

2. Томашевский Л.П. Технология разработки мощных крутых нарушенных пластов Кузбасса и направления ее совершенствования. Обзор. ЦНИИЭуголь. М., 1978, 45 с.
3. Дмитриев С.Н., Зареев С.И., Сенько Л.С., Крылов В.Ф., Томашевский Л.П. Основы технологии разработки угля с применением гибких перекрытий. М., Недра, 1967, с. 114 – 119.
4. Stanislaw Gajos. Experience and practical aspects of utilizing a shrinkage method of extraction at "Kazimierz-Juliusz" coal mine in Sosnowiec. International mining forum. New technologies in underground mining. Safety in mines. Cracow-Szczyrk-Wieliczka, Poland 2004. 157-168.
5. Патент РФ № 2304218 Способ выемки мощных крутопадающих пластов угля / авторы Клишин В.И. Фокин Ю.С., Кокоулин Д.И. Опубл.Б.И., № 22, 2007
6. Патент РФ № 2399762 Способ отработки мощных угольных пластов /авторы Клишин В.И., Кокоулин Д.И., Кубанычбек Б., Клишин С.В. Опубл. Б.И., № 26 2010г
7. Клишин В.И., Клишин С.В. Исследование процессов выпуска угля при отработке мощных пологих и крутых угольных пластов ФТПРПИ, № 2, 2010.
8. Клишин В.И. Технология выемки крутопадающих пластов Уголь Кузбасса, № 3, 2009
9. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт. Макеевка-Донбасс, 1989. - 311с.

Авторы статьи:

Клишин  
Владимир Иванович,  
чл.-корр.РАН,  
директор Института угля СО  
РАН  
Email: [iuu@icc.kemsc.ru](mailto:iuu@icc.kemsc.ru)

Опрук  
Глеб Юрьевич,  
м.н.с. ИГД СО РАН  
Email: [iuu@icc.kemsc.ru](mailto:iuu@icc.kemsc.ru)

**УДК 622.001.5.061.53.082.3**

**Н.Т.Бедарев, О.В.Любимов, Г.А.Ситников, Н.Б.Ковалев**

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНТРОЛЯ РАБОТЫ АНКЕРНЫХ КРЕПЕЙ**

Анкерная крепь, в отличие от поддерживающих крепей, сразу после установки, осуществляет связывание и упрочнение массива вокруг выработок и активно противодействует развитию смещений и трещин.

С целью обеспечения визуального систематического контроля за натяжением анкеров в процессе их установки и эксплуатации был разработан анкер с узлом податливости из пакета прорезиненных шайб [1].

Испытания указанных анкеров с узлами податливости проводили на шахтах г. Прокопьевска и Киселевска [2].

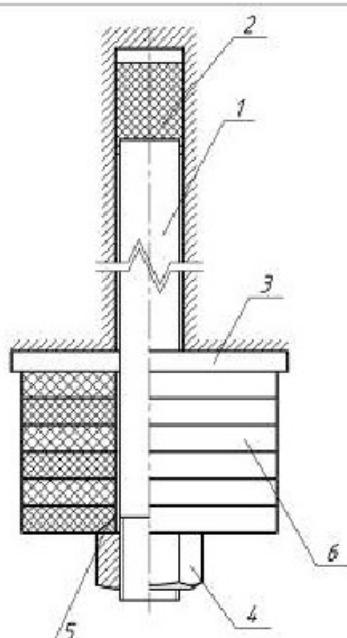
Проведенные испытания выявили следующие недостатки:

- при высоте конусной втулки 35,0-40,0 мм последние 2-3 шайбы не работают, т.к. втулка упирается в плиту, а гайка в шайбу, при этом шайбы с повышенным модулем упругости не оказывают сопротивления смещению массива;

- отсутствуют средства поэтапной сигнальной индикации предельного смещения контура выработки.

На основании изложенного был разработан новый анкер [3] для крепления горных выработок, включающий узел податливости, выполненный в виде втулки, внедряемой гайкой в пакет шайб из податливого материала, установленных с возможностью сдвижения при деформировании вдоль

образующей боковой поверхности втулки, отличающейся тем, что высота втулки меньше толщины последней шайбы в пакете, а торцевые поверхности шайб снабжены средствами поэтапной сигнальной индикации предельного смещения конту-



*Рис. 1. Узел податливости анкера*

ра выработки.

Конструкция отличается тем, что средства поэтапной сигнальной индикации предельного смещения контура выработки выполнены в виде окрашенных в разные цвета торцовых поверхностей шайб, причем каждому этапу смещения контура выработки соответствует свой цвет, а также тем, что средства поэтапной сигнальной индикации предельного смещения контура выработки выполнены в виде полосок из светоотражающего материала, нанесенных на шайбы, причем каждому этапу смещения контура выработки соответствует условленное количество полосок.

Для повышения эффективности работы средства поэтапной сигнальной индикации могут быть выполнены в виде полосок, один конец которых закреплен на последней шайбе, соответствующей предельному смещению контура выработки, а свободный конец зажат между шайбами с возможностью выпадения свободных концов полосок при смещении шайб.

Узел податливости работает следующим образом (см. рис. 1).

После закрепления в шпуре стержня 1 замком 2 на выступающую часть стержня закрепляют опорную плиту 3, пакет шайб 6, втулку 5 и натяжную гайку 4. При закручивании натяжной гайки 4 конусная втулка 5 внедряется в пакет 6 с усилием, определяемым формулой:

$$P = \frac{\pi \cdot E \cdot f_{tr} \cdot (R - r) \cdot l \cdot (D - d)}{R + r}, \text{ кгс}$$

где  $P$  – усилие вдавливания конусной втулки, кгс;  $E$  – модуль упругости материала шайб при растяжении, кгс/см<sup>2</sup>;  $f_{tr}$  – коэффициент трения втулки по шайбе;  $R, r$  – внешний и внутренний радиусы шайб, см;  $l$  – высота конусной втулки, см.;  $D, d$  – больший и малый диаметр конусной втулки.

Для обеспечения усилия прижатия верхняка



Рис.2. Устройство для испытания узлов податливости анкерных крепей

крепи к контуру выработки с усилием 10 кН (50-60% от несущей способности замка) достаточно внедрить гайку 4 на глубину 5-7 мм, а при внедрении гайки на глубину 16-17 мм (гайка проходит через шайбы) усилие внедрения составляет 16-18 кН, в дальнейшем при движении гайки через последующие шайбы усилие внедрения составляет 18-19 кН. С началом расслоения заанкерованного массива края нижних шайб начинают поочередно изгибаться.

Количество шайб в пакете выбирается с учё-

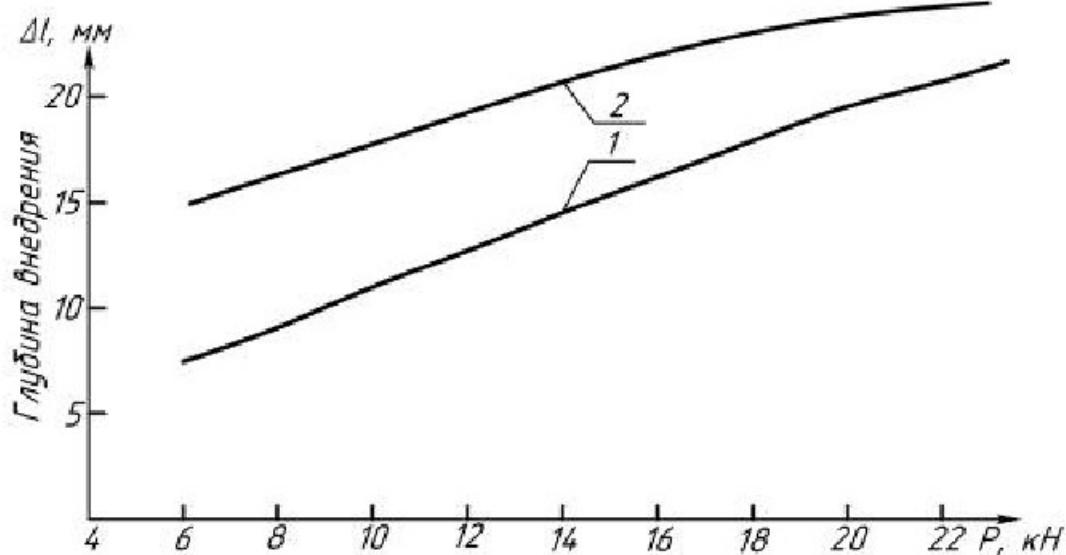


Рис. 3. Взаимосвязь усилий и глубины внедрения анкерных гаек.

том максимума смещения контура выработки. В зависимости от скорости нарастания смещений контура выработки, например, при подходе очистного забоя, визуальный контроль за смещением контура выработки должен участиться, с учетом прохождения намеченных зон, например, 40,70 и 90% от максимального смещения. При изгибе шайбы на этапе 40% от максимального смещения на её развернутой поверхности появляется заранее нанесенная полоса из светоотражающей материи, а при изгибе шайбы на отметке 70% от максимума на её развернутой поверхности появляется две полосы, наконец, при изгибе шайбы, соответствующей 90% от максимума – три полосы, при этом длина полос увеличивается (вдвое от кромки шайбы до анкера) за счет растягивания (развертывания) упакованного в два слоя светоотражающей материи между последней и предпоследней шайбами (концы приклеены к последней и предпоследней шайбами).

Внедрение анкеров с узлами податливости содержалось сложностью определения модуля упругости материалов для пакета шайб, а так же изготовлением значительного количества стандартных конусных втулок [2].

С целью исключения громоздких вычислений при изготовлении и внедрении узлов податливости, были проведены лабораторные исследования различных вариантов компоновки узлов податливости.

Для изготовления пакета шайб использовались бывшие в употреблении прорезиненные конвейерные ленты, а вместо конусных втулок – стандартные натяжные гайки с шайбами для анкерных стержней диаметром 20мм, и конусные гайки для анкерных стержней, изготовленных из

арматурной стали.

Для увязки глубины внедрения различных втулок и гаек в пакет шайб использовались штанговыдергиватели типа ВШГ20 или ПКА [2].

В лаборатории геомеханики филиала ГУ КузГТУ в городе Прокопьевске разработано новое устройство на базе гидродомкрата с усилием внедрения до Р=40кН.

На рис. 2 представлено разработанное устройство, в котором: 1-опорная рама; 2-гидродомкрат; 3-монометр для измерения усилий внедрения; 4-анкер с пакетом шайб; 5-гайка натяжения анкера; 6-индикатор часового типа, для измерения смещений при прохождении шайбы; 7-замерная линейка для измерения смещений при прохождении гайки 5 через пакет шайб.

На рис. 3 приведен характер внедрения в пакет шайб гаек для анкерных стержней из арматурной стали с конусной головкой (линия 1), развернутой к шайбам, и гаек для сталиполимерных анкеров ( $d=20\text{мм}$ ) с металлической шайбой (линия 2).

Из рис. 3 видно, что при внедрении гайки конусной стороной на глубину 15мм усилие внедрения составляет 15кН, а для стандартной гайки с шайбой при той же глубине внедрения – 24кН.

Анализ изложенного показывает, что подбирая различные варианты набора гаек и шайб, можно задавать необходимые усилия прижатия верхняка к контуру выработки, а в дальнейшем осуществлять визуальный контроль за его натяжением в процессе эксплуатации.

Таким образом, достигается эффективность контроля за работой анкерных крепей и упрощается изготовление узлов податливости анкеров.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авторское свидетельство № 1758239. Анкер для крепления горных выработок /Н.Т.Бедарев, А.Н.Бурмистров, С.А.Толмачев и др. Опубл. 20.11.92. Бюл №32.
2. Костюк С.Г., Бедарев Н.Т. Систематический контроль работы анкерной крепи при установке и эксплуатации. – Форум горняков – 2009. Материалы Международной конференции. 30 сентября – 3 октября 2009г. Днепропетровск , 2009. – С.133-136.
3. Описание полезной модели к патенту №102680. Анкер для крепления горных выработок /Н.Т.Бедарев, С.Г.Костюк, О.В.Чижов и др. Опубл. 10.03.2011. Бюл №7.

### □ Авторы статьи

Бедарев Николай Тимофеевич, канд. техн. наук, доцент каф. «Технология и механизация выемки угля» филиала КузГТУ в г. Прокопьевск. Тел.(3846) 62-00-16	Любимов Олег Владиславович, ст. преподаватель каф. «Прикладная механика» КузГТУ. Email: oleg_lyubimov@mail.ru	Ситников Геннадий Анисимович, канд. техн. наук, доцент каф. «Технология и механизация выемки угля» филиала КузГТУ в г. Прокопьевск. Тел. (3846) 62-00-16	Ковалев Николай Борисович, соискатель каф. «Разра- ботка месторождений по- лезных ископаемых под земным способом» КузГТУ. Тел. 3842-39-63-87
--	---	---	---