

УДК 622.281.76

ЭФФЕКТИВНОСТЬ АНКЕРНОГО КРЕПЛЕНИЯ ПРИ КОМБИНИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ РАЗРАБОТКИ

Булатников А. А., Макаров С. В.
(ДонУГИ, г. Донецк, Украина)

З позиції забезпечення взаємозв'язку сталеполімерного анкерного кріплення і рамного арочного, що зводиться з попереднім розпором, представлено передумови вирішення проблеми повторного використання виробок за очисним вибоєм в умовах слабких нестійких порід. Для оцінки критерію стійкості плоского відслонення покрівлі виробки представлено параметр $\gamma H/R$, який ув'язує глибину гірничих робіт і міцність порід на одноосьове стиснення.

From a position of guaranteeing of steel-polymer anchor and frame arch shore interrelation, erected with preliminary thrust, preconditions of the problem solving of reuse of developments behind the clearing face in the conditions of weak unstable breeds are presented. Parameter $\gamma H/R$, intended for an estimation of stability criterion of a flat exposure of excavation roof, that coordinating mining depth of and rock strength on one-axis compression, are presented.

Введение. Наиболее распространенный и известный в горной практике механизм работы анкерного крепления сводится к поддержанию в устойчивом состоянии в кровле выработки слабого приконтурного слоя пород мощностью до 1м путём подшивки его к более прочному монолитному массиву, или к сшиванию слабых слоистых пород в монолитный блок породной толщи.

После появления высокопрочных клеевых составов для закрепления анкеров, а также использования высокой прочности (несущей способности) анкерных штанг из арматурной стали,

взгляды ученых о работоспособности анкерной крепи изменились и свелись к следующему: установка анкера, согласно требований СОУ 12.01.01.501-98, создает в приконтурном массиве выработки грузонесущий армированный породный свод в зависимости от формы поперечного сечения выработки в виде свода или балок толщиной, близкой к глубине анкерования, который сдерживает или ограничивает величины смещений пород по контуру свода выработки, предотвращая (замедляя) развитие процесса расслоения (деформирования) пород.

Однако эти свойства высокопрочного анкерования в условиях поддержания участков выработок, особенно примыкающих к очистным забоям, еще недостаточно изучены.

Постановка задачи. Основываясь на исследованиях, проведенных в шахтоуправлении «Луганское», дать оценку устойчивого состояния повторно используемых выработок за очистным забоем закреплённых комбинированной крепью.

Результаты. В шахтоуправлении «Луганское» [1] были выполнены исследования состояния повторно используемого 7-го западного конвейерного бремсберга между горизонтами 451 и 370 за очистным забоем по пласту ℓ_6^H . Выработка закреплена комбинированной крепью, состоящей из сталеполлимерной анкерной с металлической сеткой по кровле и металлической трехзвенной арочной КМП-А3 с деревянной затяжкой с боков.

Анкеры устанавливались после выемки породы комбайном КСП-22 на длину заходки 0,8 м. Для бурения шпуров и возведения анкеров применяли переносную гидравлическую установку МУТ-100j. Перед началом крепления размечали шпуры и навешивали сетку. Первым выбуривали центральный шпур и вставляли в него три ампулы с полимерным составом (первая со временем затвердевания 25-40 с, две последующие – 80-240 с). Далее в шпур на всю длину вводили анкерный стержень длиной 2,4 м с надетым на него металлическим подхватом, прижимая при этом металлическую сетку. Разрушение ампул, перемешивание смолы и отвердителя осуществляли за счет вращения (200 мин^{-1}) стержня буровой установкой, продолжительность которого не должна превышать времени схватывания полимерного состава из первой ампулы. После окончания вращения металлический стержень ан-

кера удерживали неподвижно до полного затвердения полимера. Затем закрепляли металлический подхват, затягивая гайку на анкере, с помощью которой опорная плита прижималась к кровле выработки с усилием 50 кН. Оставшиеся четыре вертикальных шпура также бурили в забое $\varnothing 27$ мм. Максимальное отставание анкерной крепи от забоя не превышало 0,4 м (плотность анкерования 1,3-1,4 анкера на 1 м^2). Таким образом, при наличии весьма слабых вмещающих пород $\sigma_{сж} = 40$ МПа и несущей способности анкера до 450 кН усилия распора заанкерванной толщи пород по контуру кровли бремсберга составит до 630 кН/м^2 . Инструментальные наблюдения выполняли с помощью контурных реперов, которые устанавливали в кровлю, почву и бока выработки. Для изучения размеров зоны динамических проявлений опорного давления, протяженности зоны временного опорного давления впереди очистного забоя и шага обрушения основной кровли замеры пункты закладывали через 10 м в пределах и за пределами влияния очистных работ.

В массиве, вне зоны воздействия очистных работ, бремсберг поддерживался в устойчивом удовлетворительном состоянии. Но, в результате проявления горного давления от влияния движущегося очистного забоя выработка подвергалась усиленным деформациям. Комбинированная крепь не способствовала сохранению в эксплуатационном состоянии 7-го западного конвейерного бремсберга на период его повторного использования. Вне зоны влияния очистных работ состояние бремсберга стабильное и удовлетворительное, устойчивость кровли обеспечивается в основном анкерами, а рамная крепь на большей части выработки установлена без контакта с породным обнажением. Горное давление проявляется лишь в пучении почвы со средней скоростью 0,5 мм/сут. Под действием опорного давления впереди лавы ситуация резко меняется: угольный пласт разрушается и выдавливается внутрь выработки; в кровле и боках образуются заколы; породный контур постепенно входит в контакт с арочной крепью, которая начинает воспринимать существенную нагрузку и периодически подаваться за счет проскальзывания элементов в узлах податливости; жесткий породный блок, скрепленный анкерами, частично теряет прочность, что проявляется в разрыве стержней и опорных плит. Зона опор-

ного давления в 7-м западном конвейерном бремсберге распространяется на расстояния 64 – 86 м впереди лавы, причем меньшее значение установлено по смещениям в кровле, а большее – в почве выработки. За границу зоны принималась точка, где начиналось увеличение скорости смещений пород под воздействием лавы по сравнению с установившейся скоростью вне влияния очистных работ. В пределах зоны можно выделить два участка: малых и больших деформаций, причем второй начинается с расстояния 38 – 46 м от очистного забоя, где смещения пород резко нарастают, достигая на линии лавы наибольших средних значений (конвергенция 260 мм; кровля 70 мм; почва 190 мм и сближение боков 200 мм).

Для поддержания бремсберга в эксплуатационном состоянии за лавой на расстоянии 20-30 м проводились работы по поддирке пород почвы, а на удалении от очистного забоя на расстояние 100 – 110 м – по неизбежному перекреплению с заменой деформированной арочной крепи, которые существенно усложнились наличием выступающих из кровли стержней анкеров.

Данные наблюдений свидетельствуют о неэффективном использовании принятого варианта крепления 7-го западного конвейерного бремсберга и способа охраны его в выработанном пространстве за лавой. Проблему повторного использования выработок за очистным забоем в условиях слабых, низкой прочности вмещающих пород следует осуществлять с позиции обеспечения взаимосвязи сталеполимерной анкерной крепи и рамной арочной, возводимой с предварительным распором.

В инженерных расчетах для оценки критерия устойчивости плоского обнажения кровли выработки предлагается использовать параметр $\gamma H/R$ [2] в зависимости от напряженного состояния массива на планируемой (H) глубине горных работ, показателя прочности (R) пород где γ – средний удельный вес пород кровли на уровне расположения выработки.

Корреляционным анализом изложенного в работе [2] и большого объема шахтных исследований установлено, что при значениях показателя $\gamma H/R < 0,25 \div 0,3$ смещения пород на контуре выработки находятся в пределах упругих деформаций и не превышают 50-70 мм. В горно-геологических условиях заложения

ния выработки, где параметр $\gamma H/R > 0,3$, вмещающие породы подвержены расслоению и пучению.

Эффективность комбинированной системы разработки, главным образом, определяется сохранением устойчивого состояния повторно используемых выработок за очистным забоем, особенно при применении сталеполлимерной анкерной крепи повышенной несущей способности в сочетании со средствами охраны штреков (ходков) со стороны выработанного пространства.

В настоящее время анкерное крепление в чистом виде применяется для поддержания выемочных штреков (до погашения за очистным забоем) на шахтах ГП «Павлоградуголь». Достаточно большой опыт внедрения анкерных систем в условиях столбовой системы разработки имеется при подготовке штреков по пласту m_5^{16} на шахте «Добропольская» [3].

Выводы. Таким образом, при показателе $\gamma H/R$, равном 0,3 представляется возможным ориентировочно определить предельную глубину проведения и поддержания выработки, при которой сохраняется устойчивое состояние пород и представляется возможным использовать для крепления выемочных штреков (ходков) в условиях столбовой системы разработки анкерное крепление в чистом виде. Параметры системы анкерования кровли и боков в этих условиях определяются структурным строением приконтурной толщи пород выработки.

В условиях залегания в кровле пласта аргиллитов с пределом прочности $R = 30 \div 40$ МПа предельная глубина, до которой возможна подготовка выработок с анкерным креплением в чистом виде, составляет 450-500 м, а при алевролитах $R = 40 \div 60$ МПа – 600÷650 м и песчаниках $R = 100$ МПа – 900÷1000 м.

Использование анкерной крепи соответствует горно-геологическим условиям на более глубоких горизонтах на шахтах: «Южнодонбасская № 1» – пласт C_{11} , «Молодогвардейская» – пласт K_2 и им. Челюскинцев – пласт ℓ_1 .

СПИСОК ССЫЛОК

1. А. Н. Ермаков. Опыт применения анкерной крепи в шахтоуправлении «Луганское» / Ермаков А. Н, Ровенский В. В, Бабнюк Г. В, Пунтус В. Ф. // Уголь Украины – 2009. № 1. с. 2
2. Ю. З. Заславский. Исследование проявления горного давления в капитальных выработках глубоких шахт Донецкого бассейна / М: Недра, 1966. С.139-145.
3. А. О. Новиков, С. Ю. Гладкий, И. Н. Шестопапов. Об особенностях деформирования породного массива вмещающего подготовительные выработки с анкерным креплением. // Известия Донецкого горного института – Донецк: ДонГТУ.