

УДК 622.273

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ СТАЛЕПОЛИМЕРНЫХ АНКЕРОВ НА ВЫТЯГИВАНИЕ В СЛОЖНЫХ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Демченко А.И., Яйцов А.А.

(ОАО шахта «Красноармейская-Западная №1»,
г. Красноармейск, Украина)

Експериментально доведено, що випробування анкерів на витягування можна виробити тільки при стійкій кривлі. В умовах нестійких кривель, схильних до розшарування, необхідно застосовувати інші засоби оцінки несучої здатності анкерної кріпи.

It is experimentally proved to that the test of anchors on extraction out can be produced only at a proof roof. In the conditions of the unsteady roofs inclined to stratification it is necessary to apply other facilities of estimation of bearing strength anchor fasten.

В настоящее время на высокопроизводительных угольных шахтах Украины осуществляется расширенное применение сталеполимерных анкеров для крепления подготавливающих выработок. Применение такой крепи в комплекте с рамными металлическими арочными податливыми крепями дает возможность обеспечить удовлетворительное состояние примыкающих к лавам подготовительных выработок и обеспечить возможность их повторного использования. Весьма важно при этом контролировать качество закрепления анкеров в шпурах, поскольку от этого зависит эффективность их сопротивления силам горного давления. Для оценки эффективности работы сталеполимерных анкеров применяется ряд способов.

В литературе встречаются несколько способов определения прочности закрепления анкера в породе. Наиболее популярными являются расчетные методы, стендовые испытания и натурные измерения силы выдергивания анкера из шпура после его установки. Теоретические основы и практические рекомендации по обеспечению надлежащего закрепления анкеров изложены в работах Махно Е. Я. [1], Семевского В.Н. [2, 3], Борисова А.А. [4], Широкова А.П. [5], Мельникова Н.И. [6] и других ученых [7-11]. Расчетные методы обладают простотой, наглядностью и возможностью обобщения. Однако указанные методы основаны на целом ряде допущений, которые снижают надежность результатов количественной оценки прочности закрепления анкера в шпуре. Особенно это касается сталеполимерных анкеров, которые укрепляются в шпуре только за счет выступов на их стенках и, в связи с этим, в сопротивление вытягиванию сталеполимерного анкера вносят случайные погрешности множество факторов, которые сложно оценить заранее количественно. Этот недостаток иллюстрируется в статье [12], где приведен список из семи факторов, влияющих на прочность закрепления. В связи с этим наиболее надежным способом определения усилия закрепления анкера в шпуре является его прямое выдергивание в натуральных условиях.

Испытания анкеров на выдергивание проводились в условиях шахты «Красноармейская-Западная №1». Испытания анкеров предприняты в 1 северном конвейерном штреке, 5 северном конвейерном штреке и 6 южной бортовой выработке блока 6. Все указанные выработки закреплены комбинированной анкерной крепью. Сечение в свету составляет 15 м². Глубина заложения изменяется от 560 м до 650 м. Вмещающие породы средней прочности и устойчивости. Во всех выработках встречаются участки, расположенные в зонах малоамплитудных нарушений. Рамная арочная металлическая податливая крепь установлена через 0,8 м. Замки податливости конструкции ЗСД, ЗШ и ЗПКм. Затяжка сетчатая, местами в кровле деревянная. Выработки обслуживали очистные забои и поддерживались во всех характерных зонах с точки зрения проявления горного давления. Есть участки, поддерживаемые в нетронутом массиве,

в зоне опорного давления, напротив окна лавы, а также позади очистного забоя в зоне активных сдвижений.

Ниже излагаются результаты испытаний анкеров в 6 южной бортовой выработке блока № 6 (рис. 1). Выработка используется для отвода исходящей из 6 южной лавы и газоотсоса метановоздушной смеси из тупика выемочной выработки.

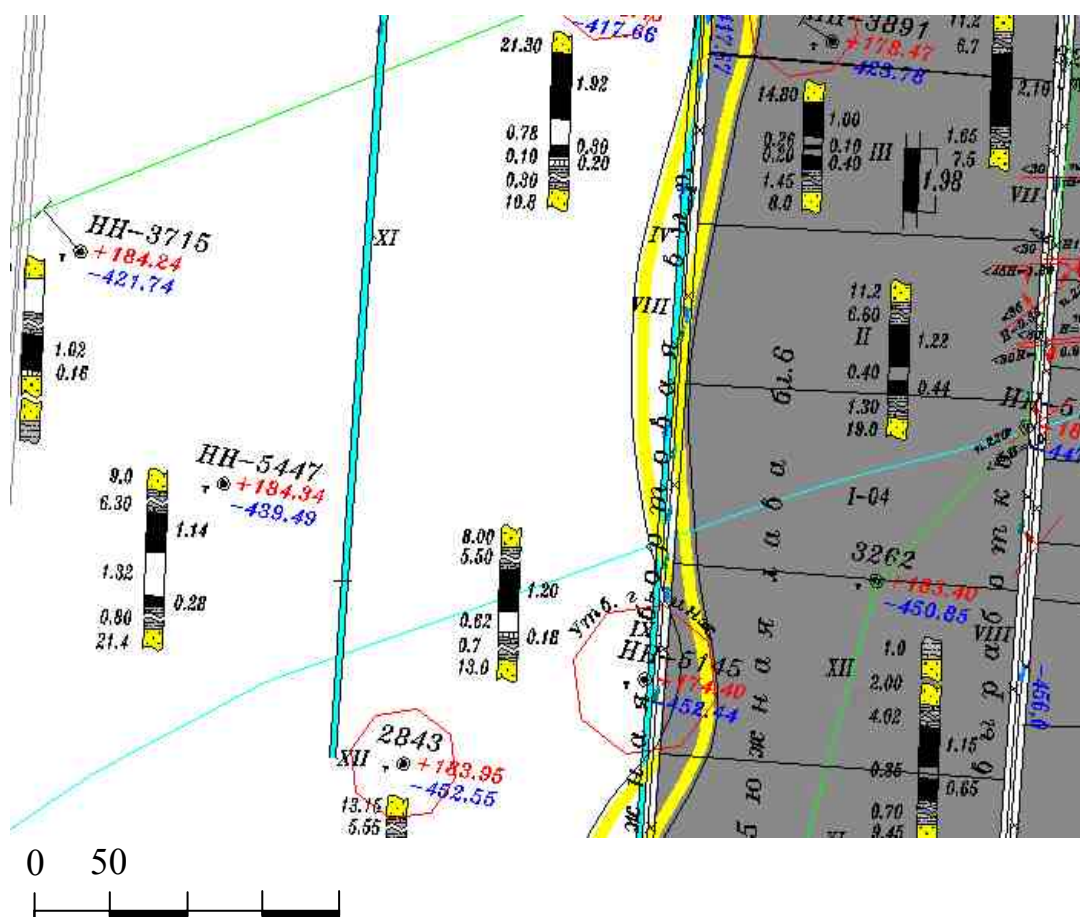


Рис. 1. Фрагмент плана горных выработок на одном из экспериментальных участков

Для сопряжения лавы со штреком применяются деревянные костры из шпального бруса. Кроме того, сечение выработки усиливается сталеполимерными анкерами по шесть анкеров в ряду плюс подхваты верхняка для обеспечения возможности снятия ножки крепи напротив окна лавы. Пять анкеров расположены в половине сечения бортовой выработки, примыкающей к действующей лаве. Сталеполимерные анкера

діаметром 22 мм і довжиною 2,4 м встановлювали в шпурі діаметром 32 мм з повною інкапсуляцією.

В непрямої кровлі пласта залягає алевроліт, потужність якого змінюється від нуля до 5,5 м. Вище розташований стійкий шар піщаника потужністю 8,8-24 м. Таким чином, в межах протяженості виробки існують ділянки ослабленої кровлі, які виникають в місцях звуження шару алевроліту з урахуванням його подривки сеченням виємочної виробки.

Стан виробки оцінюється, в цілому, як задовільний. На ділянках, пройдених в нетронутому масиві, сечення виробки повністю задовільні. Під всі рами забиті дерев'яні клинья, пучення ґрунту і помітне зміщення кровлі відсутні. Виробка практично зберігає проектне сечення. Однак, на ділянках перетину малоамплітудних порушень спостерігається інтенсивне проявлення гірського тиску і виділення води з кровлі виробки по тріщинам і смістителям. В результаті на цих ділянках спостерігається зміщення порід кровлі, а також локальні вивали і продавливання затяжки. Під дією розмокання порід ґрунту відбувається її пучення на висоту 0,3-0,6 м. При переході таких ділянок очистним забоем стійкість сопряження лави з виробкою погіршується. Спостерігається інтенсивне пучення ґрунту на висоту 1-1,5 м, хоча зміщення порід кровлі завдяки додатковому опору анкерної крепи стабілізується на рівні 0,3-0,5 м. Це дає можливість відводити вихідну з лави і забезпечує цілісність жорстких труб газоотсоса, а також підтримку сопряження лави з виробкою без необхідності виконання робіт по її відновленню або подриву ґрунту.

Випробування на витягання в вказанній виробці підв'язано 5 анкерів. Один з них вибран в тупику виробки на відстані 6-8 м позади очистного забоя. Деформація сечення виробки в цьому місці максимальна, а її висота становить близько 1,6-1,8 м. Процес витягання анкера здійснювався в декілька спроб. Перші спроби виконувалися для утримання розпушених і шаруватих

пород кровли. При этом ход штока домкрата достигал 50-60 мм, домкрат утапливался в породах кровли, однако нагрузка на анкер не превышала 40 кН. В конечном итоге стало ясно, что создать высокий уровень осевой нагрузки на анкер в разрыхленной кровле практически невозможно. Вместо вытягивания анкера происходило утрамбовывание разрушенной кровли и дополнительное разрушение отдельных кусков и блоков породы.

Испытание второго анкера производилось напротив окна лавы. В этом месте кровля была также интенсивно разрушена в результате совместного влияния малоамплитудного нарушения и очистного забоя. Основные эффекты, отмеченные в первом испытании, повторились. Домкрат «утопал» в породах кровли, уплотняя ее и дополнительно разрушая. Попытка подставить планку под пятую домкрата не дала принципиального улучшения испытаний.

Третий анкер выбран впереди лавы в зоне опорного давления, длина которого составляла около 20 м. Анкер расположен в 10 м от лавы. Кровля на этом участке выработки сохраняет целостность и устойчивость. Однако состояние деформированной шайбы свидетельствует о том, что он активно включился в работу по сопротивлению силам горного давления. Этот анкер удалось натянуть до усилия 160 кН, после чего работы по испытанию были прекращены. Из-за корроирования головок анкеров существовала опасность отрыва и динамического удара, что создавало опасность для рядом стоящих испытателей и замерщиков. В процессе натягивания анкера до 100-120 кН отмечались скачки деформации и динамические удары, которые свидетельствовали об уплотнении кровли и закрытии полостей расслоения. Из-за уплотнения пород кровли пришлось затратить на испытание 4 приема с переустановкой домкрата в исходное положение.

Четвертый анкер испытан на расстоянии 50 м впереди лавы за пределами зоны опорного давления. Этот анкер был расположен в крайнем ряду, то есть, установлен не позднее суток перед испытанием. Породы кровли были сухими, сохраняли целостность. В результате испытание произведено всего в два

приема. Максимальное усилие натяжения достигнуто на уровне 170 кН, после чего испытание решено прекратить.

В процессе испытаний анкеров на вытягивание измеряли с помощью специальной стойки и индикатора часового типа величину вытягивания головки анкера относительно неподвижной точки в почве. Диаграммы испытаний на вытягивание последних анкеров приведены на рис. 2.

При нагрузке около 170 кН выдвижение головок анкера из массива не превысило 3,5 мм. По данным обработки результатов ранее выполненных испытаний, в частности и на данной шахте установлено, что страгивание анкера (если таковое происходило в результате потери несущей способности) происходит, как правило, при смещениях головки 6-10 мм и более. Это значит, что несущая способность испытанных в 6 бортовой выработке анкеров проверена с запасом. При этом жесткость анкеров составляет около 50 кН/мм, что также характеризуется как вполне удовлетворительный показатель.

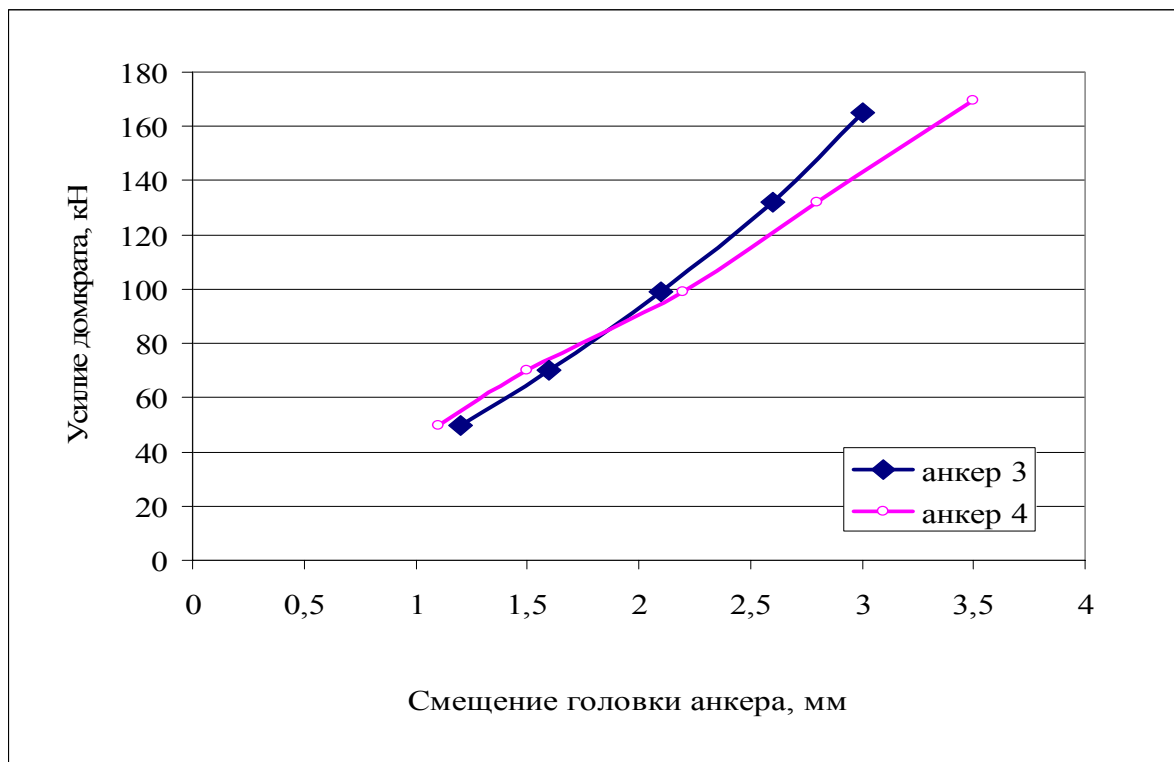


Рис. 2. Примеры нагрузочных характеристик отдельных анкеров

Кроме испытаний анкеров на выдергивание проведены контрольные операции по бурению шпуров под анкеры и установки самих анкеров. При этом установлено следующее: скорость бурения шпуров в кровле выработки, которая пройдена примерно год назад, не является постоянной. При постоянном усилии подачи и скорости вращения наблюдается около 2-3 десятков скачков бура, что свидетельствует о расслоении кровли и ее локальной дезинтеграции. Скачки или замедление скорости бурения может быть также вызвано изменением прочности породных слоев, которые проходит бур. В целом, на бурение шпура длиной 2,9 м в условиях 6 бортовой выработки затрачивается при оптимальном управлении бурильной установкой (типа BAS) от 5 до 10 минут. Процесс установки анкера и размешивания ампул требует хорошей квалификации и навыков операторов по установке анкерной крепи. В реальных шахтных условиях достаточно часто не обеспечивается необходимое давление сжатого воздуха в подающем ставе. Это происходит из-за удаленности рабочего места (утечки в соединениях труб), параллельной работы оборудования, которое потребляет энергию сжатого воздуха и других факторов. Одним из приемов, использованных опытным оператором, является перенос акцента на прокалывание ампул и заталкивание анкера с периодическим включением вращения. Окончательное перемешивание производится после полной досылки анкера в шпур. Такие приемы опубликованы в зарубежных источниках и эффективность их доказана.

ВЫВОДЫ

1. Сталеполимерные анкеры, устанавливаемые в настоящее время в действующих выемочных выработках шахты «Красноармейская-Западная №1» (1 северном конвейерном штреке, 5 северном конвейерном штреке и 6 южной бортовой выработке блока 6), обладают проектной несущей способностью и выполняют значительную работу по сопротивлению силам горного давления в зонах опорного давления и активных сдвижений массива горных пород. Это позволяет обеспечить

удовлетворительную устойчивость сопряжений лавы с вентиляционным или конвейерным штреком, поддерживаемым на границе с нетронутым массивом.

2. В процессе интенсивного деформирования кровли возможно ее расслоение, хотя анкеры сохраняют высокую несущую способность. В таких условиях нет возможности испытать остаточную несущую способность анкера из-за эффекта податливости непосредственной кровли и ее утрамбовки. Для решения указанной проблемы необходимо разработать новый способ испытания несущей способности анкерной крепи с учетом податливости неустойчивой кровли.

3. Необходимо проведение постоянной массовой работы по отбору и обучению операторов для бурения шпуров и установки сталеполимерных анкеров, разъяснению важности соблюдения параметров анкерного крепления и распространения передового опыта по установке анкеров.

СПИСОК ССЫЛОК

1. Махно Е.Я. К вопросу о расчете штанговой крепи // Уголь. - 1959. - №5. -С. 13-15.
2. Семевский В.Н. Штанговая крепь // Горный журнал. - 1953. № 6. - С.23-25.
3. Семевский В.Н. Штанговая крепь. - М.: Metallurgizdat, 1958. - 234 с.
4. Борисов А.А. Новые методы расчета штанговой крепи. - М.: Госгортехиздат, 1962. - 125 с.
5. Широков А.П., Лидер В.А., Писляков Б.Г. Расчет анкерной крепи для различных условий применения. – М.: Недра, 1976. – 208 с.
6. Горбачев Т.Ф., Штумпф Г.Г., Стрыгин Б.И. Применение анкерной крепи в подготовительных выработках. – Новосибирск: Наука, 1972. -246 с.
7. Штупф Г.Г. Крепление сопряжений выработок анкерами // Уголь Украины. – 1975. - №12. - С. 14-16.

8. Косков И.Г. Опыт применения анкерной крепи на шахтах Челябинского бассейна. – М.: ЦНИЭИуголь, 1976. - 29 с.
9. Широков А.П., Шемякин В.А. Использование анкерной крепи при очистной выемке угля. – М.: Недра, 1976. - 68 с.
10. Мельников Н.И. Анкерная крепь. – М.: Недра, 1980. - 252 с.
11. Анкерная крепь: Справочник / А.П. Широков и др.-М.: Недра, 1990. - 295 с.
12. Атрушкевич О.А. Научная оценка соответствия конструкций анкерной крепи горно-геологическим условиям ее применения и обоснование комбинированных видов анкеров для большинства горно-геологических условий // Уголь. - 2001. - № 3. - С. 60-64.