

УДК 622.28.043

## Перспективные направления обеспечения устойчивости обводненных подготовительных выработок глубоких шахт

Кобзарь Ю. И.<sup>\*</sup>, Громов В. В.

*АФГТ ВНУ им. В. Даля, Антрацит, Украина*

Поступила в редакцию 23.11.08, принята к печати 01.11.09.

### **Аннотация**

Определены параметры продольно-балочной усиливающей крепи для обеспечения рабочего состояния выработок.

Ключевые слова: анкер, крепь, выработка.

Одним из условий эффективной работы шахты является обеспечение рабочего состояния выработок в течение всего срока их эксплуатации. Переход горных работ на шахтах Донбасса на большие глубины с возросшим горным давлением, длительным воздействием влаги ведет к изменению свойств горных пород, обрушению и созданию вокруг выработок больших зон разрушенных пород, повышенному смещению контура выработок. В итоге ремонта и восстановления требует 60% выработок от их общей протяженности.

Аналогичная ситуация произошла на ОП ш. «Комсомольская» ГП «Антрацит» в восточном разведочно-дренажном штреке гор. 880 м пл.  $h_{10}$ . Штрек, пройденный буровзрывным способом со смешанной подрывкой, закреплен арочной крепью КМП-А3-13,8 с шагом установки рам крепи 1,0 м, железобетонной затяжкой боков кровли выработки. Штрек пересек ряд обводненных сбросов: Центральный №1, №2, №3, Ясеновский №2, №1. Первоначальные водопрооявления в штреке было зафиксировано в виде капежа по верхней стороне выработки и притока воды в количестве 5,6 м<sup>3</sup>/ч по нижнему контакту угля и почвы, в дальнейшем приток воды возрастал до 22 м<sup>3</sup>/ч, а затем до 32 м<sup>3</sup>/ч в забое. Вода безнапорная, источник питания сброса – горизонт выработки бывшей ш. №4 «Нагольчанская». В настоящее время выработка, обслуживающая горные работы на восточном крыле пласта  $h_{10}$  находится в аварийном состоянии: отдельные участки выработки полностью засыпаны горной массой или подтоплены, произошла деформация арочной крепи, сечение выработки уменьшилась до 8 м<sup>3</sup>. Для приведения штрека в безопасное состояние необходимо 170 комплектов арочной крепи.

Научно-исследовательские работы и опыт шахт показывают, что даже на больших глубинах в сложных горно-геологических условиях возможно обеспечить их безремонтное содержание. В настоящее время получены новые данные о проявлениях горного давления и сдвигении пород, известен и внедрен опыт средств поддержания выработок.

Подземные подготовительные выработки поддерживаются в сложных горно-геологических и горнотехнических условиях, вмещающие их породы находятся в запредельном состоянии на расстоянии от контура 1,5-5 м и более.

Сохранение устойчивости путем использования естественной прочности и несущей способности вмещающих пород в рамках системы является одним из наиболее экономичных, технологически простых и доступных направлений. Однако резервы используются недостаточно, что приводит к удорожанию технологий поддержания выработок [1].

Согласно традиционным представлениям для уменьшения размеров зоны запредельных деформаций вокруг выработки необходимо максимально увеличить отпор, создаваемый

---

<sup>\*</sup> E-mail: ggf@mine.dgtu.donetsk.ua

крепью в начальный период после ее установки. Это приводит к минимизации смещений, максимально возможному сохранению естественной прочности вмещающих пород и к улучшению устойчивости выработок. Установлено, что непосредственно упругие деформации вызывают незначительные смещения контура породного обнажения и выработка может эксплуатироваться без несущей крепи. При образовании зоны неупругих (запредельных) деформаций равновесие системы "крепь—массив" наступает со временем при определенных смещениях контура выработки и отпорах крепи: чем больше конструктивная податливость крепи, тем меньший отпор от нее требуется. Временной характер деформационных процессов объясняется проявлением реологических свойств пород: ползучестью, снижением прочности и др.

Таким образом, увеличивая отпор, можно добиться более раннего во времени наступления работы системы. При этом размеры зоны неупругих деформаций будут меньшими по сравнению со случаем, когда применяется крепь с меньшим отпором и большей податливостью. Учитывая необходимость создания максимального отпора крепи в начальный период ее эксплуатации и минимизацию значения отпора во времени, были разработаны замковые соединения специальной усиленной конструкции - ЗПКм и ЗШ.000 [2].

Несущая способность рамной арочной крепи с новыми замковыми соединениями возрастает в 1,5—2 раза по сравнению с типовыми, что подтверждается замерами, выполненными на стенде ДонУГИ. Податливость крепи с замковыми соединениями ЗПКм до 300 мм, что расширяет область применения типовых арочных крепей АП-3, АП-5 и КШПУ.

Применение замков нового типа имеет следующие преимущества: практически во всех выработках за счет увеличения отпора крепи появилась возможность уменьшить плотность ее установки (увеличить шаг); прямой эффект от экономии арок металлической крепи составляет от 300 до 1000 грн. на 1 м. Использование новых замков усиленной конструкции на шахте "Красноармейская-Западная" № 1 в южном полевом откаточном штреке горизонта 593 м позволило увеличить шаг крепи с 0,5 до 0,8 м.

Применения замковых соединений (ЗПКм и ЗШ.000) усиленной конструкции позволяет увеличить шаг установки крепи в 1,3-1,8 раза дополнительно уменьшается смещение контура выработок в 1,5-3 раза.

Таким образом, учитывая взаимосвязь отдельных элементов геомеханической системы «крепь-массив», предложены и успешно внедрены замковые соединения усиленной конструкции ЗПКм и ЗШ.000 для металлической арочной крепи. Их применение позволяет улучшить состояние выработок, сократить металлоемкость крепления за счет уменьшения плотности установки рам, увеличить темпы ведения горных работ, что способствует повышению технико-экономических показателей предприятий.

Для обеспечения устойчивости обводненных подготовительных выработок глубоких шахт в зоне нарушений необходимо для конкретных условий применения использовать рациональную комбинацию новых или существующих способов охраны и средств поддержания выработок. Теоретически обоснована и экспериментально подтверждена возможность обеспечения устойчивого состояния выемочных выработок глубоких шахт за счет перераспределения повышенной нагрузки между перегруженными и недогруженными комплектами крепи по длине выработки продольно-балочной крепью усиления (ПБКУ) как при установке, так и без применения анкерной усиливающей крепи.

На шахтах производственного объединения «Донецкая угольная энергетическая компания» («Южнодонецкая №3», им. К.Т.Абакумова, им. М.И. Калинина и им. А.А. Скочинского) была проведена опытно-промышленная проверка эффективности нового способа продольно-жесткого усиления арочной крепи выемочных выработок в зоне влияния очистных работ, которая подтвердила достаточно высокую его эффективность [3].

На шахте «Южнодонецкая №3» в условиях вентходка 4-й восточной лавы пласта с<sub>11</sub> качестве усиливающей крепи использовалась жесткая двойная продольная балка из двутавра №14 в сочетании криволинейным сегментом и двумя радиальными сталеполимерными анкерами (рис. 1).

Две продольные балки длиной по 4,5 м из двутавра №14 (рис. 1) с сегментом жесткости расположенным между балкой и верхняком, подвешивались к нему на 2-х специальных крючьях с планками и гайками с нахлестом 0,5 м.

Для повышения эффективности продольно-балочного усиления дополнительно устанавливались два сталеполимерных анкера длиной 2,5 м, которые соединялись с верхняком и балкой отрезком конвейерной цепи.

Опыт применения продольно-балочной крепи усиления, в качестве которой применялся специальный взаимозаменяемый профиль СВП-27, на шахтах им. Е.Т. Абакумова, им. М.И. Калинина и им. А. А. Скочинского подтвердил эффективность использования данной крепи усиления в подготовительных выработках глубоких шахт.

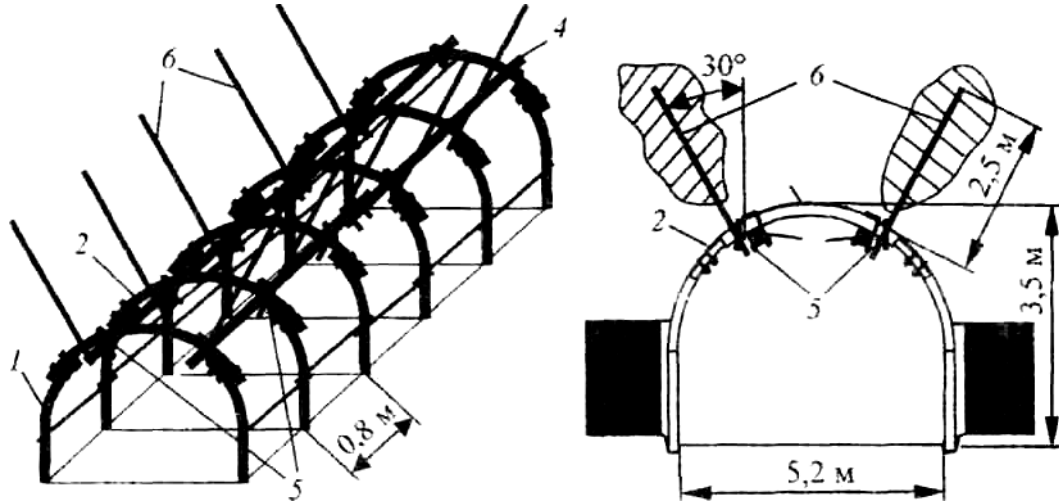


Рис. 1. Конструкция двойной продольно-балочной усиливающей крепи: 1 - ножка крепи, 2 - верхняк; 3 - криволинейный сегмент из отрезка верхняка (СВП-27) 4 - продольная балка из двутавра №14; 5 - элементы крепления балки к верхняку крепи

С геомеханической точки зрения подобный эффект можно объяснить изменением механизма взаимодействия породных отдельностей приконтурной части непосредственной кровли с основной крепью выработки при наличии жестко-каркасной связи ее комплектов.

Применение жесткой связи комплектов крепи изменяет характер ее взаимодействия с породами зоны неупругих деформаций вокруг выработки, которая идентифицируется как дискретная распорная среда. Физическая модель этого взаимодействия заключается в перераспределении поддерживающего ресурса недогруженных комплектов крепи за счет съема жесткой балкой повышенных нагрузок с перегруженных комплектов и равномерной передачи их на недогруженные комплекты крепи.

В отличие от обычной продольно-жесткая усиливающая крепь не допускает значительных смещений отдельных элементов, поддерживая просевшие арки за счет жесткого продольного стержня. Поэтому при достижении критических нагрузок в этих элементах происходят лишь минимальные смещения, равные изгибным деформациям продольного стержня.

Для обеспечения устойчивости обводненных подготовительных выработок глубоких шахт в зоне влияния нарушений следует признать рациональным использование для этой цели комбинированного способа охраны выработки с 2-мя сталеполимерными анкерами, установленными в проходческом забое в сочетании с двумя продольными балками из СВП-27.

Достаточная плотность установки анкеров находится в пределах  $0,8...1,2$  анк/м<sup>2</sup>, а рациональная длина –  $2,2...2,5$  м.

Это обеспечит консолидацию комплектов арочной крепи по длине выработки на различных участках влияния очистных работ.

### Библиографический список

1. Зборщик М.П. Малозатратное обеспечение устойчивости подготавливающих выработок угольных шахт // Материалы международного научно-практического симпозиума «Современные проблемы шахтного и подземного строительства». – Донецк: Норд-Пресс. – 2006. – Вып.7. – С. 12-15.

2. Халимендик Ю.М., Александров С.Н. Замковые соединения усиленной конструкции для повышения устойчивости горных выработок // Уголь Украины. – 2007. – № 2. – С. 16-19
3. Соловьев Г.И., Гребенкин С.С., Рябичев В.Д. О новой концепции обеспечения устойчивости подготовительных выработок глубоких шахт // Фізико-технічні проблеми гірничого виробництва. Вип. 10. Фізичні основи управління станом вуглепородного гірничого масиву / Під загальною редакцією А.Д. Алексеєва. – Донецьк: Інститут фізики гірничих процесів НАН України, 2006. – С. 142-147

© Кобзарь Ю. И., Громов В. В., 2010.

**Анотація**

Визначені параметри повздожньо-балочної підсилюючого кріплення.

Ключові слова: анкер, кріплення, виробка.

**Abstract**

Parameters of longitudinal beam timbering are obtained.

Keywords: anchor, timbering, working.