

УДК 622.272:622.288

*Ю.М. Погудин, Ю.Н. Долоткин, Л.И. Добрусенко,  
П.М. Назинцев*

**СТЕНДОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ УЗЛА ПОДАТЛИВОСТИ  
ПОВЫШЕННОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ  
ДЛЯ РАМНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КРЕПЕЙ**

Семинар № 11

Одной из важных проблем при бесцеликовой технологии отработки угольных пластов является обеспечение эксплуатационного состояния подготовительных выработок, поддерживаемых для повторного использования при отработке смежного выемочного столба. Основными проявлениями горного давления в зоне с лавой является смещение приконтурного массива, влияние которого резко возрастает при отсутствии или при неравномерном контакте между вмещающими выработку породами и элементами крепи. Впоследствии в зоне активных смещений пород наблюдается деформация крепи и ее просадки, превышающие конструктивную податливость [1].

К основным направлениям обеспечения безремонтного поддержания повторно используемых выработок можно отнести:

1. заполнение закрепного пространства;
2. использование крепей, активно взаимодействующих с окружающим массивом;
3. повышение сопротивления рамной крепи, в т.ч. за счет создания новых конструкций узлов податливости.

Первое направление связано с высокой материалоемкостью и трудоемкостью технологического цикла выполнения работ.

Второе – с высокой материалоемкостью, связанной с тем, что в зоне активных смещений пород за лавой необходимо

возведение усиливающей подпорной или рамной крепей.

Третье направление является наиболее легко осуществимым в техническом и практическом плане, однако требует разработки узлов податливости, в наибольшей степени отвечающих характеру проявлений горного давления.

Анализ состояния подготовительных выработок на шахтах ОАО «Воркутауголь» показал, что для их крепления использовалась в основном трехзвенная металлическая арочная крепь с узлами податливости различных конструкций:

- с прямой планкой;
- с планкой ЗПК конструкции НИИОГР;
- различные варианты с комбинированными планками конструкции Печорниипроекта.

Переход на различные типы узлов податливости объясняется постепенным увеличением глубины ведения горных работ и связанное с этим обстоятельством увеличение интенсивности проявления горного давления, требующее применения крепей с характеристиками, наиболее полно отвечающим изменяющимся условиям и способными обеспечить нормальное эксплуатационное состояние горных выработок.

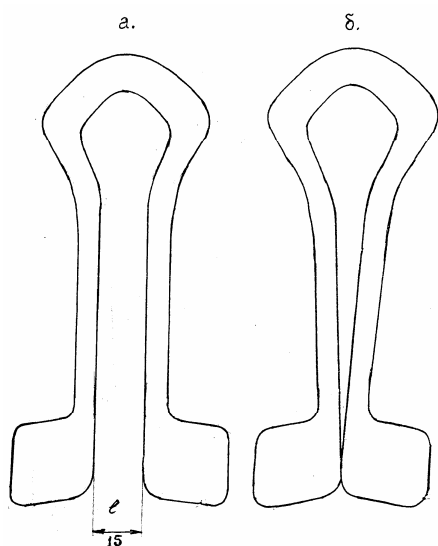
В настоящее время на шахтах ОАО «Воркутауголь» применяется крепь КМП-А3 с узлами податливости с комбинированными планками конструкции Печор-

нии проекта с сопротивлением в податливом режиме равно 240 кН.

В реальных условиях при смещениях пород кровли, превышающих конструктивную податливость соединительного узла, происходит перекося соединительных скоб, их сближение друг с другом, прогиб планок, появляются деформации разрывного характера, часто вследствие соскальзывания скобы с планками в месте нахлестки элементов крепи, и, как следствие – снижение сопротивления арки. Несмотря на высокую металлоемкость горных выработок поддержание их в эксплуатационном состоянии требует значительных материальных и трудовых затрат.

В целях снижения металлоемкости проводимых выработок и повышения их эксплуатационной надежности разработан новый тип замкового соединения для арочной крепи [2]. Для оценки работоспособности разработанной конструкции были проведены стендовые испытания экспериментальных образцов нового типа замкового соединения с планками ППК (планка пружинная крепежная), имеющие своей целью:

- проверку пружинных свойств планки;
- испытание планки на изгиб;



- определение работоспособности замкового соединения и его сопротивления в податливом режиме.

Испытания показали:

Конструктивный зазор  $l$  между боковыми стенками планки ППК (рис. 1) составлял 15 мм. Нагрузка  $P$  прикладывалась до момента смыкания боковых стенок друг с другом. Нагрузка  $P$  при этом составила 5 тс. После снятия нагрузки зазор  $l$  составил 10 мм, т.е. остаточная деформация составила 5 мм или 33 %. При повторных приложениях нагрузки деформаций планки не происходило, и она работала как сжатая пружина.

Нагрузку  $P$  прикладывали плавно до момента видимого изгиба планки равного 5 мм. При этом планка ППК начала изгибаться при 20 тс, а планка АП – 3П – 8,5 тс. Таким образом установлено, что изгибающий момент, который способна выдержать планка ППК составил 750 кгс\*м, а планки АП-3П – 320 кгс\*м, что больше в 2,3 раза.

Работоспособность замкового соединения определялась по схеме, представленной на рис. 2. Два отрезка спецпрофиля СВП-27 длиной по 500 мм каждый соединялись друг с другом с нахлестом 300 мм и прижимались замковыми соединениями с планками ППК (рис. 2, а) и АП-3П (рис. 2, б), образуя узел податливости, аналогичный узлу податливости металлической арочной крепи. При продавливании на прессе собранных узлов податливости необходимая степень прижатия отрезков спецпрофиля друг к другу контролировалась динамометрическим ключом, крутящий момент составлял 0,25 кН\*м. Следует отметить, что при достижении нагрузки на узел податливости АП-3П равной 8,5 тс, в результате деформации скобы и более плотного сжатия элементов СВП произошло ослабление нижнего зам-

**Рис. 1** Планка ППК: а) до ее установки; б) после установки в узел ее податливости – при обеспечении необходимого усилия затягивания гайки

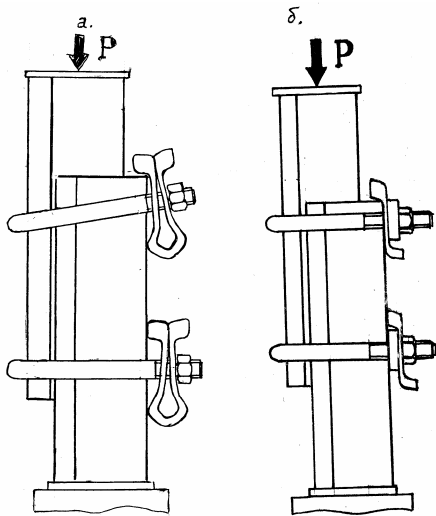


Рис. 2 Схема испытаний узлов податливости: а) узел КМП-А3.ППК; б) узел АП-3П

ка и его сползание с нахлеста, в результате чего он полностью выключился из работы. В аналогичной ситуации в узле податливости с планкой ППК, но при нагрузке 100 кН, произошло раскрытие боковых стенок планки на 5 мм, при этом наличие у планки пружинящих свойств позволило обеспечить усилие прижатия, замеренное динамометрическим ключом, равное 0,15–0,18 кН\*м, т.е. узел податливости продолжал находиться в рабочем состоянии. На этой стадии была произведена подтяжка гаек замковых соединений до крутящего момента равного 0,25 кН\*м.

В процессе испытаний было также отмечено, что полное смыкание фланцев СВП друг с другом для узла податливости с планкой ППК произошло при нагрузке 170 кН. Такой режим работы узлов податливости арочной крепи с точки зрения стабильности ее работы является наиболее предпочтительным. В узле податливости АП-3П такой режим достигнут не был, т.е. смыкания фланцев СВП не происходило.

Проведенные на лабораторной базе института стендовые испытания выявили преимущества нового узла податливости по сравнению с применяемым АП-3П.

Узел податливости ППК за счет пружинящих свойств планки работает в устойчивом стабильном режиме без потери контакта с соединяемыми элементами крепи, не происходит ослабление усилия прижатия элементов крепи друг к другу за счет упругих свойств сжатых планок и, как следствие, снижения сопротивления крепи и, что весьма немаловажно, обеспечивается возможность визуального контроля нормативной степени затяжки узлов податливости и принятия необходимых мер. Стендовыми испытаниями выявлен наиболее оптимальный режим работы одного узла податливости, равный 170 кН, в результате чего сопротивление арочной крепи сечением 12,8 м<sup>2</sup> при двух составит 340 кН, в то время как сопротивление применяемой на шахтах ОАО «Воркутауголь» крепи АП-3П на 40% ниже и составляет 240 кН.

#### Выводы

1. Планка ППК обладает пружинящими свойствами, усилие ее сжатия составляет 5 тс.
2. Прочность планки ППК на изгиб в 2,3 раза выше, чем у комбинированной планки АП-3П.
3. Планка ППК в узле податливости работает в устойчиво стабильном режиме без потери контакта с соединяемыми элементами СВП. При этом обеспечивается возможность визуального контроля степени затяжки замка по зазору между боковыми стенками планки, наличие которого сигнализирует о необходимости его подтяжки.
4. Повышенное сопротивление арочной крепи с новым типом замкового соединения позволит снизить металлоемкость горных выработок за счет увеличения шага установки крепежных рам, как минимум на 20 %, что в свою очередь позволит при стоимости 1 т металлокреп, равной на сегодняшний день 14 тыс. руб-

лей снизить затраты на каждом километре проводимых горных выработок более 1 млн рублей.

5. В настоящее время руководством ОАО «Воркутауголь» принято решение о проведении шахтных испытаний опытной

партии металлической арочной крепи КМП-А3.ППК с новым типом замкового соединения с планками ППК в целях снижения материалоемкости на подготовительных работах.

---

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инструкция по выбору рамных податливых крепей горных выработок. СПб.1991.ВНИМИ.

2. Патент № 2135774 «Металлическая арочная податливая крепь», опубл. в Б.И., 1999. - №24

#### Коротко об авторах

*Погудин Ю.М.* – кандидат технических наук,  
*Долоткин Ю.Н.* – кандидат технических наук,  
филиал СПГГИ (ТУ) "Воркутинский горный институт",  
*Добрусенко Л.И.* – горный инженер,  
*Назинцев П.М.* – горный инженер,  
ОАО «Воркутауголь».

---

#### НОВИНКИ

##### ИЗДАТЕЛЬСТВА МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ГОРНОГО УНИВЕРСИТЕТА

**Кирич Б.Ф., Каледина Н.О., Слепцов Г.И.** Защита в чрезвычайных ситуациях: Учебное пособие. — 285 с.: ил.  
ISBN 5-7418-0302-4 (в пер.)

Приведена классификация чрезвычайных ситуаций природного, техногенного, биолого-социального происхождения на предприятиях общего назначения и на горных предприятиях. Описаны основные мероприятия по защите человека, оказавшегося в чрезвычайной ситуации природного или техногенного происхождения. Рассмотрены методы прогноза чрезвычайных ситуаций на горных предприятиях. Изложены методика разработки Декларации промышленной безопасности опасного производственного объекта и реальная декларация для одного опасного производственного объекта. Показано взаимодействие служб гражданской обороны и защиты в чрезвычайных ситуациях.

*Для студентов вузов, обучающихся по специальности «Безопасность технологических процессов и производств горной промышленности» направления подготовки дипломированных специалистов «Безопасность жизнедеятельности».*

УДК 614.8 (075.4)