

Совершенствование конструкции опорных элементов анкерной крепи

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2016-5-66-69>

ПОЗОЛОТИН

Александр Сергеевич

Канд. техн. наук,
директор по работе с регионами ООО «РАНК 2»,
650000, г. Кемерово, Россия

ГРЕЧИШКИН

Павел Владимирович

Канд. техн. наук,
научный сотрудник ИУ СО РАН,
650065, г. Кемерово, Россия,
e-mail: pv_grechishkin@mail.ru

ОПРУК

Глеб Юрьевич

Канд. техн. наук,
научный сотрудник ИУ СО РАН,
650065, г. Кемерово, Россия,
e-mail: opruk@yandex.ru

ЗЯЯТДИНОВ

Дамир Фанисович

Заместитель директора
по перспективному развитию ООО «РАНК 2»,
650000, г. Кемерово, Россия

ЧУГАЙНОВ

Сергей Семёнович

Заместитель директора
ООО «Отраслевой экспертный центр»

Описано развитие конструкции опорных элементов анкерной крепи. Усовершенствованная конструкция опорного элемента позволяет значительно снизить трудоемкость установки и повысить эффективность работы анкерной системы. Представлен опыт применения гибких подхватов в различных горно-геологических и горнотехнических условиях шахт. Проведенные испытания показали эффективность работы анкерных систем с гибкими подхватами за счет повторения контура выработки, высокого сопротивления крепи по всей длине подхвата и оптимального соотношения несущей способности опорного элемента и других составляющих крепи.

Ключевые слова: опорные элементы, жесткие подхваты, индивидуальный опорный элемент, подхват гибкий канатный.

В настоящее время объем проведения горных выработок на угольных шахтах России и ближнего зарубежья, закрепленных анкерной крепью, неуклонно растет. Эффективность совместной работы анкерной системы и горного массива во многом зависит от опорного элемента. На сегодняшний день при креплении горных выработок анкерами традиционно используются различные конструкции опорных элементов: подхват жесткий, индивидуальный опорный элемент, гофрированный подхват типа «штрипс» и т. д.

Жесткие подхваты применяются в виде швеллеров и спецпрофилей и используются наиболее эффективно при поддержании слабоустойчивой и среднеустойчивой кровли горных выработок (рис. 1). Установка каждого подхвата, как по ширине, так и вдоль горной выработки, повышает надежность анкерной системы, препятствуя расслоению пород и «обрыванию» анкеров.

Недостатками таких подхватов являются значительная длина, высокая металлоемкость, влияющая на трудоемкость доставки и возведения крепи, сложность плотного прижатия подхвата по всему контуру кровли выработки в местах имеющих неровностей [1].

Индивидуальные опорные элементы применяются преимущественно в условиях с устойчивыми кровлями, конструктивно выполнены в виде трёх разновидностей: плоские плиты из листового проката, опорные плиты с кольцевым выступом и опорные плиты со сферическим выступом (рис. 2) [1].

Плоские плиты с центральным отверстием для пропуска стержней анкеров обеспечивают возможность плотного прижатия решетчатых ограждений к

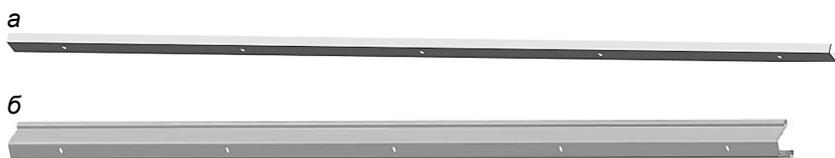


Рис. 1. Жесткий подхват: а – швеллер; б – спецпрофиль

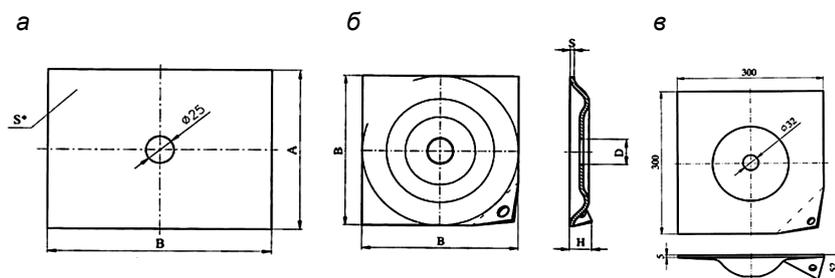


Рис. 2. Индивидуальные опорные шайбы: а – подхват плоский из листа; б – подхват с кольцевым выступом; в – подхват со сферическим выступом

контуру горной выработки, но из-за отсутствия узлов податливости возникают случаи срыва гаек на стержнях анкеров, что является их основным конструктивным недостатком (см. рис. 2, а). Опорные плиты с кольцевым выступом (см. рис. 2, б) и опорные плиты со сферическим выступом (см. рис. 2, в) работают в податливом режиме за счет осадки выступающего рельефа при возрастании растягивающих усилий в стержнях анкеров. Наличие выступа позволяет осуществлять визуальный контроль нагрузки по степени смятия узлов податливости. Однако общим недостатком индивидуальных опорных элементов является невозможность увязки элементов крепи в единую анкерную систему.

Штрипс целесообразно использовать для поддержания кровли горных выработок, представленной породами выше средней устойчивости (рис. 3).

Недостатки: сравнительно низкая несущая способность, прорывы отверстий штрипса анкерами из-за невысокой предельной нагрузки на растяжение, а также необходимость использования совместно с индивидуальными

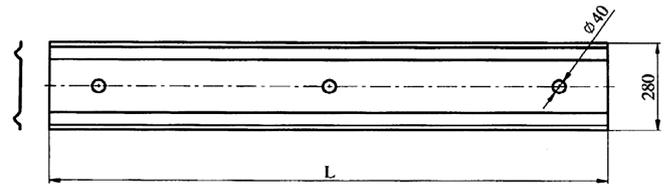


Рис. 3. Подхват гофрированный (штрипс)

опорными элементами, что увеличивает материалоемкость и стоимость крепи.

Таким образом, с учетом недостатков всех вышеперечисленных опорных элементов специалистами ООО «РАНК 2» был разработан опорный элемент анкерной крепи – гибкий подхват, в котором устранены недостатки и который сочетает в себе все достоинства перечисленные выше. Данный подхват предназначен для крепления кровли и боков выработок совместно с различными типами анкеров. Подхват состоит из направляющих в виде прутков или канатов (рис. 4), соединенных между собой опорными элементами.

Опорные элементы могут быть соединены с направляющими подвижно или неподвижно. Конструкция изделий защищена патентом [2].

Для установки по ширине кровли выработки и на боках рекомендуется использовать подхват с направляющими из гибких стержней (см. рис. 4, а). При его монтаже на поверхность выработки с неровным контуром гибкие стержни деформируются, повторяя контур, и при закручивании гаек на анкерах создаются натяжение подхвата и отпор крепи по всей его длине. Для усиления крепи выработок канатными анкерами и создания «бесконечного» подхвата рекомендуется применять ПГК15 и ПГК15А (см. рис. 4, б, в). Они обладают повышенной разрывной прочностью за счет использования канатов в качестве направляющих, также повторяют поверхность контура выработки, ПГК15А имеет петлю на одном из концов для создания равнопрочного соединения подхватов между собой (рис. 5).

Подвижность опорных плит на подхвате позволяет без забутовочного материала обеспечить плотный контакт направляющих с вмещающими породами при различной форме поверхности выработки вследствие факторов природного или техногенного характера (рис. 6).

В условиях шахты «Большевик» в диагональной сбойке № 2 (рис. 7) был выбран экспериментальный участок, где усиление крепи выполнялось с помощью канатных анкер-



Рис. 4. Подхват гибкий: а – ПГ; б – ПГК15; в – ПГК15А

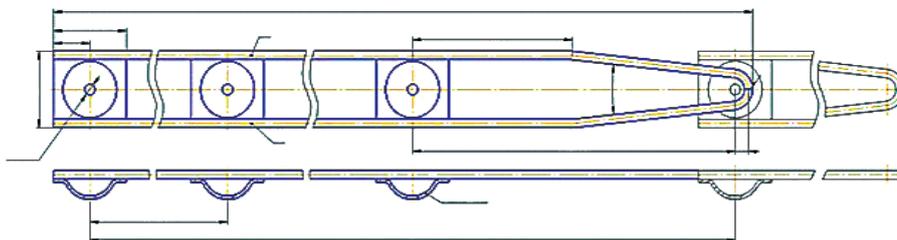


Рис. 5. Соединение гибких подхватов

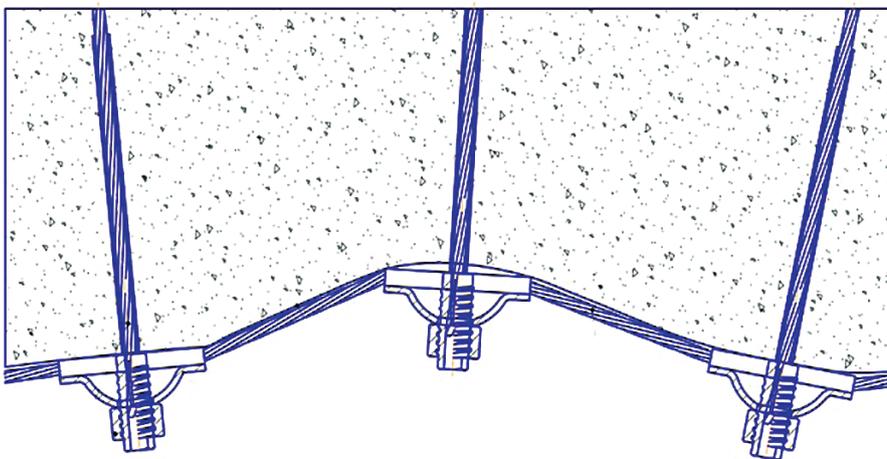


Рис. 6. Создание плотного контакта опорного элемента с поверхностью выработки по всей его длине

ров глубокого заложения типа АК01. В качестве опорного элемента под канатные анкеры устанавливался гибкий подхват ПГ с направляющими из стального прутка.

При переходе очистным забоем 30-51 экспериментального участка диагональной сбойки № 2, прорывов решетчатой затяжки и вывалов пород кровли не выявлено. В процессе перехода диагональной сбойки № 2, крепь усиления, выполненная из канатных анкеров АК01 установленных под гибкий подхват, зарекомендовала себя как надежная система в выработках с неровной поверхностью контура.

В условиях «шахты Первомайская» также была проведена экспериментальная работа по установке подхвата гибкого канатного типа ПГК15 в конвейерном штреке №430 (ПК 123-124) (рис. 8). Установку четырех гибких подхватов проводили в сочетании с канатными анкерами АК01. Экспериментальный участок располагался в зоне влияния горно-геологического нарушения типа взброс, с амплитудой до 1,0 м. На момент установки кровля выработки имела неровную поверхность контура с перепадами по трассе до 0,5 м. При переходе очистным забоем экспериментального участка конвейерного штрека № 430 вывалов пород кровли не отмечено, «обыгрывание» элементов анкерной крепи не зафиксировано.

В условиях конвейерного штрека № 29-231 ОАО Шахта «Полосухинская» на участке со слабоустойчивой кровлей (рис. 9) для усиления крепи был установлен гибкий канатный подхват ПГК15. Длина одного гибкого подхвата составляет 4,0 м. На момент установки кровля выработки имела неровную рельефную поверхность контура с перепадами по трассе до 0,3 м. В результате установки гибкого



Рис. 8. Экспериментальный участок конвейерного штрека № 430 ОАО «Шахта Первомайская»

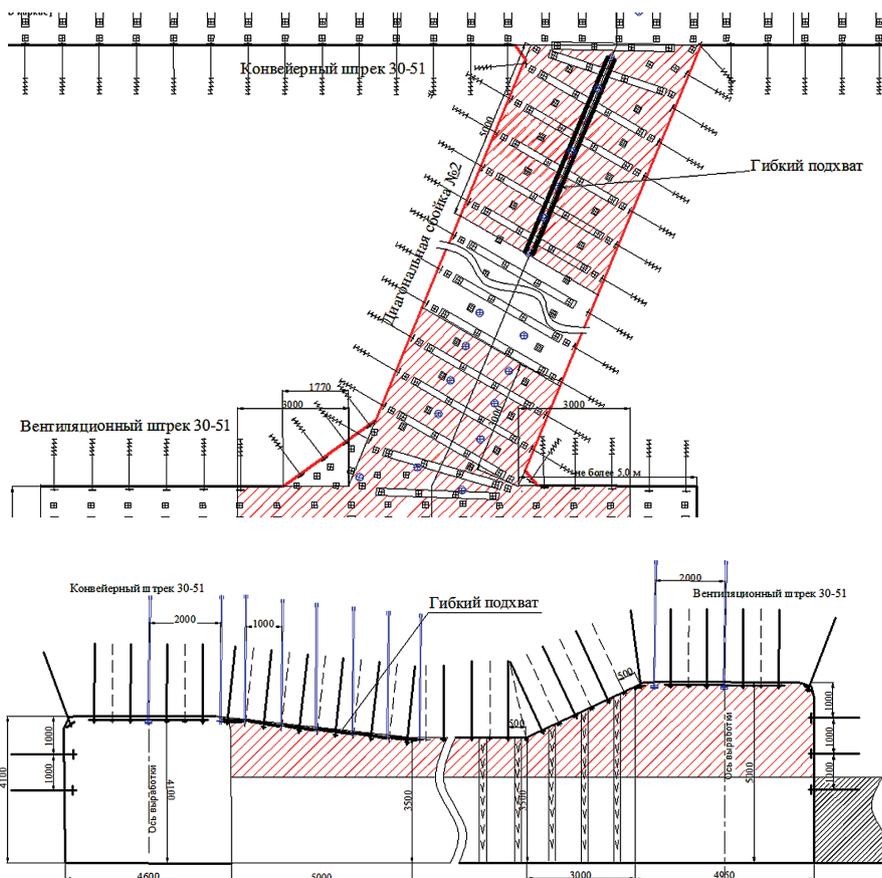


Рис. 7. Схема крепи экспериментального участка диагональной сбойки № 2 ОАО «Шахта Большевик»

подхвата удалось значительно сократить сроки усиления крепи выработки и уменьшить трудоемкость выполняемых работ. Вывалов пород кровли и «обыгрывания» элементов анкерной крепи также не отмечено.

ВЫВОДЫ

По результатам проведенных экспериментов были сделаны следующие выводы:

1. На экспериментальных участках опорные элементы и гибкие направляющие плотно прижаты к кровле выработки, предотвращая расслоения пород кровли и порывы решетчатой затяжки.
2. При переходе очистным забоем участков, закрепленных гибкими подхватами, прорывов и вывалов пород кровли не отмечено, повсеместно произошло перераспределение нагрузки гибким подхватом на крепь усиления.
3. Анкерная крепь как первого, так и второго уровня увязана в единую систему, что при значительной величине горного давления позволяет крепи в безаварийном режиме препятствовать повышенным нагрузкам.
4. С учетом результатов проведенных экспериментов основные преимущества гибких подхватов заключаются в следующем:
 - подхват может применяться в качестве опорного элемента для различных типов анкеров при креплении подземных горных выработок. Особенно актуально применение данных подхватов в выра-

ботках с неровной поверхностью контура. Подхват гибкий канатный огибает неровности и принимает форму поверхности контура выработки при затягивании гаек на анкерах. Подхват не заменяет при анкерном креплении выработок в зонах геологических нарушений;

— подхват имеет высокую предельную нагрузку на растяжение, а также возможность визуального контроля нагрузки по смятию узлов податливости;

— при усилении крепи анкерами второго уровня и использовании в качестве опорного элемента СВП пространство между опорным элементом и вмещающими породами кровли необходимо заполнить забутовочным материалом, в случае применения подхвата ПГ, ПГК достигается плотный контакт с породами кровли по всей длине без забутовочного материала;

— в случае использования подхвата под канатные анкера в единую систему связывается крепь всех уровней, что приводит к равномерному распределению нагрузки на анкерную крепь;

— возможно применение данного подхвата в качестве опорного элемента в сохраняемых выработках;

— возможно применение гибкого подхвата в качестве опорного элемента как для анкеров первого и второго уровней в кровле, так и для анкеров в боках выработок;

— повышение эффективности поддержания выработок, закрепленных рамной крепью, при усилении крепи канатными анкерами;

— возможность применения в выработках различной формы и сечения;

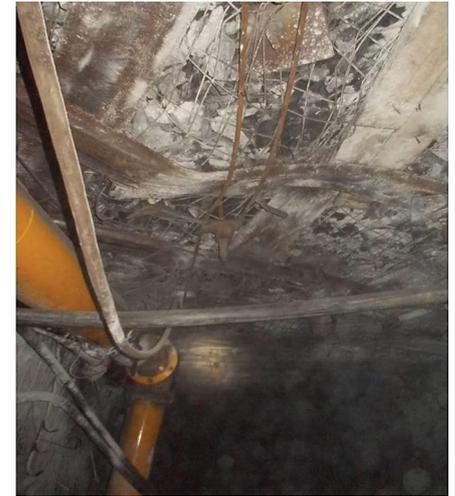
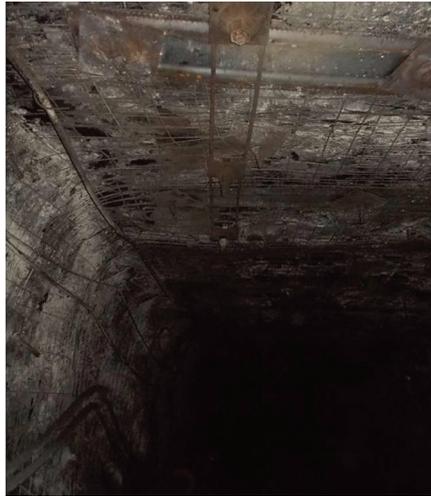


Рис. 9. Экспериментальный участок конвейерного штрека 29-231 ОАО «Шахта Полосухинская»

— в зонах, где необходимо усиление крепи канатными анкерами под «бесконечный» подхват, ПГК дает возможность устанавливать канатные анкера непосредственно у груди проходческого забоя в сравнении с жесткими опорными элементами.

Список литературы

1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Инструкция по расчету и применению анкерной крепи на угольных шахтах». 2015. Сер. 05. Вып. 42.

2. Пат. 157641 Российская Федерация, МПК E 21 D 21/00. Подхват / авторы Анисимов Ф. А., Позолотин А. С., Гречишкин П. В., заявитель Анисимов Ф. А. № 2014149161/03; заявл. 05.12.2014; опубл. 10.12.2015. Бюл. № 34. 2 с.

UDC 622.281.74 © A.S. Pozolotin, P.V. Grechishkin, G.Yu. Opruk, D.F. Zaiatdinov, S.S. Chugainov, 2016
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2016, № 5, pp. 66-69

Title ROOF BOLTING SUPPORT STRUCTURES DESIGN IMPROVEMENT

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2016-5-66-69>

Authors

Pozolotin A.S.¹, Grechishkin P.V.², Opruk G.Yu.², Zaiatdinov D.F.¹, Chugainov S.S.³

¹“RANK 2”, LLC, Kemerovo, 650000, Russian Federation

² Institute of Coal SB RAS Research Scientist, Kemerovo, 650065, Russian Federation

³“Otraslevoj ekspertnyj centr”, LLC, Russian Federation

Authors' Information

Pozolotin A.S., PhD (Engineering), Director for Region Affairs

Grechishkin P.V., PhD (Engineering), e-mail: pv_grechishkin@mail.ru

Opruk G.Iu., PhD (Engineering), e-mail: opruk@yandex.ru

Zaiatdinov D.F., Deputy Director for Sustainable Development

Chugainov S.S., Deputy Director

Abstract

The paper described the development of the roof bolting supporting structure design. Supporting elements improved design enables significant reduction of mounting labor intensity and roof bolting system performance efficiency improvement. The practice of flexible runners application in different mines mining and geological, mining and engineering conditions is presented. The tests demonstrated the efficiency roof bolting systems with flexible runners, achieved due to the repetition of opening outline, high bolting structure re-

sistance along the entire runner length and optimal balance of the supporting element and other roof bolting components bearing capacities.

Keywords

Supporting elements, Rigid runners, Individual supporting element, Flexible rope runner.

References

1. *Federalnye normy i pravila v oblasti promyshlennoj bezopasnosti "Instrukciya po raschetu i primeniyu ankernoj krepri na ugol'nyh shahtah"* [Federal Safety Standards and Regulations, applied to Industrial Safety "Guidelines for coal mines roof bolting calculation and application"], 2015, ser. 05, issue 42.

2. *Pat. 157641 Rossijskaya Federaciya, MPK E 21 D 21/00. Podhvat* [Patent 157641 Russian Federation, MPK E 21 D 21/00. Runner]. Authors: Anisimov F.A., Pozolotin A.S., Grechishkin P.V., applicant Anisimov F.A. no. 2014149161/03; application 05.12.2014; published 10.12.2015. Bulletin no. 34, 2 pp.

UNDERGROUND MINING