

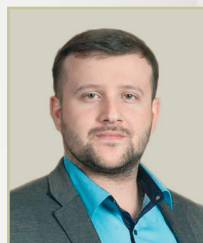
DOI: 10.25558/VOSTNII.2019.13.3.006

УДК 622:273.25

© В.В. Семенцов, М.С. Добровольский, Е.В. Нифанов, 2019

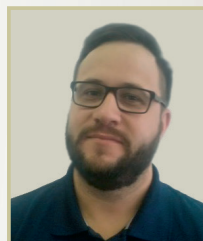
В.В. СЕМЕНЦОВ

канд. техн. наук,
заведующий лабораторией
АО «НЦ ВостНИИ», г. Кемерово
e-mail: v.sementsov@nc-vostnii.ru



М.С. ДОБРОВОЛЬСКИЙ

старший научный сотрудник
АО «НЦ ВостНИИ», г. Кемерово
e-mail: m.dobrovolsky@nc-vostnii.ru



Е.В. НИФАНОВ

научный сотрудник
АО «НЦ ВостНИИ», г. Кемерово
e-mail: e.nifanov@nc-vostnii.ru



СПОСОБ ВИЗУАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АНКЕРНОЙ КРЕПИ

С целью обеспечения визуального контроля работоспособности анкерной крепи разработан анкер, испытания которого подтвердили работоспособность узлов его податливости, при этом значительно уменьшились расслоение и величина деформаций пород кровли.

При изготовлении и внедрении узлов податливости анкеров были проведены 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 20 мм и конусные гайки для анкерных стержней, изготовленные из арматурной стали. Отличительной особенностью применения прорезиненных шайб в качестве податливых элементов по сравнению с металлическими элементами податливости является их безопасность при использовании, так как после прохождения натяжной гайки или втулки через шайбу она отделяется от пакета и падает.

Ключевые слова: АНКЕР, КРЕПЬ, НАТЯЖЕНИЕ, УЗЛЫ ПОДАТЛИВОСТИ, ВИЗУАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ.

В настоящее время контроль предварительного натяжения анкеров осуществляется с помощью динамометрических ключей, а расслоение массива регистрируют с помощью глубинных и контурных реперов, что является косвенным методом, поскольку результаты подвижки массива регистрируются на расстоянии от анкеров.

В связи с этим в Сибирском филиале ВНИМИ (СФ ВНИМИ) проводили эксперименты по совершенствованию узлов податливости анкерной крепи с целью обеспечения визуального контроля работоспособности анкерной крепи, разработан анкер [1].

Узел податливости СФ ВНИМИ (рис. 1) работает следующим образом: после закрепления в шпуре стержня 1 замком 2 на высту-

пающую 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 шайб 6 с усилием, определенным из выражения:

$$P = \frac{\pi \cdot E \cdot f_{\text{тр}} \cdot ((R - r) \cdot l \cdot (D - d))}{R + r}, \quad (1)$$

где: P — усилие вдавливания конусной втулки; E — модуль упругости материала шайб при растяжении;

$f_{\text{тр}}$ — коэффициент трения втулки по шайбе; R, r — внешний и внутренний радиусы шайбы; l — высота конусной втулки; D, d — большой и малый диаметры конусной втулки.

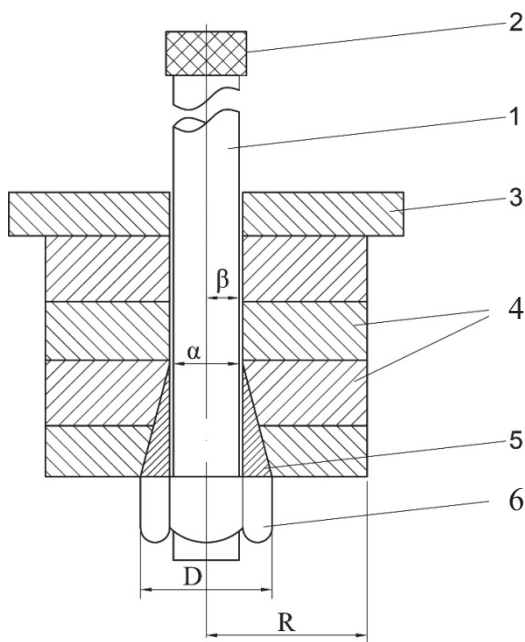


Рис. 1. Узел податливости анкера СФ ВНИМИ

Испытания анкеров с узлами податливости прошли на шахте «Кыргайская» в конвейерном штреке лавы 42-1-4 пласта Кыргайский-4. Проведенные испытания подтвердили работоспособность узлов податливости разработанного анкера, при этом значительно уменьшилось расслоение и величина деформаций пород кровли. Однако повсеместное внедрение узлов податливости на шахтах сдерживается сложностью определения модуля упругости материалов для пакета шайб, а

также изготовлением значительного количества стандартных конусных втулок.

С целью исключения громоздких вычислений при изготовлении и внедрении узлов податливости анкеров были проведены 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 20 мм и конусные гайки для анкерных стержней, изготовленные из арматурной стали.

На рис. 2. приведен характер внедрения в пакет шайб гаек для анкерных стержней из арматурной стали с конусной головкой (линия 1), повернутой к шайбам, и гаек для сталеполлимерных анкеров ($d = 20$ мм) с металлической шайбой (линия 2). Из рис. 2 видно, что при внедрении гайки конусной стороной на глубину 15 мм усилие внедрения составляет 15 кН, а для стандартной гайки с шайбой, при той же глубине внедрения, — 24 кН.

Таким образом, для обеспечения усилия прижатия верхняка крепи к контуру выработки с начальным усилием не менее 10 кН на

сталеполлимерных анкерах ($d = 20$ мм) достаточно заглубить в пакет шайб плоскую гайку на глубину 5–7 мм, а в анкерах из арматурной стали ($d = 20–22$ мм) достаточно внедрить конусную гайку на глубину 10–12 мм. Кроме того, при достижении расслоения закрепленной кровли и отслоения ее от вышележащих пород более 50 мм, гайки должны пройти через 3–4 прорезиненных шайбы в пакете. Это условие является предупреждением того, что на этих участках необходимо производить оперативное усиление анкерной крепи путём установки дополнительных анкеров или рамной крепи.

Узел податливости анкерной крепи внедрен в ОАО «Шахта Дальние горы».

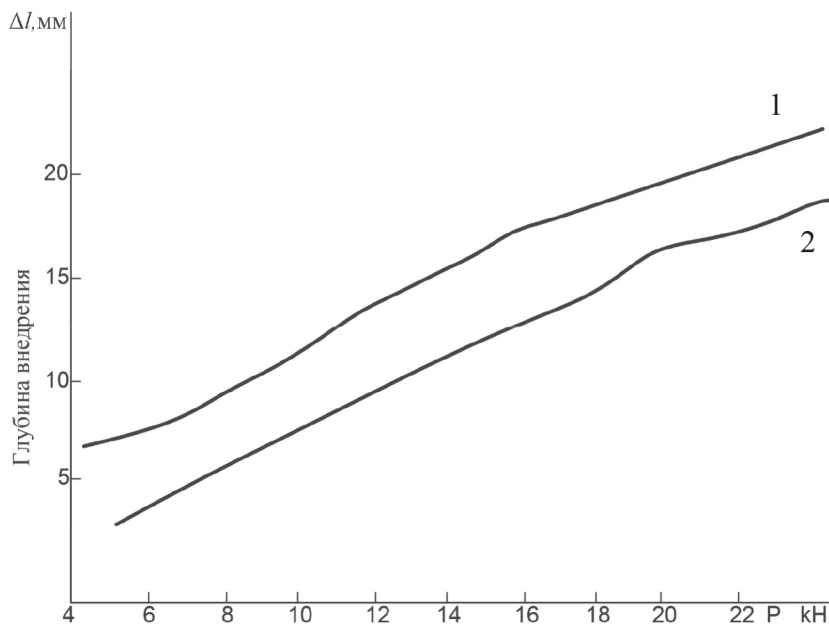


Рис. 2. Взаимосвязь усилий от глубины внедрения конусных гаек

Следует отметить, что отличительной особенностью применения прорезиненных шайб в качестве податливых элементов по сравнению с металлическими элементами податливости является их безопасность при использовании, так как после прохождения натяжной гайки или втулки через шайбу она отделяется от пакета и падает на почву выработки.

Для совершенствования узла податливости с целью поэтапной сигнальной индикации в Прокопьевском филиале КузГТУ

был разработан анкер [2]. В данном анкере средства поэтапной сигнальной индикации предельного смещения контура 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.

Недостатком проведенных разработок можно считать то, что для различных горно-геологических и горнотехнических условий

(из-за малого объема исследований) не найдено аналитических решений для определения величины податливости, применительно к изменяющимся указанным условиям.

Однако при применении данных узлов податливости анкера, как и в большинстве существующих анкеров, не предусмотрена возможность фиксации момента срыва узла крепления анкера с массива пород и движение его вдоль шпура, что усложняет возможность использования таких анкеров в широких пределах, включая подвеску монорельсовых дорог в горных выработках.

На основании изложенного для контроля срыва замка анкера в шпуре разработано техническое решение и получен патент на полезную модель [3]. На рис. 3 А представлен

общий вид анкера в исходном положении до срыва замка и начала движения стержня по шпуру, а на рис. 3 Б — работа анкера после срыва замка и движения стержня по шпуру с поэтапной индикацией степени опасности при смещении, меньшем, чем предельное ($l < l_{пред}$). Анкер работает следующим образом: после закрепления в шпуре замком 1 головной части стержня 2 и в дальнейшем, при отсутствии срыва замка 1 в шпуре, конусная пружина 5 сжата между опорной плитой 3 и массивом горных пород. Средства поэтапной индикации в виде полосок 4 из светоотражающего материала заправлены под верхнее основание пружины 5, экспонируется только небольшая часть их поверхности (рис. 3 А, Б).

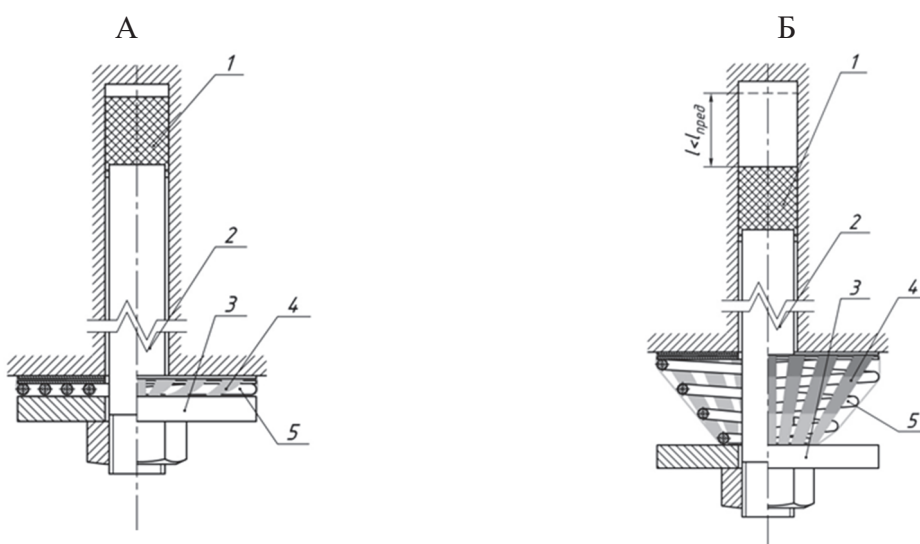


Рис. 3. Устройство для визуального контроля срыва замка анкера

В случае срыва замка 1 в шпуре и начала движения стержня 2 (при смещении замка от начального положения $l < l_{пред}$) конусная пружина 5 начинает разжиматься в зазоре между опорной плитой 3 и массивом горных пород (равном l). Заявляемое в техническом решении положение в составе узла податливости конусной пружины 5 с возможностью свободного скольжения по стержню анкера, направленность основанием конуса в сторону опорной плиты предопределяет, во-первых, гарантированную невозможность ее проникновения в шпур, а во-вторых — видимость

для наблюдателя снизу полосок из светоотражающего материала 4, нижние концы которых закреплены у вершины конусной пружины 5, а верхние концы оставлены незакрепленными с возможностью их вытягивания из-под основания конусной пружины 5 и экспонирования их светоотражающих поверхностей. Экспонирующиеся поверхности полосок 4 из светоотражающего материала выполнены с возможностью индикации по мере вытягивания различной степени опасности при движении стержня 2 после срыва замка 1 по шпуру. Например, 40, 70 и 90 % от предельно-

го смещения замка $l_{пред}$ могут соответствовать последовательно вытягивающиеся из-под основания конусной пружины и экспонирующиеся участки поверхности полосок 4 разных цветов опасности, видимые наблюдателю (рис. 3 Б).

Наконец, при достижении предельного смещения замка ($l \geq l_{пред}$) выпадают вниз незакрепленные верхние концы полосок 4 из свето-

отражающего материала, что дает наблюдателю сигнал об этом опасном состоянии.

На основании проведенных исследований можно констатировать, что работы по поиску путей визуального контроля функционирования анкерной крепи следует продолжать в лабораторных и шахтных условиях, в сочетании с изменяющимися горно-геологическими и горнотехническими факторами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бедарев Н.Т., Бурмистров А.И., Толмачев С.А. и др. Анкер для крепления горных выработок. А.с. № 1758239 А1, опубл. 30.08.92. Бюл. № 32.
2. Бедарев Н.Т., Камалов В.М. Костюк С.Г. и др. Анкер для крепления горных выработок. Пат. № 102680, опубл. 10.03.2011. Бюл. № 7.
3. Бедарев Н.Т., Ковалев Н.Б., Семенцов В.В. и др. Анкер для крепления горных выработок. Пат. № 14474, опубл. 20.08.2014. Бюл. № 23.

DOI: 10.25558/VOSTNII.2019.13.3.006

UDC 622: 273.25

© V.V. Sementsov, M.S. Dobrovolsky, E.V. Nifanov, 2019

V.V. SEMENTSOV

Candidate of Engineering Sciences,
Laboratory Head
JSC «NC VostNII», Kemerovo
e-mail: v.sementsov@nc-vostnii.ru

M.S. DOBROVOLSKY

Senior Researcher
JSC «NC VostNII», Kemerovo
e-mail: m.dobrovolsky@nc-vostnii.ru

E.V. NIFANOV

Researcher
JSC «NC VostNII», Kemerovo
e-mail: e.nifanov@nc-vostnii.ru

VISUAL MONITORING METHOD OF ANCHOR SUPPORT FUNCTIONING

In order to provide visual control of the anchor support operability, an anchor has been developed, tests of which confirmed the operability of its pliability knots, at the same time the stratification and the value of deformation of roof rocks have been significantly reduced.

During the production and implementation of anchors knots pliability, researches were carried out on various versions of the configuration of units pliability. Used rubberized conveyor belts were used to make the washer stack, and instead of conical plugs — standard tension nuts with washers for anchor

bars of 20 mm diameter and cone nuts for anchor bars made of reinforcement steel. A distinctive feature of the use of rubberized washers as pliable elements compared to pliable metal elements is their safety in use, since after passing the tension nut or bushing through the washer it is separated from the bag and falls.

Keywords: ANCHOR, OPERABILITY, TENSION, PLIABILITY KNOTS, VISUAL CONTROL.

REFERENCES

1. Bedarev N.T., Burmistrov A.I., Tolmachev S.A. and others. Anchor for attaching mine workings. A.S. No. 1758239 A1, publ. 30.08.92. Bull. No. 32. (In Russ.).
2. Bedarev N.T., Kamalov V.M., Kostyuk S.G. and others. Anchor for fastening the mine workings Pat. No. 102680 publ. 03.10.2011. Bull. No. 7. (In Russ.).
3. Bedarev N.T., Kovalev N.B., Sementsov V.V. and others. Anchor for attaching mine workings. Pat. No. 14474 publ. 20.08.2014. Bull. No. 23. (In Russ.).