 10% на 1 квадратный метр площади поперечного сечения полосы диаметр заполненной сжатым воздухом оболочки должен составлять 40% от площади полосы, что снижает несущую способность возводимого охранного сооружения, из-за наличия в нем полостей, и не обеспечивает устойчивость охраняемой подготовительной выработки. Способ не оказывает сопротивления процессу расслоения сразу после его сооружения, так как его несущая способность достигается после затвердевания закладочного материала, что способствует расслоению пород над охранной полосой и не обеспечивает устойчивость охраняемой подготовительной выработки.

Третьим – способ поддержания сопряжения выработанного пространства с подготовительной выработкой [6], включающий после выемки пласта возведение на сопряжении полосы охранного сооружения с установкой по ее бокам распорной крепи, отличающийся тем, что, с целью снижения затрат на поддержание выработки и повышения безопасности работ, перед возведением полосы охранного сооружения осуществляют посредством распорной крепи равномерное вдавливание в горный массив приконтурных слоев пород кровли с усилием 1500-3000 кН на 1 м возводимого охранного сооружения, величину которого поддерживают до окончания возведения охранного сооружения. Недостатком способа является то, что при его реализации секции распорной крепи кинематически связаны с лавным конвейером при том, что вдавливающий распор крепи сохраняют до окончания отверждения смеси. Это означает что скорость движения лавы связана со скоростью отверждения смеси. Даже если в качестве смеси будет использоваться, например, БИ-крепь, которая достигает прочности 16,7 МПа по прошествии 4 суток [7], и возведение полосы будут осуществлять на участке длиной, равной длине секции крепи (приблизительно 4-5 м), то скорость движения лавы будет составлять 0,8-1 м/сут, что при использовании современных механизированных комплексов и отсутствии других ограничений не рационально.

Данные способы не нашли широкого применения и остались на уровне технических и инженерных решений, из-за их многооперационности, нетехнологичности, ограниченной области применения и низкой эффективности.

Авторами предлагается идея создания такого охранного сооружения, которое бы выполняло две функции: включалось в работу в течение суток и имело бы оптимальную несущую способность при любых горно-геологических условиях.

Первым примером практической реализации указанной идеи может быть двухслойное охранный сооружение, нижний слой которого представлен охранным сооружением, рекомендуемым [1] в заданных горно-геологических условиях, а верхний – секционными оболочками, которые укладывают на нижний слой и заполняют саморасширяющимся быстротвердеющим раствором. При этом заливку оболочки прекращают после достижения ее распора между нижним слоем и кровлей, после этого производят герметизацию оболочки установкой зажимного устройства [8].

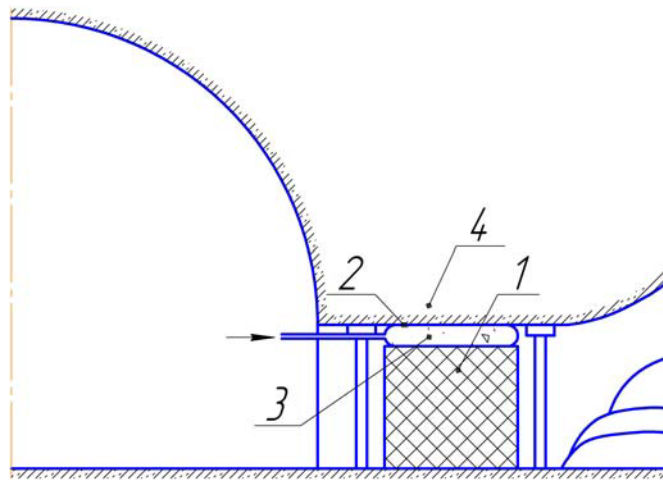


Рис. 1. Способ охраны подготовительной выработки с помощью двухслойного охранного сооружения: 1 – нижний слой охранного сооружения, 2 – секционная эластичная оболочка, 3 – саморасширяющийся быстротвердеющий раствор, 4 – кровля

Способ реализуется следующим образом. На сопряжении очистного забоя с подготовительной выработкой возводится нижний слой охранного сооружения, например бутокостры. На поверхность бутокостров параллельно друг другу выкладываются секционные эластичные оболочки, представляющие собой прорезиненные рукава, снабженные загрузочным клапаном для заливки саморасширяющегося быстротвердеющего раствора. В оболочки заливают саморасширяющийся быстротвердеющий раствор, в качестве которого может применяться неорганическое гидравлическое вяжущее вещество с ускорителем твердения с добавлением невзрывчатого разрушающего материала. Заливку прекращают после распора оболочки между нижним слоем охранного сооружения и кровлей. После этого производят герметизацию оболочки установкой зажимного устройства.

Твердение саморасширяющегося раствора, заключенного в оболочку, происходит в условиях ограниченного расширения, что приводит к активному распору охранного сооружения между кровлей и почвой, что позволяет включить его в ра-

боту по предотвращению расслоений пород на участке сопряжения в течение времени набора прочности вяжущим.

Также авторами была предложена конструкция охранного сооружения, которая включает установку опалубки, заполнение ее закладочным материалом, и принудительный распор закладочного материала, способствующий включению охранного сооружения в работу. Для создания распора закладочного материала в процессе заполнения опалубки в охранном сооружении периодически размещают цилиндрические секционные оболочки, в которые после заполнения опалубки помещают саморасширяющийся при твердении материал. При этом, в зависимости от горно-геологических условий [1], в качестве опалубки может быть использована полость, полученная в результате отшивки деревянных стоек доской (рис. 2), металлическая цилиндрическая обойма (рис. 3), полость внутри костровой крепи и т.п. [9].

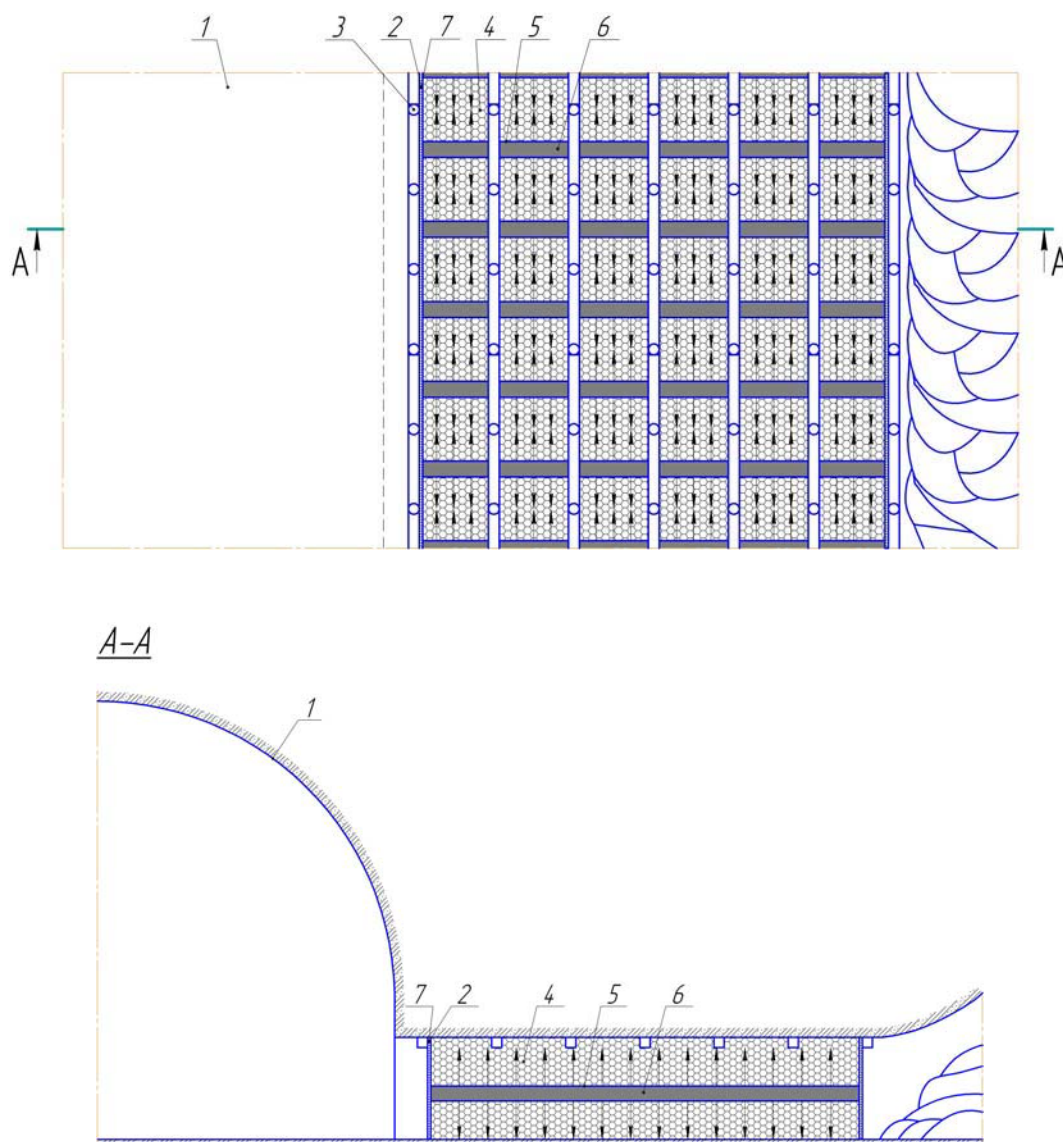


Рис. 2. Способ охраны подготовительной выработки с принудительным распором закладочного материала: 1 – охраняемая подготовительная выработка, 2 – опалубка, 3 – деревянная стойка, 4 – закладочный материал, 5 – цилиндрическая секционная оболочка, 6 – саморасширяющийся при твердении материал, 7 – полость, полученная в результате отшивки деревянных стоек доской.

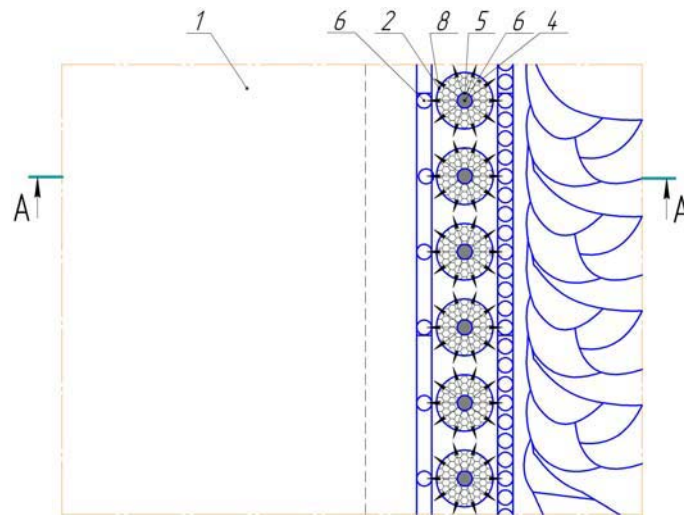


Рис. 3 - Способ охраны подготовительной выработки породными тумбами с принудительным распором породы: 1 – охраняемая подготовительная выработка, 2 – опалубка, 3 – деревянная стойка, 4 – рядовая порода, 5 – цилиндрическая секционная оболочка, 6 – саморасширяющийся при твердении материал, 8 – металлическая цилиндрическая обойма

Способ реализуется следующим образом. На сопряжении очистного забоя с подготовительной выработкой, возводят опалубку. В опалубку помещают закладочный материал, в качестве которого целесообразно использовать рядовую породу. По мере закладки опалубки в нее помещают цилиндрические секционные оболочки, способные увеличиваться в объеме до 1,5 раз, наполненные невзрывчатым разрушающим материалом. В качестве невзрывчатого разрушающего материала может применяться НРВ-80, выпускаемый промышленностью Украины.

Гидратационное твердение невзрывчатого разрушающего материала в оболочке приводит к росту его объема и, соответственно, сжатию и уплотнению закладочного материала. Происходит уменьшение пустот в закладочном материале, увеличение его жесткости, а, следовательно, и несущей способности охранного сооружения. Максимальное давление на закладочный материал, а, следовательно, максимальная несущая способность охранного сооружения достигается в течение периода гидратации порошка НРС, как правило, в течение 24 часов.

Реализация предлагаемых способов охраны подготовительных выработок позволит обеспечить устойчивость охраняемой подготовительной выработки за счет создания активного противодействия расслоениям пород кровли над охраняемым сооружением.

Дальнейшие исследования будут направлены на изучение механизма работы предложенных способов охраны, что позволит сформулировать рекомендации по выбору их параметров в конкретных горно-геологических условиях.

### Список литературы

1. Указания по рациональному расположению, охране и поддержанию горных выработок на угольных шахтах СССР. – изд. 4-е, доп. – Л., 1986. – 222 с. (М-во угольной пром-сти СССР. Всесоюз. ордена Трудового Красного Знамени науч.-исслед. ин-т горн. геомех. и маркшейд. дела).

2. Макеев А.Ю. Обоснование рациональных параметров технологии возведения породных опор при безлюдной скрепероструговой выемке. Дисс. канд. техн. наук: 05.15.02 / А.Ю. Макеев. – Донецк, 1989. – 211 с.

3. Синтез комбинированных охранных систем для поддержания подготовительных выработок в сложных горно-геологических условиях / А.В. Агафонов, О.Д. Кожушок, Е.Н. Халимендилов, Л.В. Прохорев // Геотехническая механика. – 2008. – Вып. 78. – С. 73-86.

4. Спосіб охорони підготовчих виробок при розробці пластових корисних копалин: Пат. № 59991А, МПК7 E21F15/00 / А.Ф. Булат, В.Г. Перепелиця, О.М. Коломієць, (Україна). – 2003010091; заявл. 03.01.2003, опубл. 15.09.2003; Бюл. №9. – 2 с.: ил.

5. Способ охраны подготовительных выработок: Пат. №1719645А1, МПК5 E21D11/00, E21F15/00 / Г.Д. Лезин, М.М. Сыздыков, Е.К. Саменов, А.И. Герцен, (СССР). – 4823523/03; заявл. 07.05.1990, опубл. 15.03.1992; Бюл. №10. – 4 с.: ил.

6. Способ поддержания сопряжения выработанного пространства с подготовительной выработкой: Пат. №1010279, МПК3 E21D13/02 / И.Л. Черняк, Ю.И. Бурчаков, И.М. Иофис, Е.М. Серебряняк, (СССР). – 3302726/22-03; заявл. 18.06.1981, опубл. 07.04.1983; Бюл. №13. – 3 с.: ил.

7. Борщевский С.В. К вопросу о геомеханических принципах и совершенствовании технологии комплексного поддержания повторно используемых выемочных штреков / С.В. Борщевский, О.Д. Кожушок // ЮРГТУ. Сборник научных трудов. Перспективы развития Восточного Донбасса. – Новочеркасск, 2008. – Ч. 1. – С. 390-397.

8. Спосіб охорони підготовчої виробки: Пат. №52335, МПК(2011.01) E21F15/00 / М.М. Касьян, І.Г. Сахно, Н.М. Малишева, (Україна). – u 2010 01482; заявл. 25.08.2010, опубл. 12.02.2010; Бюл. №16. – 3 с.: ил.

9. Спосіб охорони підготовчих виробок: Пат. №65441, МПК(2011.01) E21D11/00, E21D15/00 / І.Г. Сахно, Н.М. Малишева, (Україна). – u 2011 04881; заявл. 12.12.2011, опубл. 19.04.2011; Бюл. №23. – 6 с.: ил.

*Надійшла до редакції 05.11.2012*

Н.М. Малишева, І.Г. Сахно

#### ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОХОРОНИ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК ЗА РАХУНОК АКТИВНОГО РОЗПОРУ ОХОРОННОЇ СПОРУДИ

В статті на основі критичного аналізу літературних джерел та патентного пошуку визначено перспективний напрямок підвищення стійкості гірничих виробок, що охороняються за лавою, за допомогою прискорення моменту включення в роботу охоронної споруди. Запропоновано способи практичної реалізації вказаного напрямку.

Ключові слова: спосіб охорони, несуча здатність, зсув, розчин, що саморозширюється

N.N. Malysheva, I.G. Sahno

Donetsk National Technical University, Donetsk

#### INCREASE OF EFFICIENCY OF GUARD OF mine workings AT THE EXPENSE OF ACTIVE setting load OF GUARD BUILDING

In the article on the basis of the critical analysis of the references and patent search definitely perspective direction of increase of stability of mine workings, which are guarded after **longwall**, by the acceleration of plugging moment in work of guard building. The methods of practical realization of the specified direction are offered.

Keywords: method of guard, bearing ability, displacements, selfbroadening solution