

**ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННОЕ ИСПЫТАНИЕ КРЕПЛЕНИЯ
ПОЧВЫ ВЫРАБОТКИ СТЕКЛОПЛАСТИКОВЫМИ АНКЕРАМИ**

Наведені результати експериментальних досліджень здійснення підшви виробки, які дозволили встановити вплив анкерного кріплення на зміщення порід підшви та розробити рекомендації по підвищенню її стійкості.

**TRIAL TEST OF FASTENING OF SOIL OF DEVELOPMENT BY
FIBREGLASS ANCHORS**

Results of experimental researches raising soils of development which have allowed to establish influence anchors fastenings on displacement of breeds of soil are resulted and to develop recommendations about increase of its stability.

Разрушение склонных к пучению пород почвы выработки приводит к негативным последствиям, препятствующим нормальному проведению технологических мероприятий, связанных с добычей угля. Особо данные процессы проявляются в условиях больших глубин отработки угольных пластов, залегающих в неустойчивых боковых породах, где смещения боков и почвы выработок достигают значений, превышающих допустимые «Правилами безопасности...». Ситуация, кроме того, усложняется при высокой газоносности угольных пластов и вмещающих пород, что требует их дегазации, а, соответственно, бурения скважин с промывкой. Увлажнение приводит к неконтролируемому поднятию почвы и, как результат, – к аварийному состоянию подготовительной или дегазационной выработки. Это вызывает необходимость частой поддирки вспученных пород, а иногда и перекрепления выработки. Отечественный и мировой опыт охраны подготовительных выработок показывает высокую эффективность применения анкерных систем для борьбы с негативными проявлениями высокого горного давления. В настоящее время разработаны и получили широкое применение высокопрочные сталеполимерные анкеры нового технического уровня, эффективные схемы и производительные технологии их установки [1].

Однако, данный тип анкеров непригоден для крепления пород почвы. Это обусловлено тем, что в сложных горно-геологических условиях и под влиянием очистных работ все равно возникает необходимость поддирки, а стальные стержни анкеров не позволяют осуществить данный процесс.

Нами предложено, в таких ситуациях, производить установку в почве выработок анкерных систем из стеклопластиковых материалов [2]. Технология установки данных систем предусматривает закрепление в шпурах стеклопластиковых анкерных стержней при помощи полимерных или минеральных связующих. Такое анкерование может применяться для повышения устойчивости подлежащих впоследствии отработке угольных пластов или целиков, а также для предотвращения или снижения интенсивности вспучивания пород почвы подготовительных выработок. Это преимущество объясняется тем, что

стержни анкеров выполнены из одноосноармированных стеклопластиков и обладают достаточным для данных целей сопротивлением на растяжение при малом сопротивлении на срез [3], что позволяет, при необходимости, подвергать их воздействию режущих органов комбайнов, поддирочных машин и других механизмов.

В ИГТМ НАН Украины разработаны анкеры стеклопластиковые армированные трубчатые (АСАТ), предназначенные для крепления боков и почвы подготовительных выработок [4, 5]. Конструктивно они выполнены в виде толстостенной трубки из армированного стеклопластика с наружным и внутренним диаметрами соответственно 30 и 25 мм. Отличительной особенностью АСАТ является то, что стержень анкера, выполненный в виде трубки, кроме традиционной функции по «сшиванию» пород, служит емкостью для необходимого объема связующего с отвердителем, которое выдавливается поршнем через сливные отверстия в донной части анкера. Закрепляющий раствор проникает не только в технологический зазор между стенками шпура и стержнем анкера, но и заполняет образовавшиеся в процессе проходки магистральные трещины. При правильном для данных горно-геологических и горнотехнических условий выборе схемы размещения анкерных стержней создается сплошная балка повышенной прочности, что в значительной степени усиливает эффект укрепления пород. При этом, в зависимости от ожидаемых, определенных в результате теоретических расчетов и практических экспериментов нагрузок на анкерную крепь, рекомендуется применение различных по прочности и стоимости закрепляющих смесей от недорогих цементов и модифицированных карбомидных смол до высокопрочных, но более дорогих композитных составов. Еще одним неоспоримым преимуществом применения стеклопластиковых материалов для крепления горных выработок является их высокая сопротивляемость агрессивной шахтной среде и искробезопасность при воздействии рабочих органов различных выемочных механизмов.

Опытно-промышленное испытание крепления почвы выработки анкерами стеклопластиковыми армированными трубчатыми (АСАТ) проводили в конвейерном штреке 2-ой западной лавы пласта I₄, горизонт 750 м шахты им. А. Ф. Засядько (рис. 1) в течение 8 месяцев. Целью испытаний средств крепления выработок является получение объективной и достоверной информации о повышении устойчивости почвы выработки за счет ее закрепления стеклопластиковыми анкерами в условиях неустойчивых и подверженных пучению пород, принятие решения о дальнейшем использовании средств крепления, разработка рекомендаций по совершенствованию конструктивных и технологических параметров.

Конвейерный штрек 2-й западной лавы пройден по пласту I₄ мощностью 1,0-1,1 м на глубине 750 м. Пласт имеет простое строение и залегает в породах средней и ниже средней устойчивости. В непосредственной кровле расположен алевролит от светло-серого до темно-серого, мелкозернистый с глинистым цементом, мощность которого колеблется в пределах 6,1-12,4 м.

Прочность алевролита на одноосное сжатие – в пределах 36-40 МПа, местами – до 30 МПа, а на одноосное растяжение – 0,55-1,33 МПа. Порода нарушена густой сетью трещин под углом 70-80°. Выше залегает аргиллит, который перекрыт песчаником. В непосредственной почве пласта расположен алевролит средней и ниже средней устойчивости, склонный к пучению. В начале слоя (до 0,3 м) – «кучерявчик» с отпечатками растительности. Порода имеет предел прочности на одноосное сжатие от 30 до 39 МПа, а на одноосное растяжение – 0,4-1,1 МПа. Общая мощность алевролита – 0,6-1,0 м. Ниже расположен серый мелкозернистый алевролит. Слоистость мелкая, горизонтально-волнистая. В конце слоя наблюдается переслаивание песчаника с алевролитом. Общая мощность слоя изменяется в пределах 3,5-5,25 м; прочность от 30 до 50 МПа.

Штрек закреплен комбинированной рамно-анкерной крепью, состоящей из рамной арочной крепи типа КМП-АЗуд, сечением в свету 16,1 м². Расстояние между рамами – 0,8 м. В промежутках между рамами установлены сталеполимерные анкеры в кровлю выработки в шпурах с целенаправленно измененным рельефом стенок [6]. Бурение шпуров осуществляли установкой SIG с диаметром коронки 32 мм.

На участке штрека, протяженностью 97 м (ПК 115+5 м – ПК 125+2 м), почва выработки дополнительно закреплена анкерами стеклопластиковыми армированными трубчатыми (АСАТ) диаметром 30 мм, длиной 1600 мм (см. рис. 1). Анкеры устанавливали перпендикулярно напластованию пород почвы по схеме: пять анкеров в ряду через 800 мм с отступлением крайних анкеров от бока выработки на 400-600 мм и через 800 мм между рядами. Для удержания ножки арочной крепи от вдавливания в почву на отдельных участках по обе стороны борта штрека под углом 45°-60° к напластованию почвы устанавливали по одному металлическому анкеру длиной 2,2 м. Бурение шпуров диаметром 43 мм осуществляли перфоратором ПП-54.

Для определения состояния выработки на участках испытаний и прилегающих к ним участках оборудовано 6 комплексных измерительных станций, на которых установлены глубинные реперы для определения размеров зон неупругих деформаций и расслоений пород кровли на различных удалениях от контура выработки, контурные реперы для определения смещений контура выработки, а также реперы конструкции ИГТМ НАН Украины для измерения смещений пород почвы. Исследования напряженно-деформированного состояния вмещающих пород кровли, боков и почвы выработки осуществляли электрометрическим и аналитическим методами по методике, разработанной ИГТМ НАНУ.

Установлено, что зона активного влияния проходческих работ на деформирование вмещающих подготовительную выработку пород составляет в среднем 25 м, а очистных работ – ±40 м.

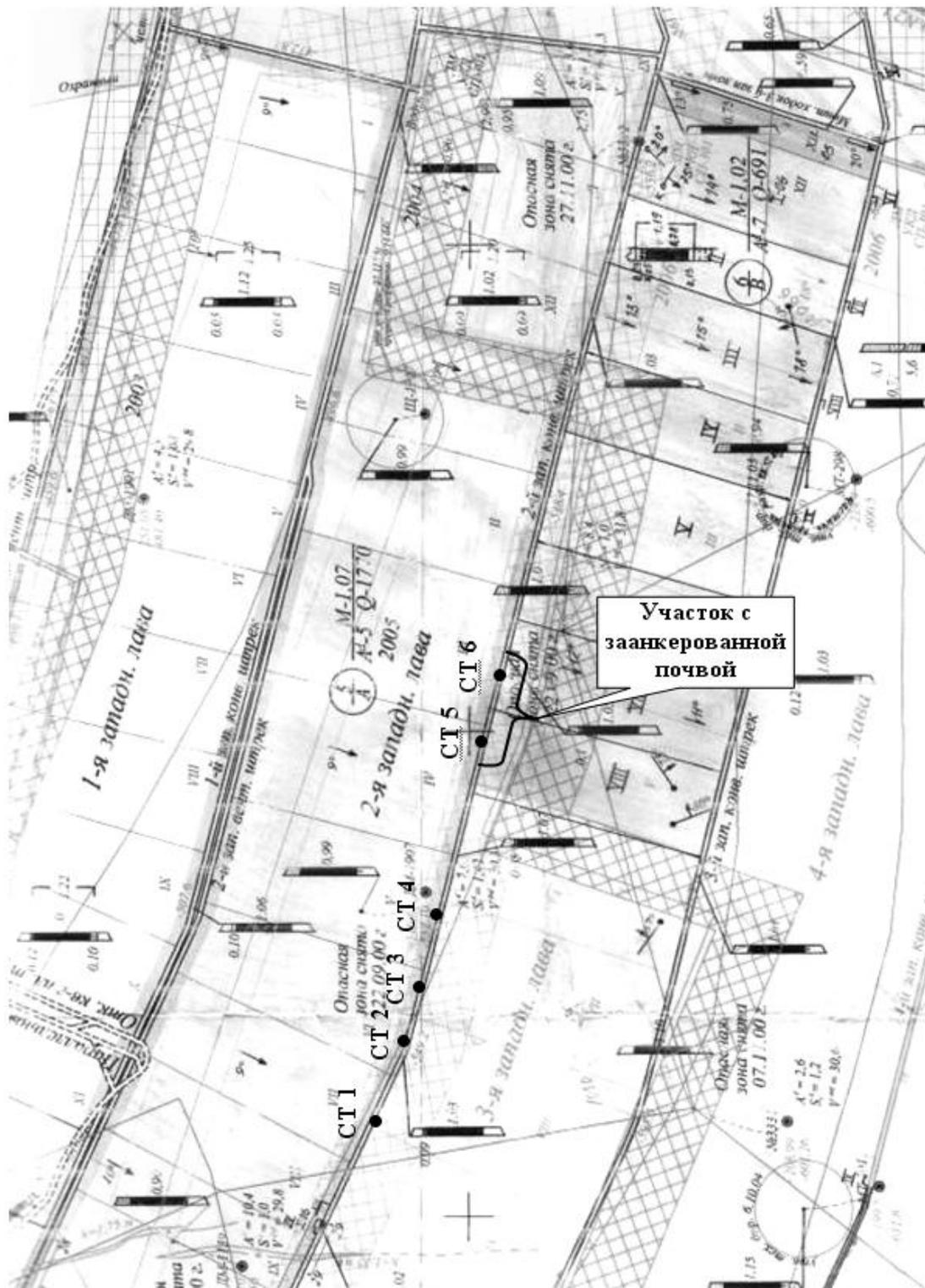


Рис. 1 – Схема экспериментального участка в конвейерном штреке 2-й западной лавы пласта I_4 ш. им. А.Ф. Засядько

На участках конвейерного штрека, закрепленных рамно-анкерной крепью, до начала влияния очистных работ пучение почвы составляло 110-170 мм, при подходе лавы на расстояние 150 м пучение стало расти и достигало 260 мм, на расстоянии 80 м – около 350 мм. Наиболее интенсивные смещения почвы выработки стали проявляться на расстоянии примерно 40 м от линии

очистного забоя и после прохода лавы достигли 624-740 мм, что вызвало необходимость поддирки почвы комбайном ПП-110 с перестановкой ножек арочной крепи со стороны лавы.

На участке штрека, закрепленном рамно-анкерной крепью с дополнительным анкерованием почвы выработки анкерами АСАТ, смещения почвы снизились в среднем на 49 % и после прохода лавы достигли 320-376 мм.

Поддирка вспученных пород на участке выработки с заанкерванной почвой позволила проанализировать механизм развития смещений (рис. 2).

а)



б)



а – со стороны выработанного пространства; б – в середине и в дальнем от выработанного пространства боку выработки

Рис. 2 – Характерное состояние анкеров АСАТ после завершения процесса смещений почвы под влиянием очистных работ

Рисунок 2 а отражает характерное состояние анкеров, установленных на расстоянии 0,5 м от бока выработки со стороны выработанного пространства. Стержни анкеров изломаны на куски длиной 250-400 мм, при этом разрушение пород имеет блочную структуру. Блоки пород почвы смещались к середине выработки в горизонтальном и вертикальном направлениях. Практически все анкера, расположенные в середине выработки и в дальнем от лавы боку остались целыми и «сшивали» блоки расслоившейся породы (рис. 2 б).

Проведенные исследования позволили сформулировать следующие выводы и рекомендации:

1. При закреплении почвы выработки анкерами АСАТ, ее пучение под влиянием проходческих и очистных работ снизилось в среднем на 49 %.

2. В слабых вмещающих породах, склонных к интенсивному смещению, для предотвращения разрушения стенок выработки и вдавливания ножек арочной крепи в почву следует по обе стороны на расстоянии 0,4-0,5 м от бо-

ков устанавливать сталеполимерные анкеры под углом $45-60^0$ к напластованию пород почвы на глубину 2,0-2,2 м.

3. Анкеры АСАТ рекомендуется устанавливать в период проведения выработки. В качестве закрепителя следует применять цемент КЛ (Minova) или смолу КФ-МТ-15 и ангидридный отвердитель в соотношении 10:1.

4. На наиболее сложных участках, подверженных повышенному расслоению или обводнению пород почвы, следует рекомендовать анкеры АСАТ с закреплением смолой КФ-МТ-15 и ангидридным отвердителем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Булат А.Ф. Опорно-анкерное крепление горных выработок угольных шахт / А.Ф. Булат, В.В. Виноградов – Днепропетровск: вид. “Вільпо”, 2002. – 371 с.
2. Курносов С.А. Использование стеклопластиковых материалов в горном деле / С.А. Курносов, И.Н. Слащев, П.Е. Филимонов // Строительство, материаловедение, машиностроение: сб. научн. тр. / ГВУЗ ПГАСА. – Днепропетровск, 2010. – Вып. 52 в 2-х частях. – С. 187-191.
3. Курносов А.Т. Стеклопластиковые анкера в подготовительных выработках / А.Т. Курносов, В.Б. Ковбасенко // Уголь Украины. – 2000. – № 9. – С. 18-19.
4. Патент Украины № 41189. Анкер. Булат А.Ф., Возиянов В.С. Заяв. № 2001032009 від 27.03.2001, Опубл. 15.08.2001, Бюл. № 7.
5. ТУ У 10.1-05411357-004-2000. Анкер стеклопластиковый армированный трубчатый. – Введ. 07.05.2001. – Госстандарт Украины, 2000, - 19 с.
6. Цикра А.А. Повышение устойчивости подготовительных выработок при их поддержании комбинированной рамно-анкерной крепью. Дис. кандидата технических наук / Днепропетровск: ИГТМ НАН Украины, 2010. – 130 с.