

# Промышленное применение стабилизаторов амортизационного типа\*

Обоснована актуальность применения стабилизаторов амортизационного типа на угольных шахтах. Показаны результаты использования стабилизаторов типа АЗ-22.02.001 в условиях ОП «Шахта «Красный партизан».

**Ключевые слова:** подземные горные работы, металлическая крепь, стабилизаторы, податливость, спецпрофиль, замковые соединения, эксплуатационная надежность.

**Контактная информация:** olegryabcev@yandex.ua

С каждым годом средняя глубина ведения горных работ на угледобывающих шахтах Украины увеличивается. При этом существенно усложняются горно-геологические условия и геомеханические особенности поведения горных пород, прогнозировать которые становится все труднее, так как помимо изменения степени влияния на геомеханику горного массива одних факторов появляются другие, которые необходимо учитывать.

Для выявления закономерностей изменения напряженно-деформированного состояния массива горных пород во времени в зависимости от комплекса из 36 факторов и условий ведения горных работ разработан программно-технологический комплекс «Технология стратегического планирования развития горных работ» [1, 2], который убедительно доказал высокую производственно-экономическую эффективность использования на шахтах отрасли.

Реализация практических рекомендаций, разработанных на основе полученных с помощью

Технологии закономерностей геомеханического состояния горного массива, показала, что одно из самых слабых звеньев в повышении производительности добычных забоев – состояние подготовительных выработок, особенно при сплошной или комбинированной системе разработки.

В процессе отработки лавы из-за низкого рабочего сопротивления податливой крепи уменьшается площадь поперечного сечения поддерживаемых выработок. Конвергенция боковых пород и депланация крепей приводят к искажению транспортной образующей линии конвейеров, снижению их подачи и к большим потерям угля, производительности и темпов работы очистной техники [3]. Вследствие этого в процессе эксплуатации подготовительных выработок требуется постоянное перекрепление, что вызывает остановку очистного и транспортного оборудования и негативно сказывается на затратах по поддержанию. При этом теряется смысл работы высокопроизводительных машин и проходки с той скоростью и про-

\* В проведении исследований и подготовке материалов статьи принимали участие С. Ю. Процак (ИГТМ НАН Украины, НИЦ «Экология-Геос») и А. Б. Зудиков (ООО «НПК «Иноватор»).



**О. В. РЯБЦЕВ,**  
канд. техн. наук  
(ИГТМ НАН Украины,  
НИЦ «Экология-Геос»)



**А. А. ФАТЕЕВ,**  
инж.  
(ООО «НПК «Иноватор»)

изводительностью, которые должны соответствовать номинальному режиму работы забоя. В итоге между фактической и планируемой добычей наблюдается существенная разница. Следовательно, даже в пределах основного технологического времени должны быть выделены время и трудовые ресурсы, а также определен уровень средств на поддержание (перекрепление) подготовительных выработок.

Один из путей решения проблемы увеличения несущей способности крепи и нагрузки на лаву – увеличение зажимного усилия в замках податливости, для чего требуются мероприятия по созданию новых элементов силового замыкания замков.

Как известно, в узлах податливости рамных крепей наиболее распространен универсальный,

простой конструктивно и технологичный замок АПЗ.030, но при эксплуатации его надежность низкая [4, 5]. Усилия, возникающие от трения скоб и планок относительно перемещающихся спецпрофилей и вызывающие перекося скоб, достаточно велики, чтобы растянуть и даже вызвать их разрыв, который происходит на самом нагруженном участке – в резьбовых соединениях в районе планки. Кроме того, при работе крепи в податливом режиме, в случае возникновения перекося замков, недостаточно жесткая планка изгибается, крепежная скоба вытягивается, резко уменьшается сопротивление крепи, что приводит к разрыву крепежных скоб на резьбовых концах, динамическому срыву гаек и разрушению замка. Таким образом, замок не только не обеспечивает заданное рабочее сопротивление крепи в податливом режиме, но даже не гарантирует целостность его конструкции (15 – 50 % замков разрушаются [6]).

Преодоление этих проблем с одновременной реализацией принципа силового замыкания конструкции, увеличения рабочего сопротивления и стабилизацией положения замка АПЗ.030 в процессе податливости был определен как введение в пространство между фланцем наружного спецпрофиля и планкой специальной скобы-стабилизатора [7] с испытанием его на ПАТ «Шахта им. А. Ф. Засядько». Испытания показали, что главный недостаток такого технического решения – предельно жесткое силовое замыкание системы планка – скоба-стабилизатор – фланцы спецпрофиля – серединная часть П-образной скобы, которое под действием перечисленных факторов приводило к деформациям и перекосям замков и спецпрофиля, потере податливости крепи и др.

Чтобы избежать этого, было разработано и внедрено техническое решение, позволившее улуч-

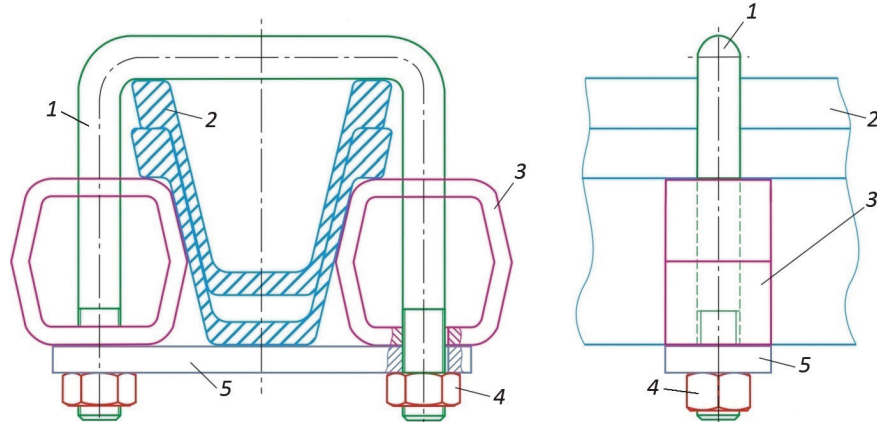
шить рабочие характеристики металлической податливой рамной крепи, приблизить ее кинематику в режиме податливости к теоретической, сохранить начальную геометрию всех элементов, спецпрофилей и др.

Основная идея указанного технического решения замка – введение в систему планка – фланцы спецпрофиля – серединная часть скобы упругого амортизирующего элемента, который, с одной стороны, выравнивает неравномерность натяжения ветвей скобы, с другой – осуществляет силовое замыкание узла податливости, контактируя и заполняя пространство между планкой замка и фланцем внутреннего спецпрофиля с охватом ветвей П-образной скобы.

Такая конструкция, выполняя силовое замыкание элементов замка, не позволяет изменять наклон и перекашиваться под действием сил трения серединной части П-образной скобы, при этом осуществляя упруго-податливый прижим боковин и фланцев наружного и внутреннего спецпрофилей. Основа решения – разработанный и запатентованный [8, 9] усилитель-стабилизатор АЗ-22.02.001 амортизационного типа (ТУ У 29.1-33360135-002:2007) или его варианты в сочетании с разными типами замков узла податливости (рис. 1).

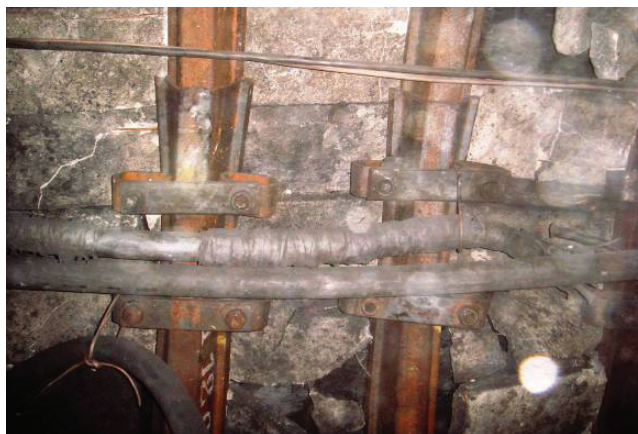
Собственно усилитель-стабилизатор представляет собой многогранную призму с отверстиями под скобу замка (рис. 1, поз. 3). При этом одна из боковин призмы контактирует с боковой поверхностью наружного спецпрофиля, нижнее основание установлено на планку замка, а верхнее введено враспор с фланцем спецпрофиля.

При монтаже замка стабилизаторы надевают на обе ветви П-образной скобы и монтируют между профилем стойки и планкой замка. Во время затяжки гаек стабилизаторы упруго деформируются в продольно-поперечном направлении, увеличивая пятно контакта между элементами спецпрофиля, в результате возрастает рабочее сопротивление стойки с выравниванием усилия затяжки по ветвям замка, предотвращае-



т работу. В результате возрастает рабочее сопротивление стойки с выравниванием усилия затяжки по ветвям замка, предотвращае-

**Рис. 1.** Замок АПЗ.030 со стабилизаторами АЗ-22.02.001: 1 – П-образная скоба АПЗ.005-06; 2 – профиль крепи; 3 – стабилизатор АЗ-22.02.001; 4 – гайка М24; 5 – планка АПЗ.006-06.



**Рис. 2.** Положение и взаимная ориентация замков АПЗ.030 и стабилизаторов АЗ 22.02.001 в конвейерном штреке после монтажа.

нием возможных перекосов и пластической деформацией планки. Причем усилители-стабилизаторы, установленные враспор между фланцем спецпрофиля и внутренней плоскостью планки замка, осуществляют силовое замыкание и предотвращают возможное образование угла перекоса между главной осью симметрии замка АПЗ.030 и фланца спецпрофиля.

Результаты многоплановых испытаний стабилизаторов АЗ-22.02.001, которые проводились в лаборатории проведения и поддержания горных выработок ГП «Донецкий угольный институт», на шахтах «Щегловская-Глубокая» ГП «Шахтоуправление Донбасс», им. Е. Т. Абакумова ГП «ДУЭК» и «Алмазная» ОАО «Гуковуголь» (Россия) показали [10], что рабочее сопротивление стойки с замками, оснащенными стабилизаторами, возросло на 30 % по сравнению с обычными. Замки работают как в режиме быстро нарастающего, так и равномерно нарастающего

сопротивления, в процессе податливости стойки не обнаруживаются смещения замков в узле податливости относительно друг друга и деформации элементов замка и элементов спецпрофиля, «отстреливания» гаек, характерные для замков АПЗ.030.

Учитывая позитивные результаты как стендовых, так и промышленных испытаний стабилизаторов, было принято решение апробировать их в условиях шахт ООО «ДТЭК Свердловантрацит». В качестве выработки-объекта выбрали конвейерный штрек (горизонт 1200 м, пласт  $k_5^1$ ) – одну из подготовительных выработок при отработке лавы № 71-восточная ОП «Шахта «Красный партизан».

Штрек закреплен металлической податливой крепью типа КМП-АЗ/13,8 с шагом 0,8 м, система разработки выемочного столба лавы – столбовая, т. е. выработка пройдена на всю длину выемочного поля. В замковых соединениях использован замок типа АПЗ.030. Выработка пройдена с помощью бу-



**Рис. 3.** Состояние замковых соединений крепи выработки, оснащенных стабилизаторами, после прохода лавы.

ровзрывных работ и породопогрузочной машины 2ПНБ-2Б по пласту с подрывкой пород кровли. При отработке лавы он использовался как транспортная выработка. Глубина расположения штрека от земной поверхности 1215 м.

Геологическая мощность пласта  $k_5^1$  в пределах 1,07 – 1,23 м, вынимаемая мощность в лаве 1,27 – 1,34 м, угол падения пласта и вмещающих пород 7 – 8°. Над пластом залегает сланец песчано-глинистый мощностью 8 – 13 м и прочностью на одноосное сжатие 50 – 60 МПа. Непосредственная кровля пласта малоустойчива, основная кровля (сланец песчаный прочностью на одноосное сжатие 72 МПа и мощностью 7 – 12 м) по классификации ВНИМИ относится к среднеобрушаемой.

Под разрабатываемым угольным пластом залегает слой сланца глинистого (мощность 0,19 м, прочность на одноосное сжатие 39 МПа); в непосредственной почве пласта – сланец песчаный «кучерявчик» (прочность на одноосное сжатие 60 МПа, мощность 0,6 – 1 м); основная почва пласта сложена песчаником (мощность 18 – 50 м, прочность на одноосное сжатие 100 – 110 МПа). Породы почвы склонны к интенсивному пучению в зоне влияния очистных работ.

Горно-геологические и горнотехнические условия, в которых эксплуатируется конвейерный штрек (горизонт 1200 м, пласт  $k_5^1$ ), соответствуют наиболее тяжелым условиям работы рамных металлических крепей типа КМП-А3 на выемочных участках шахт Украины. Для апробации выбрали участок выработки длиной около 50 м (далее – опытный) на горизонте 1200 м (пласт  $k_5^1$ , ПК 26+2,5 м — ПК 23+10 м), а для сопоставления работы замков АПЗ.030, оснащенных стабилизаторами, и замков без стабилизаторов – прилегающий к нему участок выработки такой же длины. Горно-геологические

и горнотехнические условия на опытном и контрольном участках конвейерного штрека были практически идентичны и отличались лишь замками на рамной крепи. На опытном участке конвейерного штрека непосредственно перед его «входом» в зону влияния очистных работ, протяженность которой была определена с использованием [2], заменили замковые соединения на замки АПЗ.030 со стабилизаторами АЗ-22.02.001.

Первоначальное состояние породных обнажений на опытном и контрольном участках существенно не отличалось. Породы кровли, вне зоны влияния очистных работ, местами контактировавшие с верхняками крепи и уложенной на них деревянной или железобетонной затяжкой, при входе в зону влияния очистных работ и перед очистным забоем практически полностью заполняли все пустоты над верхняками. За линией очистного забоя наблюдались поломки железобетонной и деревянной затяжек с образованием вывалов пород кровли на высоту 0,1 – 0,5 м, частота проявления которых была невелика: 2 – 3 % площади кровли на опытном участке и 5 – 8 % на контрольном. На контрольном участке вывалы в основном зарегистрированы в местах наибольшего уменьшения высоты выработки и в местах, приуроченных к вторичным осадкам основной кровли.

Пучение почвы проявлялось в основном за лавой. Оно носило, как правило, равномерный характер: почва поднималась практически на одинаковую высоту по ширине выработки. Лишь на некоторых участках произошел закол почвы с образованием трещин, ориентированных вдоль оси выработки. Поднятия пород почвы 700 – 800 мм.

Проверка правильности установки замков АПЗ.030 со стабилизаторами на опытном участке



Рис. 4. Граница опытного и контрольного участков в конвейерном штреке.

показала, что были соблюдены требуемые «Руководством по эксплуатации стабилизаторов АЗ-22.02.001» положение и взаимная ориентация замков и стабилизаторов. Стабилизаторы, установленные без перекосов, надежно контактировали с поверхностью спецпрофиля СВП крепи (рис. 2).

Наблюдения за крепью КМП-АЗ/13,8, оснащенной замками АПЗ.030 со стабилизаторами, выполнялись с момента установки (до входа в зону влияния очистных работ) до стабилизации смещений пород и прекращения интенсивных проявлений горного давления за очистным забоем.

На сопряжении с лавой для пропуска става забойного конвейера с трех-четырех рам снимали стойки крепи, примыкающие к лаве, за лавой их восстанавливали. После восстановления стойки, оснащенные стабилизаторами, быстро «набирали» сопротивление и переходили в режим работы с максимальным рабочим сопротивлением. Наибольшие смещения пород кровли на опытном и контрольном участках были приурочены к местам проявлений вторичных осадок основной кровли.

На рамах опытного участка, где замки со стабилизаторами удалось установить в соответствии с Руководством по их эксплуатации (без образования зазоров между верхняками и стойками), пластическая деформация замков и элементов крепи, разрывы замков и профиля СВП в верхних частях стоек не наблюдались (рис. 3).

На контрольном участке значительно уменьшилась площадь сечения выработки свесу по сравнению с контрольным участком, начиная с границы участков (рис. 4), а также деформация и разрушение замков и элементов крепи (рис. 5).

Таким образом, учитывая позитивные результаты использования стабилизаторов в составе замков

АПЗ.030 для комплектования арочных металлических крепей, предназначенных для крепления выработок со сложными горно-геологическими условиями и большими ожидаемыми смещениями пород кровли, их рекомендовали к промышленной эксплуатации на шахтах ООО «ДТЭК Свердловантрацит». Сейчас стабилизаторы успешно применяются в замках АПЗ.030 при креплении горных выработок на ОП «Шахта «Центросоюз», ОП «Шахта им. Я. М. Свердлова», ОП «Шахта «Должанская-Капитальная» и ОП «Шахта «Красный партизан».

**Выводы.** Результаты промышленного применения стабилизаторов АЗ-22.02.001 амортизационного типа, проведенных в конвейерном штреке (горизонт 1200 м, пласт  $k_5^1$ ) шахты «Красный партизан», в целях выявления целесообразности их использования для улучшения рабочих характеристик замков АПЗ.030 металлической податливой крепи типа КМП-АЗ из спецпрофиля СВП-27, позволяют констатировать следующее.

- В условиях глубоких шахт крепление подготовительных выработок, находящихся в зоне влияния очистных работ, металлической податливой крепью типа КМП-АЗ из спецпрофиля СВП-27, имеющей конструктивную податливость 250 – 300 мм, с замками АПЗ.030 неэффективно.

Ввиду дестабилизации замковых соединений вследствие реализации податливости при опусканиях пород кровли происходит деформация элементов крепи еще до исчерпания конструктивной податливости или чрезмерное их проскальзывание относительно друг друга с потерей до 50 % и более площади проектного сечения выработок с нарушением геометрии крепи и до начала ее работы как жесткой конструкции. Ни в первом, ни во втором случае техническое состояние выработки не соот-



**Рис. 5.** Состояние замковых соединений крепи конвейерного штрека на контрольном участке после прохода лавы.

ветствует технологическим эксплуатационным требованиям и требованиям безопасности.

- В результате испытаний установлено, что в условиях влияния лавы при совместной работе замков АПЗ.030 со стабилизаторами АЗ-22.02.001 обеспечивается эффективная работа узлов сопряжения верхняков и стоек арочной металлической крепи КМП-АЗ: стабилизируется положение замков при сбросе нагрузки и предотвращается их пластическая деформация и крепи, повышается ее несущая способность и уменьшается взаимное смещение элементов рам до 40 %.

- При креплении подготовительных выработок металлической податливой крепью типа АПЗ, АП5, КМП, КШПУ из спецпрофиля СВП-27 с замками АПЗ.030 площадью сечения свыше 9 м<sup>2</sup> и конструктивной податливостью до 1000 мм только использование стабилизаторов АЗ-22.02.001 способствует повышению эксплуатационной надежности подготовительных горных выработок: увеличению рабочего сопротивления, несущей способности и эффективности реализации конструктивной податливости крепи, что позволяет уменьшить смещения пород кровли и повысить коэффициент повторного использования рамной крепи по сравнению с использованием крепи с замками АПЗ.030 без стабилизаторов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. *Методология* определения рациональных технологических параметров ведения горных работ / А. Ф. Булат, А. И. Волошин, О. В. Рябцев, А. В. Савостьянов // Уголь Украины. – 2010. – № 10. – С. 15 – 18.

2. Булат А. Ф. Технология стратегического планирования развития горных работ / А. Ф. Булат, А. И. Волошин, О. В. Рябцев, А. И. Коваль // Уголь. – 2011. – № 2. – С. 22 – 25.

3. Грядущий Б. А. Критерии, определяющие возможности интенсификации отработки месторождений полезных ископаемых / Б. А. Грядущий, Н. А. Алиев, В. Б. Грядущий // Способы и средства создания безопасных и здоровых условий труда в угольных шахтах: сб. науч. тр. МакНИИ. – Макеевка, 2004. – С. 106 – 118.

4. Литвинский Г. Г. Стальные рамные крепи горных выработок / Г. Г. Литвинский, Г. И. Гайко, Н. И. Кулдыркаев. – К.: Техніка, 1999. – 87 с.

5. Каретников В. Н. Крепление капитальных и подготовительных горных выработок / В. Н. Каретников, Б. А. Клейменов, А. Г. Нуждихин. – М.: Недра, 1989 – 54 с.

6. Рамные крепи горных выработок, обзорная информация и справочные материалы. – Донецк: ЦБНТИ, 1992. – С. 3 – 4.

7. Пат. 56078А Украина, МКИ 7 E21D11/22. Замок узла податливости металлического рамного податливого крепления из шахтных спецпрофилей / Г. Г. Сугаренко, Н. А. Алиев, В. Я. Кириченко; заявитель и патентообладатель Сугаренко Г. Г. – № 56078; заявл. 28.10.02; опубл., 15.04.03, Бюл. № 8.

8. Пат. 85177 Украина, МПК E21D 11/22. Замок узла податливости металлического рамного податливого крепления из шахтных спецпрофилей / П. Н. Алиев, А. А. Фатеев, А. Б. Зудиков; заявитель и патентообладатель Алиев П. Н. – № 85177; заявл. 08.09.05; опубл., 12.01.09, Бюл. № 8.

9. Пат. 2347909 Россия, МПК E21D 11/22. Замок узла податливости металлической рамной податливой крепи из шахтных спецпрофилей / Н. А. Алиев, А. Б. Зудиков, П. Н. Алиев, А. А. Фатеев; заявитель и патентообладатель Алиев П. Н. – № 2347909/05; заявл. 18.08.05; опубл. 27.02.09, Бюл. № 8.

10. Алиев Н. А. Концептуальные основы повышения производительности и безопасности подземной разработки месторождений полезных ископаемых / Н. А. Алиев, В. А. Джангиров, М. И. Щадов, А. Б. Зудиков // Горный журнал. – 2009. – № 6. – С. 1 – 6.