

УДК 622.831.312

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ КРЕПИ НА ОСНОВЕ АНКЕРОВ, ЗАКРЕПЛЯЕМЫХ БЕЗ СВЯЗУЮЩИХ СОСТАВОВ

Русаков В.О., аспирант

Научный руководитель: Петренко Ю.А., д.т.н., проф.
Донецкий национальный технический университет
г. Донецк

Кардинально улучшить технические и экономические показатели работы шахты можно путем применения анкерной крепи [1].

Эта система крепления имеет ряд достоинств, которые подтверждены практикой и включают: устранении производственного травматизма, вызванного обрушением пород кровли, увеличение в 1,5-2,0 раза темпов сооружения выработок, сокращение в 5-10 раз материальных и трудовых затрат на крепление выработок, сокращение объемов транспортировки крепежных материалов и уменьшение доли ручного труда в процессе возведения крепи, более эффективное использование сечения выработок за счет сокращения потери площади рабочего сечения, сокращение затрат на ремонт горных выработок при их эксплуатации.

Различные схемы взаимодействия анкерной крепи и породного массива были предложены отечественными учеными - Семевским В.Н., Борисовым А.А., Махно Е.Я., Широковым А.П., Толпаноровым А.Т., Сtryгиным Б.И., Чуканом В.К., Мельниковым Н.И., Ткачевым В.А., Байкенжном М.А.; учеными зарубежных стран Бакки Ф., Югоном А., Костом А., Якоби О., Панеком Л.А. и др.

Все известные представления о роли анкерной крепи можно свести к трем основным схемам (рис. 1): 1 – формирование в кровле несущей конструкции (метод шшивки); 2 – подвешивание пород нарушенной зоны к более устойчивым за ее пределами (метод подшивки), 3 – предотвращение отдельных случайных вывалов пород (ограждающая конструкция).

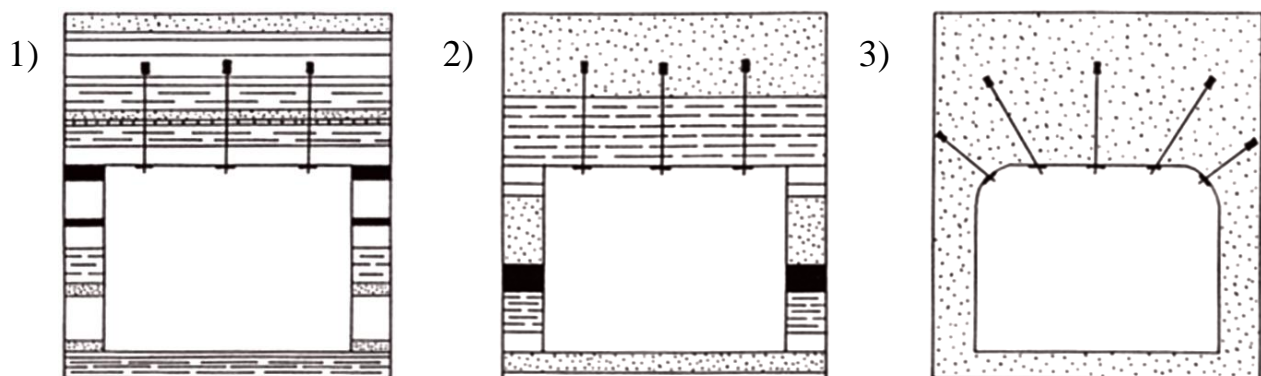


Рис. 1 – Схемы работы анкерной крепи

В современном толковании анкерную крепь рассматривают как систему армирующих элементов (деревянных, металлических, железобетонных, полимерных и др.) закрепляемых в шпурах (скважинах), пробуренных по контуру выработки, которые в самостоятельном виде или в сочетании с поддерживающими и ограждающими элементами предотвращают обрушение ослабляемых пород за счет их скрепления и подвески к устойчивой части породного массива.

Опыт применения жесткой анкерной крепи, закрепляемой по всей длине, при установке ее в радиальном направлении показывает, что при смещении контура выработки на 200 мм происходит ее обрыв [2]. Это связано с тем, что в условиях образования зоны разрушенных пород, область пород, укрепляемых анкером намного меньше расстояние между ними, вследствие чего разрушенные породы обыгрывают анкерную крепь. Следовательно, армирующее воздействие анкерной крепи, устанавливаемой в радиальном направлении осуществляется только в пределах пород, непосредственно связанных с анкером. Увеличить область влияния анкера возможно за счет его рационального пространственного расположения.

В ДонНТУ разработан способ охраны выработок, заключающийся в том, что анкерная крепь устанавливается «розетками» (по 4 анкера), в которых анкера располагаются по большим диагоналям куба, одна сторона основания которого совпадает с продольной осью выработки, а вторая – линейно аппроксимирует контур ее поперечного [3]. Анкерная «розетка» представляет собой две анкерные штанги, которые соединяются между собой фигурной планкой. Анкерные штанги устанавливаются в предварительно пробуренные скрещивающиеся шпуры, расположенные под углом 40-70° к закрепляемой поверхности (рис. 2).

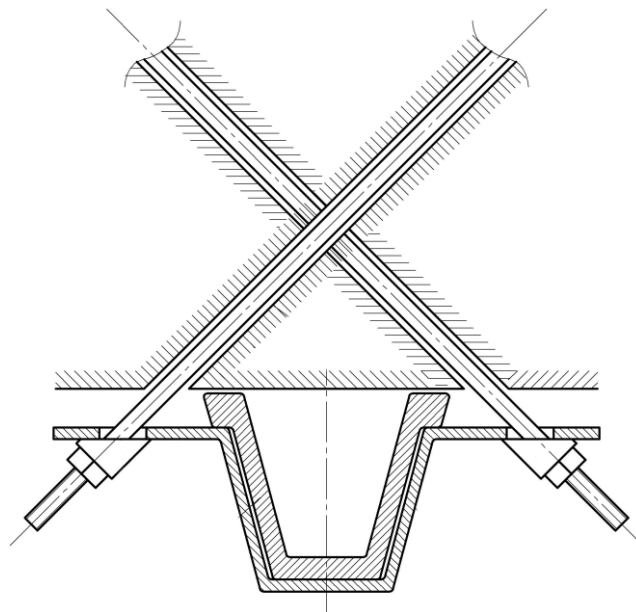


Рис. 2 – Пространственная схема расположения анкеров связанной с рамой крепи

С целью изучения влияния различных схем установки анкерной крепи на условно-мгновенную и остаточную прочности пород в лаборатории горного давления ДонНТУ были проведены испытания образцов, изготовленных из фосфогипса с различными схемами их армировки. Результаты испытаний показали, что расположение анкеров по большим диагоналям куба приводит к повышению условно-мгновенной прочности образца в 1,6 раза. Характерной особенностью деформации образца является сохранение остаточной прочности после разрушения, которая составляет 30 % от условно-мгновенной прочности армированного образца и 50% от условно-мгновенной прочности образца без армировки. Такой результат объясняется на наш взгляд, тем, что при пространственном расположении анкерная крепь выполняет роль стержневой обоймы, изменяющей вид напряженного состояния разрушенных пород внутри себя [4].

В предлагаемой новой концепции роль анкера заключается, а осуществлении сопротивления расслоению пород кровли и их деформированию в полость выработки. В направлении реализации предлагаемой новой концепции в ДонНТУ разработана конструкция анкерного крепления в виде рамки анкерной крепи (РАК).

Отличительной особенностью предлагаемо конструкции анкерного крепления является простота в исполнении составных частей, отсутствие резьбовых соединений, а также закрепление анкеров без применения связующих составов. Следует отметить, что данная система может работать только в комплексном составе – два анкера, подхват с замковой частью по его концам и двух клиньев.

При этом форма выработки должна быть с плоской кровлей: прямоугольная; трапециевидная; обратная трапеция.

Для проверки работоспособности предлагаемой конструкции анкерного крепления было отработано две серии структурных моделей в лабораторных условиях. Модель имитирующая породный блок, состоящий из 3-х не укрепленных слоев на рис. 3 показано состояние моделей вначале(а) и в конце (б) испытаний. Фиксация смещений плиты производилась миллиметровой линейкой на каждом шаге нагружения.

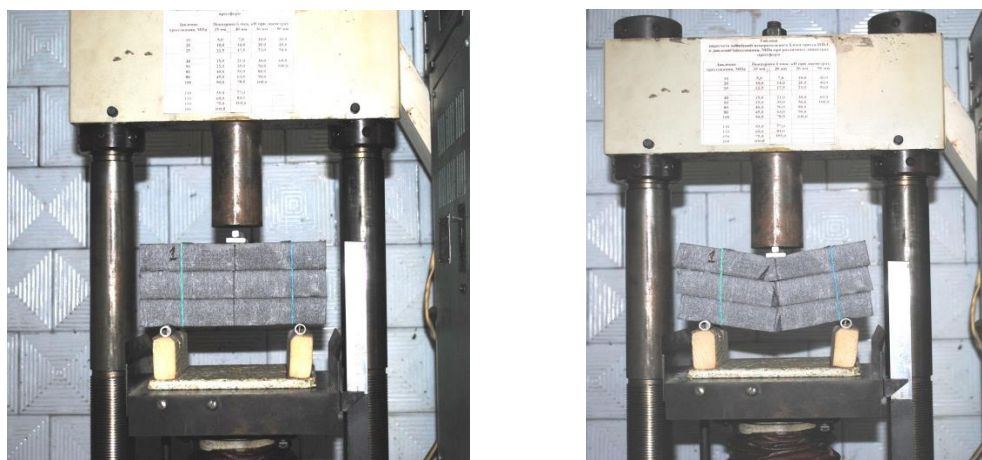


Рис. 3 – Состояние моделей вначале(а) и в конце (б) испытаний

В первой серии моделей исследовалась деформация плиты, составленной из 3-х слоев эквивалентного материала. Толщина слоя плиты составляла 30 мм. В качестве эквивалентного материала был использован пеноплекс. Предварительно были определены такие его параметры как прочность на одноосно сжатие, модуль упругости, удельная плотность. В первой серии обрабатывались три модели. Первая модель была представлена 3-х слойной плитой без укрепления; вторая – с укреплением двумя РАК и третья - с укреплением четырьмя РАК. Отработка модели заключалась в фиксации деформации по нижнему слою плиты, которая размещалась на двух нижних опорах и пригружалась сверху по линии нагрузкой производимой гидравлическим прессом.

На рис. 4 приведены графики абсолютной деформации моделей. Анализ графиков показывает что на момент окончания испытаний при нагрузке 1,6 кН деформации не укрепленной плиты составят 11 мм, что соответствует в натуре 220 мм (позиция 1). При укреплении плиты двумя РАК эти деформации составили, соответственно 7,5 и 150 мм. При укреплении плиты четырьмя РАК эти деформации составили, соответственно 4,6 и 92 мм. Таким образом укрепление плит двумя и четырьмя РАК приводит к уменьшению их деформации, соответственно в 1,5 и 2,4 раза.

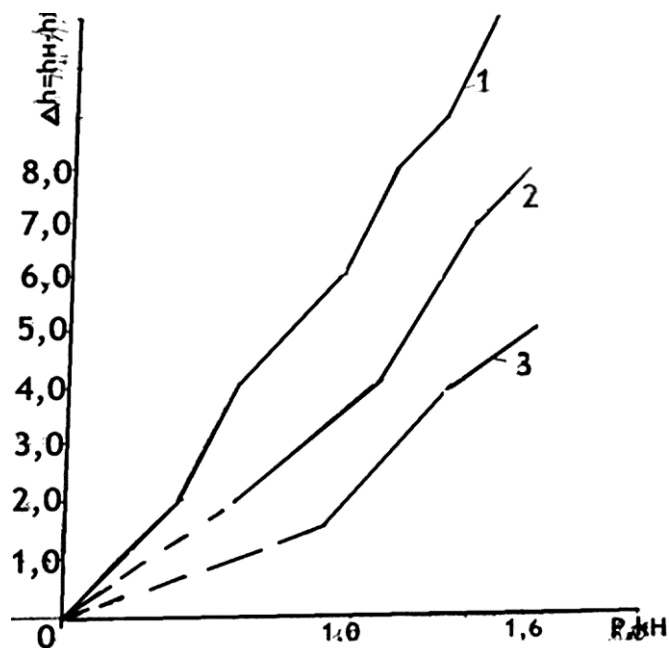


Рис. 4 – Графики абсолютной деформации моделей породного блока (1 - пустой, 2 - блок укрепленный 2РАК, 3 - блок укрепленный 4РАК)

Полученные результаты подтверждают эффективность участия РАК в торможении деформирования модели кровли выработки.

На рис. 5 приведены графики деформации моделей породных блоков в зависимости от величины прикладываемой нагрузки. Анализ графиков показывает, что деформации неукрепленного блока начинаются с момента приложения нагрузки. До величины нагрузки 0,6 кН наблюдается относительно плавный рост

деформаций средней части блока до величины 6 мм, что соответствует 120 мм в натуре. При дальнейшем увеличении нагрузки до 0,68 кН наблюдается резкий рост деформаций плиты до 10 мм, что соответствует 200 мм в натуре.

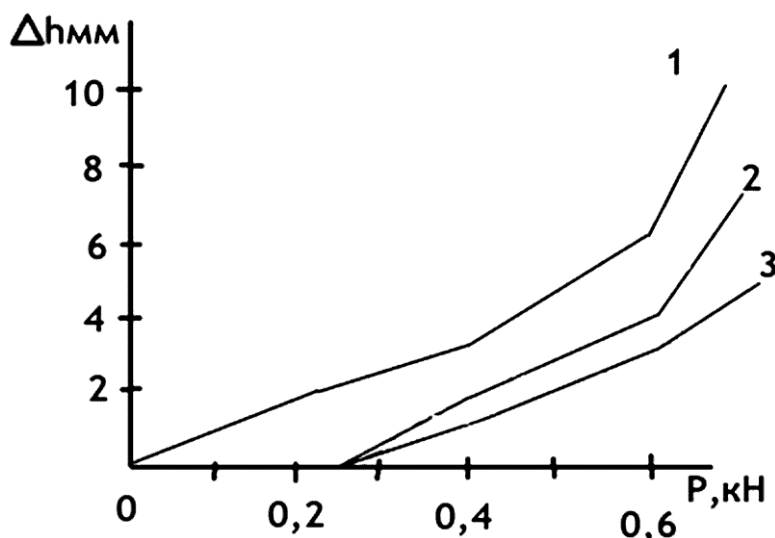


Рис. 5 – Графики деформации моделей породных блоков в зависимости от величины прикладываемой нагрузки (1 - пустой блок, 2 - 1 РАК, 3 - 2 РАК)

При укреплении слоев блока одной РАК до величины нагрузки равной 0,25 кН деформации отсутствуют. Как и в предыдущей модели до нагрузки равной 0,6 кН наблюдается плавный рост деформаций блока до 4 мм. Дальнейшее увеличение нагрузки до 0,68 кН приводит к резкому увеличению деформации до 7 мм, что соответствует 140 мм в натуре.

При укреплении слоев блока двумя РАК, как и в предыдущей модели, до величины нагрузки равной 0,25 кН деформации отсутствуют. С увеличением нагрузки до 0,7 кН наблюдается плавный рост деформации до 5 мм, что соответствует 100 мм в натуре. Анализ результатов испытаний второй серии структурных моделей показали, что укрепление обрабатываемых блоков одной и двумя РАК приводит к уменьшению их деформаций соответственно в 1,4 и 2,2 раза.

Таким образом выполненный анализ конструкций анкерной крепи и способов ее закрепления показал, что основными ее недостатками является высокая стоимость скрепляющих растворов и невозможность ее повторного использования. Предлагаемая в настоящей работе конструкция рамки анкерной крепи лишена этих недостатков и кроме этого, за счет пространственного расположения позволяет вовлечь в совместную с анкерами работу гораздо больший объем породы. Лабораторные исследования эффективности данной конструкции крепи на структурных физических моделях показали следующее:

- при установке одной рамки анкерной крепи на погонный метр кровли выработки смещения ее контура уменьшаются в 1,5 раза.

- при установке двух рамок анкерной крепи на погонный метр кровли выработки смещения ее контура уменьшаются в 2,4 раза.

Результаты выполненных лабораторных исследований подтверждают, что предлагаемая конструкция анкерной крепи является простой надежной и эффективной.

Список литературы:

1. Касьян Н.Н., Ключев А.П., Лысенко В.И. Влияние анкерной крепи на геомеханические процессы в массиве пород вокруг поддерживаемых выработок// Донецкий горный институт. – 1996. – №1(3). – С.57-60.
2. Касьян Н.Н. Повышение эффективности применения анкерной крепи для поддержания выработок глубоких шахт//Известия Донецкого Горного института. –1996. – №2(4). – С.53-55.
3. Петренко Ю.А., Касьян Н.Н., Новиков А.О., Сахно И.Г. Новый подход к расчету параметров анкерной крепи //Зб. научн. тр. «Физико-технические проблемы горного производства». – Вып. 7. -ИФГП НАН Украины,2004. – С.167-172.
4. Касьян Н.Н. Новые способы повышения грузонесущей способности разрушенных пород вокруг выработок в условиях глубоких шахт / Н.Н. Касьян, А.П. Ключев // Горн. информ.-анал. бюл. – 2002. – № 3. – С. 55–56.