

## СОЗДАНИЕ ВЫСОКОРЕСУРСНЫХ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ ПОДАТЛИВЫХ МЕТАЛЛОКРЕПЕЙ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

*В.Я. Кириченко, Западно-Донбасский научно-производственный центр «Геомеханика»,  
Украина*

Рассмотрены и проанализированы отечественные и зарубежные конструкции замковых соединений металлорамных крепей. Определены условия стабильности параметров их рабочей характеристики. Даны направления совершенствования замковых соединений для повышения работоспособности крепей горных выработок и предложено новое техническое решение – замок струбцинного типа «ЗСГ».

Известно, что эксплуатационная устойчивость горных выработок достигается обоснованным выбором типа крепи и конструкции соединительных элементов, как средства обеспечения её работоспособности. Необходимость создания новых средств крепления выработок с существенным повышением стабильности параметров и рабочей характеристики диктуется объективным требованием практики ресурсосбережения для сложных горно-геологических условий эксплуатации.

Известно, что только на угольных шахтах Украины ежегодно проходят около 1500 км вскрывающих и подготовительных выработок, для крепления которых применяются, в основном (90-95%) рамные крепи из спецпрофиля СВП, при этом соединительных элементов расходуется свыше 7 млн. штук. Тем не менее, наблюдается разрушение и деформация крепей на протяженности 37-53% обследованных выработок, а полностью перекрепляемых – достигает 12-25% от объема поддерживаемых [1,2].

В связи с этим, нами выполнен анализ существующих и наиболее применяемых в практике конструкций соединительных элементов для разработки направлений по повышению работоспособности металлорамных крепей в сложных геологических условиях эксплуатации.

Горнотехнические предпосылки этой задачи следующие. С увеличением глубины разработки и ухудшением горно-геологических условий возникла необходимость повышения несущей способности штрековых крепей в 1,8-2,5 раза, что повлекло значительный расход металла – 750-1200 кг/пог.м. Необходимость увеличения сечений горных выработок по факторам горного давления и вентиляции повлекла переход на более тяжелые типы спецпрофилей. Согласно [3] регламентируется применение арочной податливой крепи из спецпрофиля типа СВП-33 для крепления выработок с площадью сечения более 14 м<sup>2</sup>. Важно подчеркнуть, что при росте сечения выработок уменьшается отношение их высоты к ширине (с 0,844 до 0,683), что при использовании малоэффективных соединительных элементов применение более тяжелых типов спецпрофиля не компенсирует рост сил горного давления, прямо пропорциональных ширине выработки [4].

Таким образом, решение двуединой задачи обеспечения грузонесущей способности и податливости крепи в значительной мере определяется режимом работы замковых узлов крепи, зависящем от эффективности работы соединительных элементов (СЭ). СЭ крепи должны быть технологичны в изготовлении, надежны в работе, исключать зазоры между элементами профиля, его раскрытие, кручение и разрыв, резкое проскальзывание элементов крепи с внешней потерей устойчивости выработки, т.е. должен обеспечить постоянную (компенсирующую постоянную) податливость охранной конструкции выработки. С горно-геомеханической точки зрения это означает:

1) СЭ должен обеспечить «уход» крепи от нагрузок на предельных режимах использования служебных свойств материала и спецпрофиля;

2) СЭ не должен создавать критически жесткие характеристики работы узла податливости крепи, при которых имело бы вместо накопление потенциальной энергии в системе «крепь - породный массив», что при переходе в запредельное состояние может привести к внезапному её высвобождению и катастрофическому разрушению горной выработки.

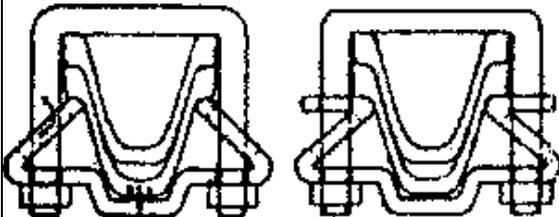
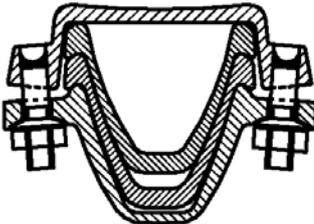
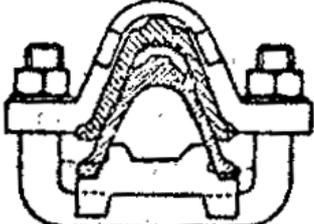
### Изобретательский анализ по созданию соединительных элементов крепи

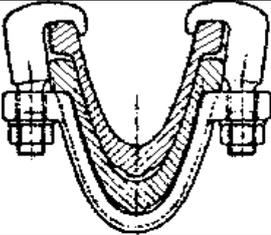
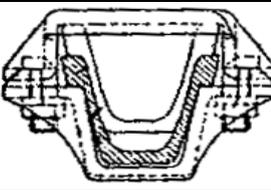
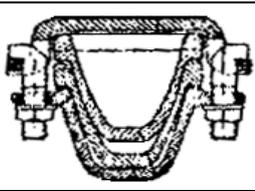
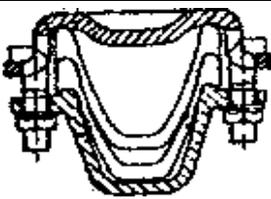
Ретроспективно оценим тенденции создания и применения СЭ штрековых податливых металлокрепей. Анализ показывает, что из многочисленных технических решений по СЭ можно выделить два основных направления в их разработке: болтовые и безболтовые замки податливости. Первая группа разработок отличается разнообразием, а вторая базируется на двух главных принципах создания СЭ - кулачковые и клиновые. Патенты содержат большое число разработок по совершенствованию СЭ типа «хомут» в части предотвращения отрыва гаек, раскрытия желоба профиля, повышения податливости планки, обеспечения совместной работы двух-трех замков узла податливости. Технические решения направлены на обеспечение коэффициента надёжности крепи (запас прочности), характеризующегося отношением величины предельной несущей способности к сопротивлению арки в податливом режиме, равном 1,5-1,6 (при отпоре крепи 40-60 кН/м<sup>2</sup> и плотности установки одна рама на погонный метр выработки).

Патентный поиск был проведен по таким странам: б. СССР, ФРГ, Франция, Англия, США. Соответственно проработано 203, 233, 51, 14, 6, патентов. Незначительное количество патентов в США объясняется тем, что крепление выработок на угольных шахтах осуществляется преимущественно анкерными крепями и сварными арками. В Англии большинство разработок относится к жестким двутавровым крепям. Приоритет в создании новых конструкций СЭ принадлежит ФРГ. Наиболее перспективные на наш взгляд, решения по СЭ приведены в табл. 1.

Патентные решения по СЭ

Таблица 1

Страна, номер патента, класс МКИ	Конструктивная схема	Новизна технического решения
ФРГ, 1173414, E21D 11/22		Исключается перекося в работе-элементов крепи за счет применения фигурной планки с боковыми опорами, отогнутыми под 45°, взаимодействующими с фланцами спецпрофиля,
ФРГ, 2724891, E21D 11/22		Для применения тяжелых профилей и повышения грузонесущей способности верхняя планка имеет угол наклона от профиля 95- 105°, что обеспечивает её прижатие к фланцу сегмента. Нижний элемент охватывает профиль под ребордами.
ФРГ, 2740064, E21D 11/22		Для повышения несущей способности СЭ содержит опорно-стопорные части и распорно-тормозной блок, а для повышения трения на внутренней поверхности башмака навариваются валики.

ФРГ, 2800049, E21D 11/22		Для увеличения несущей способности крепи используется крюкообразный болт разного диаметра, что обеспечивает, за счет разницы в диаметрах, повышение усилий зажатия элементов крепи.
ФРГ, 2840560, E21D 11/22		СЭ исключает перекося замка податливости и изгиб болтов, что обеспечивает жёсткую связь между башмаками; контролируется усилие затягивания гаек элемента.
ФРГ, 2850350, E21D 11/22		Конфигурацией верхней и нижней охватывающих профиль планок, а также головки натяжных болтов обеспечивается высокий уровень сжатия элементов крепи.
ФРГ, 3245599, E21D 11/22		Обеспечивается устойчивый режим работы крепи во времени за счёт жесткости соединения элементов замка как одного блока

Резюмируя результаты патентного поиска, можно заключить о следующем:

1) во многих технических решениях стремятся, используя соединительную планку, придать ей податливость с целью снижения нагрузок на резьбовое соединение или выполнить ее жёсткой, чтобы препятствовать раскрытию желоба спецпрофиля;

2) для совместного смещения концов крепи и соединительных элементов применяют стопорные (опорно-стопорные) элементы на крепи и скобы выполняются в виде отдельных замков из крюкообразных болтов;

3) соединительные элементы выполняют из двух фигурных скобок разной толщины и разной направленностью осей отверстий, пробитых в них для болтов, что позволяет при затягивании болтов повысить прижатие элементов крепи;

4) для увеличения грузонесущей способности и исключения перекося замков и изгиба болтов при работе крепи в режиме податливости создают жёсткую связь между фигурными скобками замка и между самими замками;

5) считают предпочтительным для предотвращения раскрытия желоба спецпрофиля применение фигурных как фланцев крепи, так и взаимодействующих с ними выступов нижней фигурной планки замка;

6) технические решения отличаются разнообразием по взаимодействию верхней и нижней фигурных планок (башмаков), при которых обеспечивается устойчивый податливый режим работы крепи во времени.

Таким образом, проблема создания высокоэффективных устройств соединения элементов податливой штрековой металлокрепи далека от решения. Хотя изобретательская активность в этом направлении достаточно высока, на практике в шахтах применяется весьма ограниченное число типов СЭ. Полагаем, что прогресс в креплении горных выработок с использованием эффективных технических решений может быть обеспечен совокупной разработкой таких задач: обоснованием рациональных геометрии спецпрофиля и крепи, соответствующей геомеханике условий применения, созданием СЭ с характеристиками жёстко-податливых компенсаторов, регламент по установке которых в шахте должен быть обеспечен конструктивными требованиями заводского изготовления.

Поэтому, как сам поиск, решений, так и их реализация в существенных для отрасли объё-

мах представляет собой достаточно сложный многофакторный процесс, исключая перенос известных зарубежных решений (замок G660 и его аналоги – Германия, Польша) в отечественную практику методом прямого заимствования и требующий учета её особенностей.

Оценку замковых соединений крепи целесообразно производить по критериям реализации деформационно-силовых параметров крепи: рабочего сопротивления и конструктивной податливости, зависящих от типа крепёжной рамы и конструкции узла податливости.

Имеющееся многообразие отечественных замковых соединений условно можно подразделить на три основные группы (табл. 2).

Замковые соединения старых типов (условно группа «0»), состоящие из скобы, прямой планки и гаек, не обеспечивают устойчивой характеристики крепи, выходят из употребления и не имеют перспективы. Детальный анализ таких соединений приведен в работе [1].

Группа I включает в себя замковые соединения, при создании которых предприняты попытки устранить принципиальные недостатки соединений группы «0»: слабость зажимной планки (обычно полоса 18 x 60), сильная потяжка скобы при взаимном проскальзывании сегментов, заканчивающаяся обычно отрывом резьбовой части вместе с гайкой. Результатом таких деформаций зачастую является выход крепи в аварийный режим работы. Поэтому основные усилия при разработках были направлены, в первую очередь, на повышение прочности зажимной планки.

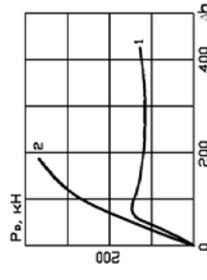
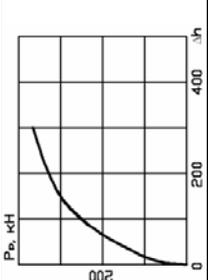
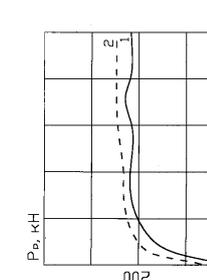
Поиски в указанном направлении завершились разработкой замкового соединения АПЗ.070 (ЗСД), предложенного ДонУГИ [3], в конструкции которого для зажимной планки использован прокатный профиль ПЗС-20, предполагающий блокирование перекоса и дополнительной потяжки основной зажимной скобы путем второй откосной скобы, сблокированной с основной специальной деталью. Предполагалась установка в узел податливости одного такого соединения, что для циркульных крепей старых типов (АПЗ и др.) считалось вполне достаточным. Однако, в процессе эксплуатации выявились недостатки принципиального характера: значительный вес (10-14 кг), недостаточный уровень рабочего сопротивления (менее 200 кН/раму), зажим нахлестки сегментов в одной точке, приводящий к образованию пластического шарнира и утрате рабочей характеристики с необратимыми повреждениями верхней части стоек крепи (отрыв днища). В ряде случаев, когда требовалось достижение больших значений рабочего сопротивления, в главных узлах податливости устанавливалось два замковых соединения указанного типа.

В конструкции замка ЗШ [5] основное внимание сосредоточено на повышении прочности зажимной планки и фиксации замкового соединения по месту установки, для чего на планке, изготавливаемой методом горячей штамповки, предусмотрены специальные выступы, которые при изгибе планки сжимают стенки спецпрофиля, однако средств, предотвращающих выход скобы из плоскости установки не предусмотрено (в замках ЗСД – дополнительная удерживающая скоба)

Технические решения II группы, включающие замковые соединения типа ЗПК: ЗПК-М, ДК, ЗПС и их аналоги [6,7,8] направлены на достижение двух основных целей: снижение величины моментов, стремящихся вывести зажимную скобу из плоскости затяжки при взаимном проскальзывании сегментов и снижение изгибающих моментов, действующих на зажимную планку. В обоих случаях снижение величины моментов достигается изменением (уменьшением) плеча, в то время как прилагаемые усилия остаются теми же, что и в соединениях нулевой группы (например, АПЗ.030). Отличительными признаками замков такого типа, являются т.н. полностью охватывающая планка и укороченная зажимная скоба (в ряде случаев – усиленная).

Однако, результаты многолетней практики их применения, нельзя считать однозначно положительными. Характеристика таких замковых соединений во всех вариантах является довольно круто нарастающей и, следовательно, крепь при просадке более 300-400 мм может переходить в жёсткий режим работы с необратимыми деформациями.

Сравнительная характеристика конструкций замковых соединений Таблица 2

Группа	Характерные особенности	Тип, год начала применения	Масса замков/узел, кг	$P_p$ узла, кН	$P_p$ , %	Тип рабочей характеристики узлов/податливости
<b>I</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
«0»	1. Прямая несущая планка с передачей усилия через днище спецпрофиля. 2. Блокировка самозатяжки отсутствует. 3. Компенсация выбора прокатных и гибочных допусков не требуется.	АПЗ.030 1948	4,2/8,4	0-100	0-100%	Устойчивая рабочая характеристика отсутствует
<b>I</b>	1. Усиленная прямая планка спецпрокат ПЗС-20 или горячая штамповка, передача усилия через днище спецпрофиля. 2. Блокировка самозатяжки – частичная (1), во втором случае – отсутствует. 3. Компенсация допусков не требуется.	(1) АПЗ.070 (ЗСД) 1976 (2) ЗШ.000 2000	11,8/11,8  5,7/11,4	70-110  до 300	до 40%	
<b>II</b>	1. Фигурная полностью облегающая планка с уменьшенным изгибающим моментом и передачей усилий, как на днище, так и на полки спецпрофиля. 2. Частичная блокировка усилий самозатяжки. 3. Компенсация допусков не предусмотрена.	Замки семейства ЗПК 1976	5,2-5,8/ 10,4-11,6	440-480	28-36%	
<b>III</b>	1. Частично разгруженная зажимная планка, наличие усилителей стабилизаторов, передача усилий в основном через полки спецпрофиля. 2. Частичная блокировка самозатяжки, в опытных (2) полках. 3. Полная компенсация влияния прокатных и гибочных допусков. В опытных образцах (2) – полностью разгруженная, полностью охватывающая планка	(1) АПЗ.030М (М4, М6 и др.), ЗКМ 2005 (2) ЗКМД	7,2-7,4/ 14,4-14,8	440-460	(1) 26-30%  (2) 12-18%	

Эти замки требуют высокой точности изготовления, в связи с чем для изгиба планки необходимо использование горячих процессов, причем в ее охватывающей части металл используется нерационально.

Зарубежный аналог замков ЗПК также имеет прообразом замки с огибающей планкой [9], однако существенно отличается по ряду признаков. Замок имеет пологонарастающую характеристику и рабочее сопротивление узла 200-220 кН на профиле ТН58, при высоком уровне стабильности параметра (разброс  $\pm 28\%$ ). В замке такого типа скоба заменена планкой с двумя спецболтами и усиленными гайками.

Отечественная попытка создания аналога на основе нового спецпрофиля КГВ и двух планочных – ВПШ и НПШ предпринятая ДонУГИ [3] потерпела неудачу главным образом из-за слабости производственной базы. Дальнейшее развитие этого направления за рубежом пошло по пути отказа от планки и скоб, а запатентованные решения представляют чистые струбцины, сжимающие полки спецпрофиля. Результаты практической реализации таких соединений, возможны только при наличии соответствующего профиля с принудительным зацеплением по полкам.

Переходя к анализу технических решений III группы замковых соединений, направленных на повышение рабочего сопротивления при одновременной его стабилизации на всем интервале конструктивной податливости, следует заметить, что основные направления и приёмы достижения цели исследуются и детально отображены в отечественных [1,3] и зарубежных публикациях [10,11].

То обстоятельство, что в отечественной практике нет универсального замкового соединения, отвечающего всем требованиям, объясняется в основном двумя моментами. Во-первых, роль и значимость параметров рабочей характеристики податливых крепей оцениваются не вполне однозначно, что является отражением положений старого концептуального подхода. Во-вторых, как свидетельствует зарубежная практика, проблема достаточно сложна и рассчитывать на успех возможно только на пути внедрения комплексных решений, затрагивающих многочисленные сопряжённые проблемы (наличие современных типов и номенклатуры прокатных профилей, использование новых способов изготовления сегментов крепи, поверхностного упрочнения поверхностей трения, более прочные марки стали и т.д.). В то же время необходимо заметить, что возможность реализации зарубежных решений ограничивается состоянием отечественной базы производства и рядом других моментов, включая «человеческий фактор». При этом, разумеется, не последним по значимости моментом является обеспечение приемлемых стоимостных параметров.

#### **Перспективные направления совершенствования соединительных элементов крепи**

Известно, что величина и стабильность параметров рабочей характеристики крепи определяется следующими условиями:

- 1) геометрической неизменяемостью конструкции замка в целом, как зажимного устройства;
- 2) постоянством положения плоскости замкового соединения относительно продольной оси сопрягаемых сегментов (минимизация эффекта самозатяжки);
- 3) учетом прокатных и гибочных допусков при изготовлении крепи (качество изготовления);
- 4) способами и схемами передачи сжимающих образующие сегменты усилий;
- 5) материалами и технологическими приемами изготовления крепи и элементов замкового соединения.

С точки зрения комплексного содержания средств и приемов повышения работоспособности крепи, наибольший интерес представляют технические решения, условно отнесенные к группе III (см.табл.2), которые предполагают:

- передачу главного зажимного усилия непосредственно через полки спецпрофилей сопрягаемых элементов;
- использование полуогибающей планки, которая участвует в непосредственной передаче главного зажимного усилия и не связана с проблемой выбора прокатных и гибочных

допусков;

- введение в состав конструкции в качестве промежуточного элемента стабилизаторов, предназначенных для выравнивания сжимающих усилий;
- введение специальных элементов связки между замковыми соединениями в составе узла податливости, выполняющих также роль стабилизатора;
- использование усиленной зажимной скобы.

Основным достоинством технических решений III группы является возможность получения достаточно высокого и стабильного рабочего сопротивления при минимизации разброса значений, а также благоприятного общего типа рабочей характеристики, близкой к характеристике постоянного сопротивления (рис. 1).

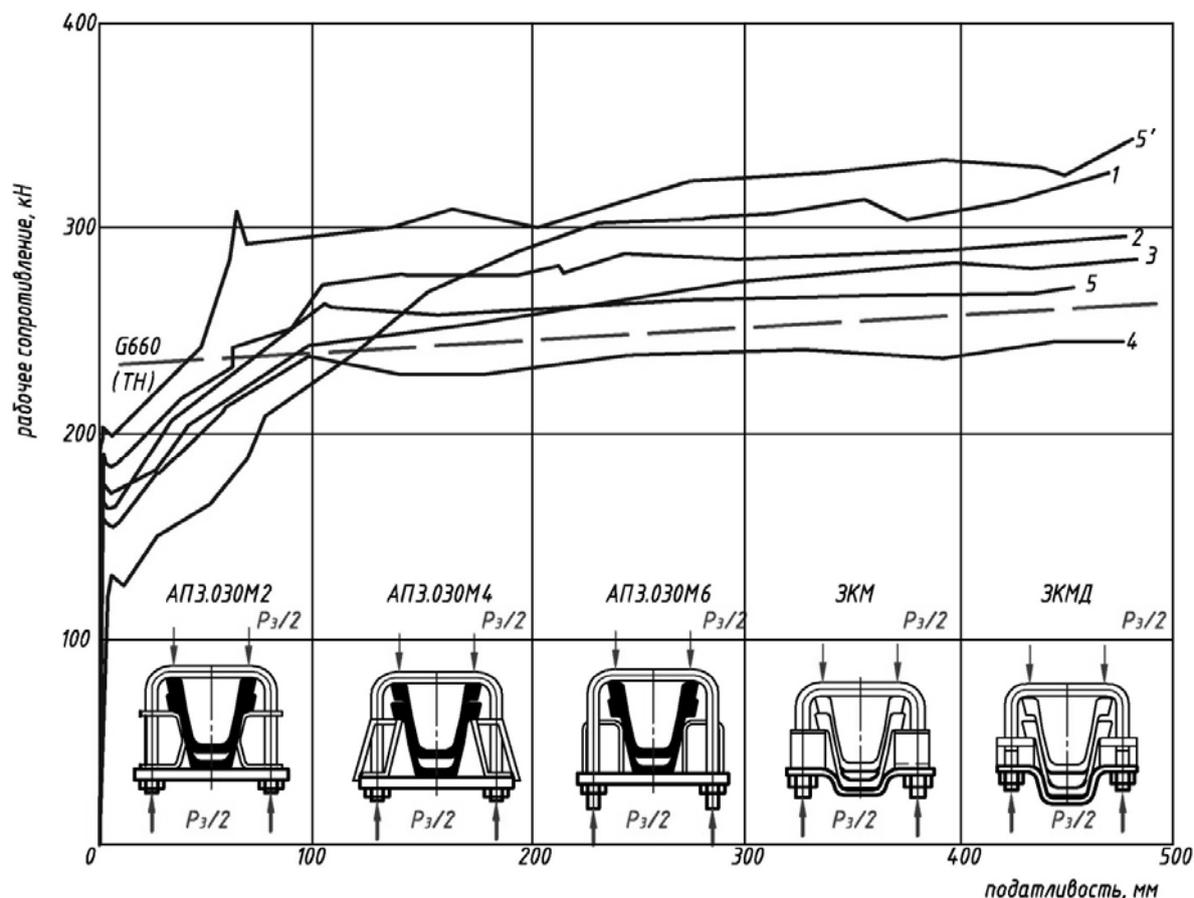


Рис.1 Влияние стабилизации характеристики крепи при введении в конструкцию элементов сглаживания (планка на изгиб не работает)

- 1, 2, 3 – АПЗ.030М (М2, М4, М6) – соответственно;
- 4, 5 – ЗКМ и ЗКМД – экспериментальные (во всех случаях – СВП-33); - - - - для случаев 1-4 крепь КМП-А4К
- оптимальная по условиям применения (Германия-G-660)

Введение в конструкцию замка дополнительных усилителей (стабилизаторов) с целью решения проблем прочности зажимной планки, с рациональной передачей усилий и выбора допусков, было предложено ЗДНПЦ «Геомеханика» [12] и реализовано в замках типа ЗКМ и АПЗ.030М4.

Помимо этих замковых соединений, необходимо упомянуть ряд конструкций, возникших в процессе разработки основной идеи, с различной полнотой реализации. Например, замок со стабилизатором «пружинного» типа [13]. Производственная проверка их выявила определённые недостатки в конструктивных решениях. Например, замок М4 (М6) не полностью обеспечивает требование к типу рабочей характеристики, к тому же масса замка довольно

значительна (до 7,4 кг). Замок со стабилизатором «пружинного» типа, изготовленный из обычной стали, легко и необратимо деформируется в случаях, когда узел податливости крепи оказывается под воздействием изгибающего момента, что в целом типично для большинства случаев нагружения крепей.

В связи с этим, в ближайшее время следует ожидать появления технических решений, направленных на совершенствование конструкции замковых соединений с учётом проверенных принципов обеспечения их работоспособности. Однако следует подчеркнуть, что окончательно задача может быть решена только на основе комплексного подхода, предполагающего переход на новый тип прокатных профилей для изготовления рам податливой крепи. В этом случае обеспечение стабильности рабочей характеристики решается наиболее исчерпывающим образом.

Ретроспективно процесс совершенствования замковых соединений может быть представлен следующим образом.

I этап – Использование усиленной зажимной планки, представленной специальным прокатным профилем или изготавливаемой методом литья, горячей штамповки, с передачей усилия зажима через днище спецпрофиля.

II этап – Использование т.н. огибающей жесткой планки и укороченной зажимной скобы (в ряде случаев усиленной) с целью уменьшения плеча усилия, вызывающего перекося плоскости замка при проседании (примерно на 40%); передача усилия зажима смешанная – частично через днище, частично по полкам сопрягаемых профилей.

III этап – Использование разгруженной облегчённой, т.н. полуоггибающей планки, функция которой сводится лишь к замыканию конструкции в которую вводится дополнительный усиливающий элемент – стабилизатор. Его назначение: блокировка перекося плоскости замка при проседании узла, выбор прокатных и гибочных допусков (молковки спецпрофиля при гибке сегментов крепи), а также передача зажимного усилия непосредственно через полки сопрягаемых профилей. В целом этап III представляет переходную группу к конструкциям чисто трубчатого типа.

### **Конструкция и отличительные признаки замкового соединения «ЗСГ»**

В развитии указанных требований и направлений нами создан и предлагается к промышленному использованию новый соединительный замок «ЗСГ» [14], который представляет собой в сущности соединительный элемент трубчатого типа, где сжатие спецпрофиля осуществляется практически только по полкам и позволяет реализовать их принудительное сцепление по принципу «трение в желобе».

В основу поставлена техническая задача – эффективное блокирование перекося плоскости крепёжной скобы и фигурной планки относительно продольной оси поперечного сечения внутреннего и внешнего соединяемых звеньев, надёжную фиксацию усовершенствованным упором фланцев внутреннего звена в заданном положении при работе под нагрузкой в податливом режиме; плавную и эффективную работу замка в узлах податливости и повышение уровня рабочего сопротивления крепи.

Совершенствование замка узла податливости металлорамной податливой крепи направлено на повышение жёсткости, прочности и надёжности, а также на обеспечение стабилизации параметров рабочего сопротивления в интервале конструктивной податливости при которой отклонение величины рабочего сопротивления от проектной величины не превышают допустимые  $\pm 12-15\%$ .

Поставленная задача решается, а результат достигается тем, что замок «ЗСГ» содержит планку-стабилизатор, состоящей из фигурной планки и двух упоров, которые соединены с наклонными боковыми стенками фигурной планки и имеют сквозные вертикальные отверстия, а также крепёжную скобу П-образной формы с резьбовыми концами, пропущенными через сквозные вертикальные отверстия упоров и снабженные гайками (рис.2).

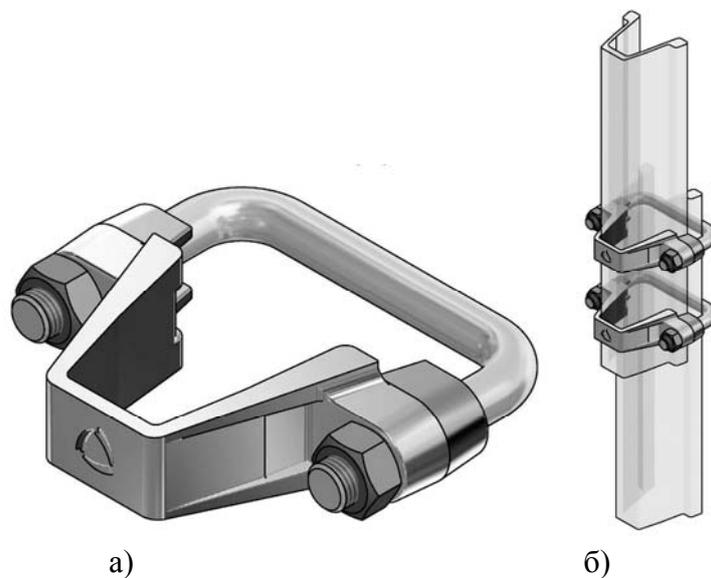


Рис.2 Замок «ЗСГ»:  
а) общий вид б) узел соединения

В узлах податливости крепи планка-стабилизатор и крепёжная скоба охватывают по замкнутому периметру внутренние и внешние звенья, которые соединены между собой внахлёстку, с возможностью относительного скольжения с сопротивлением под нагрузкой, имеют доньшки, наклонные боковые стенки и фланцы и выполнены под размеры шахтных спецпрофилей. В планке-стабилизаторе фигурная планка выполнена с вогнутой средней частью так, что она огибает доньшко и полностью охватывает наклонные боковые стенки внутреннего звена, а на торцевых поверхностях наклонных боковых стенок выполнены горизонтальные опорные выступления, для контакта с фланцами внутреннего звена крепления снизу, а упоры выполнены так, что их нижние части примыкают к наклонным боковым стенкам фигурной планки снаружи, а их верхние части выступают над торцевыми поверхностями наклонных боковых сверху, имеют опорные поверхности для контакта с фланцами внутреннего звена крепи снаружи, выполненные как одно целое с фигурной планкой и образуют штампованную моноконструкцию планки-стабилизатора.

В связи с тем, что в планке-стабилизаторе фигурная планка полностью охватывает наклонные боковые стенки внутреннего звена, обеспечивается плотное её примыкание, вследствие чего достигается полная блокировка перекоса плоскости крепёжной скобы и фигурной планки относительно продольной оси поперечного сечения внутреннего и внешнего звеньев крепи, обеспечивают необходимое силовое затягивание звеньев крепи, противодействие боковому смещению, плавность работы узла податливости и стабильность рабочего сопротивления. Поскольку относительное скольжение внутреннего и внешнего звеньев в податливом режиме работы крепи происходит без рывков, рабочее сопротивление крепи приобретает прямолинейную характеристику, вследствие чего достигается стабильность рабочего сопротивления в интервале конструктивной податливости крепи.

Кроме приведенных выше главных отличий, соединительный элемент «ЗСГ» имеет и дополнительные отличия, в разных модификациях его выполнения в зависимости от условий изготовления и эксплуатации. Так в замке «ЗСГ», по краям наклонных боковых стенок фигурной планки планки-стабилизатора выполнены продольные внешние рёбра жёсткости, что повышает прочность и надёжность планки-стабилизатора и замка в целом.

Наклонные боковые стенки фигурной планки планки-стабилизатора выполнены так, что их ширина постепенно увеличивается снизу вверх от вогнутой средней части к месту соединения с упорами. За счёт этого увеличивается ширина контакта планки-стабилизатора с внутренним звеном, которое повышает надёжность блокировки перекоса плоскости крепёжной скобы и фигурной планки относительно продольной оси поперечного сечения соединяе-

мых звеньев крепления, и обеспечивает плавность работы узла податливости крепи и стабильность рабочего сопротивления.

Дополнительно в замке «ЗСГ» горизонтальные опорные выступы на торцевых поверхностях наклонных боковых стенок фигурной планки, предназначенные для контакта с фланцами внутреннего звена крепления снизу, имеют форму, которая отвечает форме контактных поверхностей соединения наклонных боковых стенок и поверхностей фланцев снизу внутреннего звена крепления. Это разрешает использовать замок «ЗСГ» для крепей, звенья которых изготовлены из разных шахтных спецпрофилей, например СВП или СПА.

Замковые соединения «ЗСГ» прошли стендовые исследования, которые показали высокое (252-293 кН на узел) рабочее сопротивление и устойчивую характеристику на всем интервале конструктивной податливости и рекомендованы к шахтным испытаниям.

#### Список литературы

1. Литвинский, Г.Г. Стальные рамные крепи горных выработок [Текст] / Г.Г. Литвинский, Г.И. Гайко, Н.И. Кулдыркаев. - К.: Технка, 1999. - 216 с.

2. Вивчаренко А.В. Стратегия развития угольной отрасли Украины / А.В. Вивчаренко // Школа подземной разработки. Материалы международной научно-практической конференции. – Днепропетровск – Ялта. : Дніпропетровський національний гірничий університет. – 2011. – С. 3–9.

3. Сытник, А.А. Рамные крепи горных выработок: обзорная информация и справочные материалы [Текст] / А.А. Сытник, Ф.С. Зигель, В.Ф. Компанец, В.С. Поляковский. - Донецк: ЦБНТИ. - 1992. - 36 с.

4. Усаченко Б.М. Охрана подготовительных выработок глубоких горизонтов шахт Западного Донбасса / Б.М. Усаченко, В.Я. Кириченко, А.В. Шмиголь. – М. : ЦНИЭИуголь, 1992. – 167 с.

5. Замок податливості для кріплення із спецпрофшю [Текст]: пат. 26734 Україна: E21D 11/22. / Халимендик Ю.М.; № 99020913; заявл. 17.02.99; опубл. 12.11.99; Бюл. № 7.

6. Инструкция по применению усиленных болтовых замков ЗПК для податливой крепи: Утв. Тех. управ. МУП СССР 13.12.84 [Текст] // НИИГОР. - Челябинск, 1984.-12 с.

7. «Рекламный проспект ООО «Донбасскрепь» [Текст]. - 201-0. - 12 с.

8. Замок вузла податливості металевого рамного податливого кріплення із шахтних спецпрофилів [Текст]: пат. 74742, Україна, E21D11/22, 11/14. / В.Я. Кириченко, Г.Г. Сугаренко; №20041008476; заявл. 18.10.04; опубл. 16.01.05; Бюл. № 1.

9. Eisenhutte Haintzmann GmbH. – Bochum: GmbH, 1996. – 4 с.

10. Фосс, К.Х. 35 лет применения штрековых крепей из улучшенных желобчатых профилей [Текст] / К.Х. Фосс // Глюкауф. - 1990. - 213 с.

11. Шпрут, Ф. Металлическая крепь подготовительных выработок [Текст] / Ф. Шпрут. - М.: Госгортехиздат, 1958. - 234 с.

12. Замок вузла податливості [Текст]: пат. 56078, Україна: E21D11/14,11/22. / Г.Г. Сугаренко, Н.А. Алиев, В.Я. Кириченко; № 2002108533; заявл. 28.10.02; опубл.15.11.04; Бюл. №11.

13. Усилители-стабилизаторы амортизирующего типа замков узла податливости металлических рамных крепей [Текст]: проспект фирмы ООО «Инноватор». -Донецк, 2008.-18 с.

14. Замок вузла податливості багатоланкового металевого рамного податливого кріплення «ЗСГ» [Текст]: пат. 78792, Україна: E21D11/14,11/22. /В.Я.Кириченко, А.В.Кириченко, Г.Г.Сугаренко, О.С.Золотько, О.В.Филиппов № u201214778; заявл. 24.12.12; опубл. 25.03.13;Бюл. №6.