

Результаты теоретических и лабораторных исследований гидродинамического воздействия на пористые среды, а также значительный объем статистических данных о его применении в условиях газонасыщенного и выбросоопасного углепородного массива показывают, что предлагаемый способ является эффективным, технологичным, достаточно универсальным для использования его с целью дегазации и изменения напряженно-деформированного состояния и, что самое главное, безопасным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Булат А.Ф. О фундаментальных проблемах разработки угольных месторождений Украины // Уголь Украины. – 1997. - № 1. – С. 14-17.
2. Программа развития угольной промышленности и социальной сферы шахтерских регионов на период до 2005 г.: Утв. Постановлением КМ Украины 02.03.94, №141. – К., 1994. – 57 с.
3. Хомуляк В.Г. Итоги прошедшего года // Уголь Украины. – 2001. - № 1. – С. 3-5.
4. Большиков П.Я. Разработка научной концепции перевода действующих шахт на качественно новый технико-экономический уровень // Сб. Научно-прикладные проблемы разработки крутых и крутонаклонных угольных пластов Донбасса. – Донецк: Регион. – 1999. – С. 71-79.
5. Степанович Г.Я. Центральный район Донбасса – быть или не быть? // Сб. Научно-прикладные проблемы разработки крутых и крутонаклонных угольных пластов Донбасса. – Донецк: Регион. – 1999. – С. 26-38.
6. Софийский К.К., Калфакчиан А.П., Воробьев Е.А. Нетрадиционные способы предотвращения выбросов и добычи угля. – М.: Недра, 1994. – 192 с.
7. Софийский К.К., Мучник Э.И., Воробьев Е.А. Перспективы применения гидродинамического воздействия на угольные пласты // Уголь Украины. – 1997. - №8. – С. 36-37.

УДК 622.281.74

П.Я. Большаков, В.В. Виноградов

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРИЕМОЧНЫХ ИСПЫТАНИЙ ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ АНКЕРНОГО КРЕПЛЕНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Наведено результати приймальних випробувань технології та матеріально-технічних засобів анкерного кріплення, які було проведено у 2000-2002 роках на шахті "Павлоградська" ДХК "Павлоградвугілля" в умовах 551 збірного штреку пласту С₅.

THE ANALYSIS OF RESULTS OF ACCEPTANCE TESTS OF TECHNOLOGY AND MATERIAL-TECHNICAL MEANS OF ANCHORAGE FASTENING OF ROCK DEVELOPMENTS

Results of acceptance tests of technology and material – technical means of anchorage fastening which were spent in 2000-2002 years on mine "Pavlogradskaya" SHC "Pavlogradugol" in conditions of 551 modular drift of layer С₅ are given.

В 2000-2002 годах на шахтах Украины проводились отраслевые приемочные испытания анкерных систем крепления горных выработок. Базовой шахтой для проведения испытаний была выбрана шахта "Павлоградская" ГХК "Павлоград-уголь", где с применением новой технологии анкерного крепления проведено свыше 1000 м выработки (551 сборного штрека пл. С₅).

Сборный штрек предназначен для подготовки и обслуживания 551 лавы, его протяженность – 1342 м, в том числе с чисто анкерной крепью 904 м. Форма поперечного сечения – прямоугольная со скругленными углами: высота (вчере) – 2800 мм, ширина - 4000 мм.

Выработка проведена по пласту C_5 , который преимущественно имеет простое строение, мощность 0,95-1,0 м, максимальная глубина залегания по трассе выработки – 235 м. Гидрогеология – приток воды в выработку, не оказывающий существенного влияния на анкерную крепь. Тектоника – без особенностей.

Физико-механические свойства вмещающих пород представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Показатели физико-механических свойств вмещающих выработку горных пород, принятые для инженерных расчетов

Описание пород	Мощность, м	Категория устойчив.	$\sigma_{сж}$, МПа	Объемный вес, т/м ³	Трещиноватость, тр/м	Скл. к пуч. и размоканию
Аргиллит серый, горизонтальнослоистый, средней крепости и обрушаемости	0-12,6	A1	18-20	2,6	-	-
Алевролит серый, слоистый, средней крепости, легкообрушаемый	2,3-4,7	A1	18-20	2,7	-	-
Песчаник серый, кварцевый, мелкозернистый, средней крепости, на глинистом цементе (представлен на участке пк 50 – пк 65, замещающая верхнюю часть аргиллита н. к. (1))	0,0-0,3	A2	30-40	-	-	-
Угольный пропласток – полуматовый, крепкий, трещиноватый, сухой (представлен на участке пк 24 – пк 66 в слое аргиллита н. к. (1) на расстоянии 3,8-4,5 м от пласта C_5)	0-0,2	-	30-35	1,3	5-10	-
Аргиллит серый, горизонтальнослоистый, средней крепости, неустойчивый, в нижней части $m=0,0-0,4$ м порода весьма неустойчивая – «ложная кровля»	7,4-10,5	B1-B2	12-18	2,6	-	-
Уголь пл. C_5 – черный, полуматовый, тонкополосчатый, крепкий, трещиноватый, сухой	0,95 – 1,00	-	30 – 35	1,3	5-10	-
Аргиллит серый, комковатой структуры, средней крепости, неустойчивый	1,0-2,8	П1	15 – 18	2,6	+	+
Уголь пл C_4^3 – черный, полуматовый, тонкополосчатый, трещиноватый, крепкий, неустойчивый, обводненный	0,35-0,4	-	30 – 35	-	5-10	-
Алевролит серый, слоистый, средней крепости	5,6 – 6,3	П2	18 – 20	-	-	-

Сооружение выработки: начало - март 2000 г., окончание - июнь 2001 г., в том числе начало сооружения с чисто анкерной крепью май 2000 г. – окончание - март 2001 г. Средняя скорость сооружения выработки - 85 м/мес, 100 м/мес с чисто анкерной крепью.

Эксплуатация выработки:

- монтаж транспортного и добычного оборудования: сентябрь 2001 - январь 2002 г.;

- ведение добычных работ – с января 2002 г.;

- ведение добычных работ на штреке с анкерной крепью – с февраля 2002 г.

Средняя нагрузка на очистной забой на участке с анкерной крепью – 1100-1200 т/сут.

В соответствии с "Программой и методикой приемочных испытаний", разработанной ИГТМ НАН Украины и ДонУГИ, приемочные испытания проведены в два этапа [1].

Первый этап (2000 г.) – частичные испытания, в процессе проведения которых выполнена проверка работоспособности анкерной крепи как технического средства технологии анкерного крепления на ограниченных участках подготовительных горных выработок вне зоны влияния очистных работ.

Объектом Испытаний на соответствие требованиям КД 12.01.01.501 и КД 12.01.01.502 [2, 3] являлись: анкерная крепь, ее элементы (анкерные штанги, закрепители, подхваты, межанкерное перекрытие, анкерные гайки), индикаторы безопасного состояния выработки, оборудование и технология возведения анкерной крепи, работоспособность крепи в период ее эксплуатации, в том числе в зоне влияния очистных работ и на сопряжении с лавой в условиях 551 сборного штрека пласта С₃ шахты «Павлоградская» ГХК «Павлоградуголь».

Сооружение выработки с анкерной крепью при проведении приемочных испытаний осуществлялось на основе разработанных ИГТМ НАН Украины методик геотехнического обследования, расчета паспортов анкерной крепи, рекомендаций по технологии сооружения выработок с анкерной крепью. Выработка сооружена с применением следующих элементов анкерной крепи:

- анкерных штанг стальных по ТУУ 12.00185790-92-2000 из специального арматурного проката по ТУУ 14-4-485-2000 с периодическим профилем;
- трубчатых анкеров из стеклопластика по ТУ У05411357.004-00;
- полимерных закрепителей анкерных штанг по ТУУ 12.00185790-091-2000;
- подхватов по ТУУ 12.00185790-070-95;
- металлических сетчатых затяжек (межрамного перекрытия) по ТУУ 12.00185790-070-95;
- анкерных гаек по ТУУ 12.00185790-070-95;
- опорных плит по ТУУ 12.00185790-070-95;
- индикаторов нагружения анкера контурных по ТУ У05411357.003-00;
- индикаторов перемещений пород глубинных по ТУ У05411357.002-00.

Для бурения шпуров и установки анкерных штанг применялись буровые колонки с пневматическим приводом фирмы BWZ и "EXCHEM" и гидравлические анкерные буровые колонки HA 16/500 фирмы "SCHMIDT, KRANZ & Co GMBH".

При сооружении выработки за основу взята Британская технология крепления горных выработок прямоугольного поперечного сечения, как наиболее апробированная в настоящее время, которая предполагает сооружение

выработки с анкерной крепью как основного вида крепления путем последовательного выполнения следующих операций [4]:

а) выемка и погрузка горной массы, отвод от груди забоя проходческой техники, ее отключение и блокировка;

б) подготовительные операции возведения анкерной крепи:

1) осмотр обнаженной поверхности выработки;

2) оборка кусков горной породы в кровле и боках выработки;

3) определение (визуально или путем простукивания) скрытых отслоений горной породы;

4) оборка кусков горной породы в кровле и боках выработки;

5) открепление двух навешенных в предыдущем цикле шарнирно - закрепленных рядов сеток-затяжек и перевод их в свисающее положение;

6) навешивание одного ряда сетки-затяжки для боков выработки на свисающий верхний ряд сетки-затяжки для кровли выработки. Для выполнения этой операции верх боковой сетки подгибается на 90° (ширина загнутой полосы – не менее 300 мм) и затем боковая сетка заводится за свисающую сетку для кровли и присоединяется к ней так, чтобы после поднятия отогнутая ее часть оказалась между кровлей и сеткой для кровли;

7) установка стоек временной крепи на почву выработки в плоскости возводимого ряда анкеров. На стойки устанавливается подхват, верхний конец стойки приводится в вертикальное положение таким образом, чтобы подхват подошел под первый ряд свисающей сетки-затяжки, поднял ее и прижал к кровле выработки;

8) распор стоек между почвой и кровлей выработки, чем обеспечивается временное закрепление подхвата на кровле выработки. Шаг установки подхватов определяется по шаблону и должен быть равным расстоянию между рядами анкеров, предусмотренному «Проектом...». В случае, если расстояние между рядами анкеров по «Паспорту...» меньше 600 мм, допускается устанавливать подхваты через один ряд;

9) навешивание следующего ряда сеток на свисающий ряд сеток-затяжек. Закрепление нового ряда производится с помощью крючков, расположенных на сетке или специальных соединителей в виде пружин. Крючки после навешивания сетки тщательно обгибаются вокруг проволоки соседней сетки;

10) подноска и установка бурового оборудования, инструментов и анкеров;

в) основные операции возведения анкерной крепи:

1) установка сталеполимерного анкера в центральной части кровли выработки (бурение шпура, установка ампул с закрепителем, установка анкерной штанги, начальное натяжение анкера);

2) установка остальных анкеров текущего ряда. Для обеспечения равномерного поджатия подхвата к кровле анкера устанавливаются последовательно от центра к одному из боков, а затем к другому (при бурении одним станком) и одновременно от центра к бокам при бурении двумя станками;

3) установка сталеполимерных анкеров в бока выработки во вмещающие породы и распорных анкеров в угольный пласт.

Организация работ по Британской технологии обеспечивает минимальные (5-7 минут) затраты времени на возведение временной крепи и на другие

подготовительные операции, которые выполняются перед началом установления анкеров.

По результатам первого этапа приемочных испытаний утверждены перечисленные ТУ, Акт и Протокол первого этапа приемочных испытаний технологии и материально-технических средств анкерного крепления горных выработок нового технического уровня.

Второй этап приемочных испытаний (2001-2002 гг.) предполагал выполнение работ по оценке надежности и безопасности эксплуатации выработок с анкерной крепью в зоне влияния очистных работ. Цель этих работ:

- проверка надежности и безопасности анкерной крепи в зоне влияния очистных работ, в том числе на сопряжении штрека и лавы.
- оценка эффективности воздействия анкерной крепи на технологию ведения горных работ и на добычу угля;
- определение направлений совершенствования элементов анкерной крепи;
- определение направлений совершенствования нормативно-методического обеспечения анкерной крепи для сложных горно-геологических условиях шахт Украины.

Задача второго этапа испытаний - проверка работоспособности анкерного крепления по обеспечению устойчивости подготовительных выработок в зоне влияния очистных работ, в том числе и на сопряжении штрека с лавой. Проверка производилась методом контроля деформаций и смещений кровли выработки на протяжении всего периода эксплуатации выработки (допустимая величина смещений и деформаций для пород кровли - не более 25 мм в соответствии с требованиями КД 12.01.01.501). При этом осуществлялась:

- проверка деформаций пород боков выработки (допустимый диапазон - не более 200 мм, развитие деформаций должно происходить без увеличения ширины выработки, высыпаний или обрушений пород из боков);
- проверка несущей способности анкера с полным закреплением и несущей способности стеклопластиковых анкеров по углю в процессе эксплуатации (допустимый диапазон для стеклопластикового анкера - не менее 50 кН, для сталеполимерного - не менее 200 кН);
- проверка работоспособности элементов анкерной крепи (анкерная штанга, подхват, сетка, опорные шайбы могут быть деформированы, но не должны быть разрушены).

Кроме того, проводились измерения:

- деформаций слоев горных с применением магнитных датчиков;
- несущей способности анкеров (тесты на выдергивание);
- электрического сопротивления приконтурных пород;
- тензометрические измерения нагрузок на анкера;
- сближения боков выработки контурными реперными станциями;
- маркшейдерские замеры сдвижения пород.

Прохождение выработки производилось комбайном ИПК-3М, который выполняет отбойку и погрузку горной массы через ленточный перегружатель в вагоны с донной разгрузкой ВДК-2,5. Откатка вагонеток ВДК 2,5 по мере их загрузки горной массой осуществлялась напочвенной дорогой ДКН-3.

Анкерное крепление 551 сборного штрека по плату С₅ осуществлялось согласно паспорту "Проведения и крепления 551 сборного штрека по плату С₅

с анкерным креплением", разработанному шахтой в соответствии с КД 12.01.01.501-98 и согласованному с ДонУГИ и ИГТМ НАН Украины.

В технологии крепления боков выработки на шахте «Павлоградская» применялись следующие схемы установки анкеров:

- в угольный пласт анкера не устанавливались. Производилась установка коротких сталеполимерных анкеров ($l=1200$ мм, глубина закрепления 1050 мм) в породу под пластом;

- в угольный пласт устанавливались распорные или химически закрепляемые стеклопластиковые трубчатые анкера ($l=1200$ мм, глубина закрепления 1150 мм), а в породу под пластом – короткие сталеполимерные анкера;

- в угольный пласт устанавливались химически закрепляемые стеклопластиковые трубчатые анкера, а в породу под угольным пластом и под ним – сталеполимерные анкера;

- бока выработки крепились только химическими анкерами, устанавливаемыми в породу над угольным пластом и под ним в одном ряду с анкерами кровли, а в угольный пласт – посередине между рядами.

Бурение шпуров под анкера производилось гидравлической, телескопической бурильной колонкой НА 16/500 производства фирмы Schmidt, Kranz Co GMBH (Германия), работающей на масле от маслостанции, разработанной "Донгипроуглемашем".

Бурение боковых шпуров осуществлялось тремя установками с электрическим приводом и одной с гидравлическим: две из них производства Конотопского машзавода с автоматической подачей и две С7Р-19 и гидросверло – с ручной. Все установки оснащены буровыми штангами диаметром 28-30 мм (для резцов диаметром 32-35 мм) со стандартной витой или фрезерованной винтовой поверхностью. При этом шпуров диаметром 32 мм использовали для установки распорных анкеров, а шпуров диаметром 35 мм – для анкеров, закрепляемых химическим способом.

В качестве режущего инструмента использовали буровые резцы производства Краснолучского машзавода, Института сверхтвердых материалов и фирмы «Schmidt, Kranz & Co GmbH». Резцы диаметром 35 мм получали, увеличивая горячей резачей «рассечку» резцов диаметром 32 мм в ремонтных мастерских шахты. Горизонтальные шпуров в бока выработки бурили сухим способом.

Поверхность кровли закрывалась сетчатой затяжкой непосредственно в забое выработки, бока выработки были закреплены анкерами и частично затянуты сетчатой затяжкой с отставанием от проходки более, чем на полгода.

На протяжении второго этапа приемочных испытаний ИГТМ НАН Украины (Центр анкерного крепления) проводил текущие проверки устойчивости 551 сборного штрека пл. С₅ шахты «Павлоградская» ГХК «Павлоградуголь». По результатам этих проверок установлено следующее.

Впервые в условиях шахт Украины потери сечения выработки на сопряжении лавы со штреком не превысили 5 %, при этом смещения пород кровли в зрне окна лавы составляют 20-40 мм, боков - 10-20 мм, пучение – отсутствует, что соответствует современным представлениям об идеальном эксплуатационном состоянии штрека. В тоже время, состояние бортового штрека этой лавы, закрепленного традиционной арочной крепью, неудовлетворительное - до пуска лавы произведена подрывка почвы до 600 мм практически по всей длине

выработки. Кроме того, потери сечения выработки на сопряжении лавы со штреком превысили 50 %, смещения пород кровли в зоне окна лавы составляют 500-600 мм, боков - 300-500 мм, пучение - до 1000 мм.

На протяжении периода сооружения выработки с анкерной крепью деформации и смещения пород приконтурной зоны не превысили 10 мм. К моменту сдачи выработки в эксплуатацию и входа выработки в зону влияния очистных работ деформации и смещения пород приконтурной зоны не превысили 10 мм.

В условиях 551 штрека влияние очистных работ проявляется на расстоянии 20-30 м от забоя. За период нахождения выработки в зоне влияния лавы деформации и смещения пород приконтурной зоны не превысили 25 мм. На сопряжении штрека с лавой деформации и смещения пород приконтурной зоны не превысили 50 мм.

В выработке, как вне, так и в зоне влияния очистных работ отсутствуют характерные для арочного крепления обрушения и расслоения пород кровли и боков, отсутствует пучение пород почвы. Улучшилось состояние узла сопряжения лавы со штреком, борта штреков перед лавой не подвергаются значительным деформациям. В то же время борта 551 бортового штрека, закреплённого арочной крепью, сильно деформированы.

Уменьшилась трудоёмкость работ на погашении штрека. На 551 бортовом штреке в добычные смены на погашении занято по 2 горнорабочих и 3 — в ремонтную смену. На 551 сборном штреке погашение выполняют только в ремонтную смену. Время на концевые операции (выезд комбайна на штрек, передвижка конвейера, зарубка комбайна на новую стружку) на 551 сборном штреке сократились до 20-45 мин, в то время как на 551 бортовом штреке такие же операции длятся 50-90 мин и более.

Несущая способность анкера превышает 200 кН, что более, чем в 5 раз больше несущей способности анкера с коротким закреплением в момент его страгивания. До настоящего времени в условиях Западного Донбасса ни на одном типе ранее испытанных анкеров не удалось достичь несущей способности такой величины. Несущая способность стеклопластикового анкера в момент страгивания превышает 60 кН, что является достаточным для блокирования отжима угольного пласта в боках выработки.

Анкерные штанги находятся в допустимом диапазоне нагрузок рабочей части сталеполимерного анкера, не отмечено ни одного случая разрыва анкерных штанг. В процессе эксплуатации выработки деформаций элементов анкерной крепи, влияющих на безопасность выработки, не зарегистрировано.

Износ расходных материалов буровой оснастки для условий шахт Западного Донбасса находился на уровне, который существенно ниже нормативного.

Скорость проведения выработки составляла от 50 до 150 м в месяц. Скорость отработки лавы достигала 116 м в месяц. Применение анкерной крепи на одном из выемочных штреков (сборном) позволило увеличить нагрузку на лаву с 500-700 т в сутки, типичную для ГХК «Павлоградуголь», до 900 – 1000 т в сутки.

Кроме того, к технико-экономическим результатам применения анкерной крепи относятся:

- увеличение нагрузки на лаву за счет сокращения продолжительности концевых операций;

- отсутствие работ по ремонту и поддержанию выработки;
- уменьшение «переборов» породы при проходке выработки. При проведении одного погонного метра выработки для анкерной крепи объём вынимаемой породы на 2 м³ меньше, чем для выработки такого же сечения в свету при арочной крепи. В 551 сборном штреке было вынуто породы почти на 2000 м³ меньше;
- уменьшение интенсивности доставки грузов и материалов для крепления;
- улучшение режимов вентиляции выработок и, как следствие, уменьшение потребляемой из сети мощности вентиляторов главного проветривания;
- улучшение условий труда проходчиков и горнорабочих и замена тяжелого физического труда механизированными операциями, уменьшение трудоёмкости концевых операций в зоне повышенной опасности;
- повышение безопасности выполнения работ по возведению и эксплуатации крепи и, как следствие, уменьшение затрат, связанных с восстановлением здоровья горнорабочих.

Сравнительные затраты на материалы анкерной и рамной крепи представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Затраты на материалы при арочной и анкерной крепи

№	Наименование	Единица измерения	Количество	Цена, грн	Сумма, грн
<i>Стоимость комплекта арочной крепи</i>					
1	Арка АП 11,1	компл.	1	365,93	365,93
2	Скоба М 24	шт.	4	9,85	39,40
3	Скоба М 16	шт.	3	7,00	21,00
4	Планка М 24	шт.	4	4,72	18,88
5	Планка М 16	шт.	3	2,60	7,80
6	Гайка М 24	шт.	8	0,8	6,4
7	Гайка М 16	шт.	6	0,5	3,00
8	Сетка-затяжка (0,8x1,0)	шт.	10	9,08	90,08
9	Затяжка железобетонная	шт.	10	3,68	36,80
10	Звено соединительное	шт.	30	0,37	11,10
11	Стяжка 0,8 м	шт.	3	8,80	26,40
	ИТОГО на 0,8 м выработки				626,79
	ИТОГО на 1,0 м выработки				783,49
<i>Стоимость комплекта анкерной крепи</i>					
1	Анкер 2,4 м	шт.	5	21,93	109,65
2	Анкер 1,2	шт.	4	14,20	56,8
3	Ампула 28/300 у	шт.	5	6,72	33,6
4	Ампула 28/500 н	шт.	23	7,86	180,78
5	Гайка	шт.	9	1,65	14,85
6	Шайба	шт.	9	4,56	41,04
7	Подхват 3,9 м	шт.	1	100,63	100,63
8	Сетка-затяжка (0,8x1,0)	шт.	10	6,88	68,80
9	Звено соединительное	шт.	30	0,37	11,10
10	Удерживающее устройство	шт.	5	0,15	0,75
11	Коробка упаковочная	шт.	1	3,51	3,51
	ИТОГО на 1,0 м выработки				621,51

Разница в стоимости комплекта крепи на 1 п.м выработки составляет 161 грн. 98 коп.

Достигнутое на основе применения анкерной крепи эксплуатационное состояние сборного штрека обеспечивает существенное улучшение условий и безопасности труда шахтеров при выполнении горнопроходческих и добычных работ, сводит к минимуму затраты на выполнение концевых операций, дает возможность практически безостановочно вести очистным комбайном выемку угля, создает нормальные условия для транспортирования материалов и угля. Применение анкерной крепи приводит к снижению затрат на подготовку выемочного столба - стоимость материалов на крепление снизилась на 160 грн на каждом метре выработки. При применении новой горнопроходческой и добычной техники и анкерной крепи создаются условия для повышения средней скорости проведения выемочных штреков до 400 м в месяц и нагрузки на очистной забой до 2000 т в сутки.

В целом, материально-технические средства анкерного крепления соответствуют требованиям КД 12.01.01.501.

Результаты внедрения анкерной крепи в 551 штреке шахты "Павлоградская" впервые показали, что в отличие от клиновых и цементных анкеров, анкера нового технического уровня обеспечивают необходимую прочность их закрепления свыше 200 кН в слабометаморфизованных горных породах. Этим обеспечивается высокая устойчивость выработки, несмотря на значительное количество ошибок при возведении анкерного крепления.

Элементы анкерной крепи и технология её возведения обеспечивают формирование опорно-анкерного перекрытия высокой несущей способности, что позволило впервые в условиях Западного Донбасса без ремонтов поддерживать в эксплуатационном состоянии сборный выемочный штрек на протяжении более 2,5 лет, в том числе и зоне влияния очистных работ.

В Западном Донбассе новая технология анкерного крепления выработок является перспективной, с помощью которой представляется возможным достичь высоких темпов проходки выработок, существенно улучшить их состояние в период эксплуатации и поднять нагрузку на очистной забой.

Внедрение анкерной крепи на шахтах Западного Донбасса позволяет снизить затраты на сооружение горных выработок, поскольку на такую крепь требуется существенно меньше материалов, а бурение в слабометаморфизованных горных породах не представляет особых проблем, требует существенно меньших затрат времени и расхода буровой оснастки. Кроме того, технология анкерного крепления является мощным средством повышения безопасности горных работ, снижения производственного травматизма в горных выработках от обрушения пород кровли при ведении горных работ в проходческом забое, при выполнении ремонтно-восстановительных работ в выработках и на сопряжениях выемочных штреков с очистным забоем.

Первый опыт крепления горных выработок анкерами на шахтах Украины показал, что наиболее весомые результаты по обеспечению надежности функционирования выработок с анкерной крепью достигнуты в выработках прямоугольного поперечного сечения, которые соорудились по принципам Британской технологии.

Вместе с тем в Украине еще не созданы объективные условия для перехода угольных шахт на современные технологии ведения горных работ с применением систем анкерного крепления и передовой проходческой техники.

Такое положение сложилось по следующим основным причинам:

а) технические причины:

- промышленностью не освоено производство всего спектра элементов анкерной крепи, необходимых для применения в различных горно-геологических и горнотехнических условиях шахт Украины, в том числе специальных типов утяжеленных подхватов и межрядных соединений анкерной крепи тяжелого типа для повторно используемых выработок различных форм и размеров поперечного сечения;

- промышленностью не освоено производство проката периодического винтового профиля, изготовление штанг из которого требует минимальных затрат, что позволит практически вдвое снизить их стоимость;

- достигнутая на шахтах Украины прочность закрепления анкерных штанг в приконтурном массиве горных пород составляет 1,5-3,0 кН/см, в то время как в большинстве угледобывающих стран этот показатель составляет 10 кН/см;

- отсутствуют технические средства подготовки шпуров, позволяющие повысить прочность закрепления анкерных штанг;

- в мировой практике в основном применяются анкерные крепи облегченного типа, при этом выемочные выработки охраняются целиками и повторно не используются. В условиях шахт Украины такой способ отработки стволов имеет весьма ограниченное применение;

б) технологические причины:

- принципы Британской технологии возведения анкерной крепи в выработках прямоугольного сечения не могут быть перенесены на другие формы поперечного сечения, например, на арочную форму. Такая форма сечения наиболее распространена на шахтах Украины при креплении рамными системами. А на данном этапе, из-за отсутствия практического опыта крепления выработок анкерными системами, а также из-за необходимости вести добычу угля в любых по сложности горно-геологических условиях, применение арочной формы сечения является целесообразным и для анкерного крепления. Это позволяет при ухудшении горно-геологических условий довольно легко переходить с чисто анкерного крепления на комбинированное рамно-анкерное крепление, а при их улучшении – вернуться к чисто анкерному креплению;

- для выработок арочной формы в мировой практике еще не существует безопасной технологии возведения анкерной крепи. Это, в частности, приводит к тому, что работы по установлению затяжек и анкерных штанг выполняются в незакрепленной части выработки, что запрещено Правилами безопасности;

- если при сооружении выработок прямоугольного сечения анкерная крепь с затяжками устанавливается непосредственно у груди забоя, то для других выработок – с отставанием не менее, чем на шаг крепления. Это приводит к значительным потерям несущей способности анкерной крепи, а в слабых и сыпучих породах делает ее установку практически невозможной;

- сооружение выработки с анкерной крепью при комбайновом способе проведения связано со значительно большими, чем при применении рамных крепей, сложностями соблюдения ее проектной формы и размеров. При рамном креплении последняя установленная рама служит для машиниста проходческого комбайна естественным шаблоном, без которого вырубка забоя требует больших затрат времени и более высокой квалификации машиниста;

в) организационно-методические причины:

- в настоящее время практически отсутствует нормативно-методическое обеспечение применения технологии анкерного крепления на шахтах Украины (за исключением документов КД 12.01.01.501-98 и КД 12.01.01.502-98);

- недостаточно развита система консалтинговых услуг при освоении угольными предприятиями отрасли технологии анкерного крепления, что включает подготовку производственного персонала по вопросам применения анкеров, научно-методическую и практическую помощь угольным предприятиям в освоении технологии анкерного крепления, информационное обеспечение предприятий отрасли по вопросам применения анкерной крепи и др.;

- не отлажена в достаточной мере система обеспечения соответствия продукции и услуг по анкерному креплению нормативным требованиям.

Таким образом, целью дальнейших работ по внедрению анкерных систем крепления является создание условий для технико-технологического перевооружения шахт угольной отрасли новыми, безопасными и надежными системами крепления высокой несущей способности, которые предназначены для капитальных, подготовительных и выемочных выработок, в том числе - выработок, которые повторно используются. Первоочередные задачи при этом должны включать реализацию комплекса мероприятий по разработке и внедрению новых конструкций, технических средств, технологий и нормативно-методического обеспечения проектирования, сооружения и эксплуатации горных выработок с анкерной крепью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. П.Я. Большаков, А.Ф. Булат, Е.Д. Дубов. Методологические основы приемочных испытаний технологии и средств анкерного крепления // Уголь Украины. - 2000. - № 9. - С. 19-21.
2. КД 12.01.01.501-98 Система забезпечення надійного та безпечного функціонування гірничих виробок із анкерним кріпленням. Загальні технічні вимоги / Минуглепром України. - 1998. - 47 с.
3. КД 12.01.01.502-98 Система забезпечення надійного та безпечного функціонування гірничих виробок із анкерним кріпленням. Порядок та організація / Минуглепром України. - 1998. - 19 с.
4. А.Ф. Булат, В.В. Виноградов. Опорно-анкерное крепление горных выработок угольных шахт. - Днепропетровск, 2002. - 372 с.

УДК 622.74

В.К. Гарус

КИНЕТИКА ГРОХОЧЕНИЯ НА КОНИЧЕСКОЙ ПРОСЕИВАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ

Розглянуто кінетику процесу грохочіння пульпообразних шламових продуктів на конічній просівній поверхні. Встановлена величина збільшення функції видобування на конічній просівній поверхні у порівнянні з плоскою просівною поверхнею. Запропоновано конструкцію грохота.

ROARING KINETICS ON A CONIC SIFTING SURFACE

There's considered kinetic of roaring process of slime products in kind pulp on a conic sifting surface. There's fixed value-increasing function of extraction on conic sifting surface in comparison with flat sifting surface. There's proposed construction of griddle.

В практике обогащения полезных ископаемых широко применяются грохоты с конической просеивающей поверхностью. Конические грохоты отличаются простотой конструкции, высокой удельной производительностью и