

DOI: 10.26730/1999-4125-2017-5-10-14

УДК 622.255. 622.8

**РАЗРАБОТКА РАЦИОНАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ КРЕПЛЕНИЯ
ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК В УДАРООПАСНЫХ УСЛОВИЯХ**
**DEVELOPMENT OF RATIONAL TECHNOLOGY OF SUPPORTING MINE
WORKINGS IN ROCK BUMPS HAZARDOUS CONDITIONS**

Копытов Александр Иванович¹,

доктор техн. наук, профессор, e-mail: kai.spssh@kuzstu.ru

Kopitov Alexander I.¹, Dr. Sc., Professor

Лебедев Андрей Александрович¹,

инженер, e-mail: laa.spssh@kuzstu.ru

Lebedev Andrey A.¹, engineer

Утробин Борис Александрович²,

горный инженер, начальник отдела, e-mail: utrobin.boris@mail.ru

Utrobina Boris A.², mining engineer, Head of Department

¹ Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28

¹ T. F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, 28 street Vesennyaya, Kemerovo, 650000, Russian Federation

² ООО «ОКС-Трейд», отдел технической документации и внедрения технологий. 650051, Россия, г. Кемерово, ул. Пчелобазы, 35

² OKS-Treyd, department of technical documentation and introduction of technologies. 28 street Pchelobaza, Kemerovo, 650051, Russian Federation

Аннотация. Представлены результаты исследования состояния крепления на шахте Горно-Шорского филиала ОАО «Евразруда». Приведена оценка эффективности применения новой конструкции трубчатых анкеров фрикционного действия, разработанных сотрудниками кафедры «СПСиШ» КузГТУ. Дано описание технологии крепления горных выработок с их применением в удароопасных условиях.

Abstract. This paper presents the results of study of the supports condition at the mine of the Gorno-Shorsky branch of JSC "Evrazruda". The assessment of efficiency of application of a new design of tubular friction anchors developed by the staff of the Department of SPS&Sh of KuzGTU is presented. The description of the technology of supporting mine workings with the friction bolts in rock bumps hazardous conditions is given.

Ключевые слова: Удароопасные условия, анкерная крепь, технология возведения, несущая способность, трубчатый анкер фрикционного действия.

Key words: Rock bumps hazardous conditions, rock bolting, the technology of installation, load bearing capacity, friction tubular rock bolt.

Собственной сырьевой базой для металлургической промышленности Кузбасса являются железорудные месторождения Горной Шории.

Основу железорудной базы района составляет скарно-магнетитовые руды.

Наиболее перспективным является Шерегешское месторождение, разрабатываемое Горно-Шорским филиалом ОАО «Евразруда».

С 2012 добыча руды ведется на участках «Новый Шерегеш» и «Подруслый».

Участок «Новый Шерегеш» расположен ниже участка «Болотный» и смещен в юго-западном направлении на 200÷300 м. Рудная зона залегает согласно с вмещающими породами. На контакте с

известняками рудные тела круто погружаются на юго-запад (70÷80°), а на глубинах 400÷600 м они резко выклиниваются и в корневых частях имеют почти горизонтальное залегание.

Участок «Подруслый» расположен в западной части месторождения к северо-западу от участка «Новый Шерегеш». Рудно-скарновая зона имеет северо-западное простирание, крутое (60÷80°) падение на юго-запад, мощность от 10 до 100 м. приурочена к контакту известняков и туфогенно-осадочных пород. Верхняя кромка рудных тел расположена в 300 м от поверхности. Основная часть запасов участка расположена в интервале горизонтов от +255 м до -165 м и составляет

около 45 млн т руды.

Руды и вмещающие породы Шерегешского месторождения прочные, высокомодульные, хрупко разрушаются под нагрузкой, и способны накапливать значительную упругую энергию деформаций. Характерной особенностью рудного поля Шерегешского месторождения является то, что рудовмещающая толща пород его сложена породами (скарнами, диоритами, порфиритами и т.д.), крепость и упругие характеристики которых больше, чем у руды - от 1,5 до 2 раз, хотя руды имеют достаточно высокую прочность.

Проявление горного давления на месторождении начали отмечаться с горизонта +325 м (стреляние горных пород, заколообразование). При вскрытии нижележащих горизонтов +255 м, +185 м, +115 м, проявление горного давления участились и локализовались, преимущественно на участках «Новый Шерегеш» на границах с участком «Подрусловый», где проходит крутопадающая тектоническая зона северо-западного направления.

В результате исследования напряженно-деформированного состояния массива, проведенного ИГД СО РАН Комиссией по горным ударам ОАО «Евразруда» в соответствии с пунктами 4 и 15 Приложения 3 «Инструкции по безопасному ведению горных работ на рудных и нерудных месторождениях, объектах строительства подземных сооружений, склонных и опасных по горным уда-

бычи превысили 4,6 млн т.

Внедрение новой системы разработки позволяет довести производительность Горно-Шорского филиала ОАО «Евразруда» до 6 млн т. сырой руды в год и обеспечить эффективную работу всех объектов инфраструктуры производственного комплекса, построенных и внедренных в эксплуатацию в результате реализации основного проекта реконструкции в 1982-1985 гг.

В тоже время, связи с высоким уровнем напряженности в массиве горных пород на отработываемых горизонтах, растет опорное давление, увеличивается удароопасность, уменьшается устойчивость что ведет к увеличению затрат на поддержание горных выработок и обуславливает необходимость разработки рациональной технологии их крепления для обеспечения необходимой интенсивности и безопасности подготовительно-нарезных работ.

Анализ состояния крепления горных выработок на многих горнодобывающих предприятиях за рубежом показывает, что в аналогичных условиях анкерная крепь постепенно вытесняет другие конструкции крепи горных выработок. Особенно эффективно применение анкерной крепи в выработках большого сечения [2]. При этом широко применяются анкерные крепи с полимерным замком, железобетонные, с распорным замком, свеллекс и др. (рис. 1).

Аналогичная тенденция наблюдается на Ше-

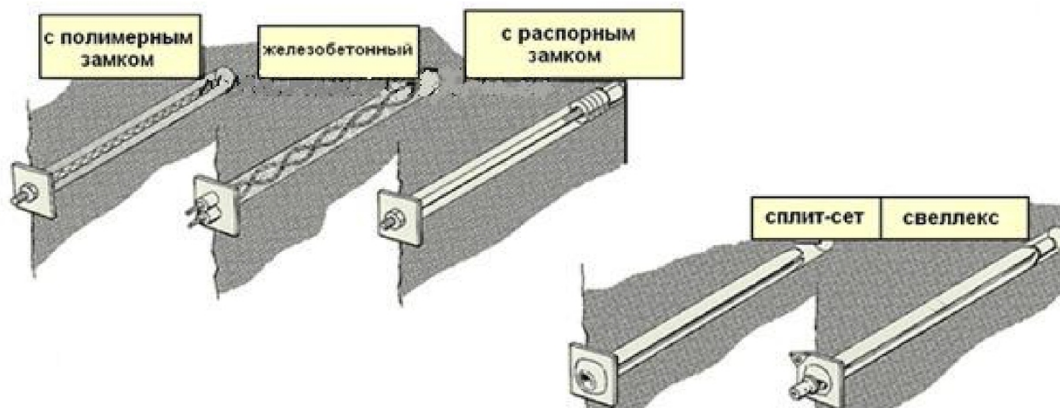


Рис. 1 - Схемы закрепления анкеров

рам» (РД 06-329-99) [1], принято решение отнести Шерегешское месторождение с горизонта +255 м и ниже к опасным по горным ударам.

С 2014 г. для отработки запасов слепых рудных тел на участке «Подрусловый» ведутся работы по внедрению системы поэтажного обрушения с применением самоходного оборудования [2]. Несмотря на значительно увеличенные площади поперечного сечения горных выработок в сравнении с применяемой на шахте системой этажно-принудительного обрушения интенсивность подготовительно-нарезных и очистных работ, существенно возросла. В 2016 г. объемы до-

регешском руднике. С 2010 года суммарные объемы анкерного крепления растут.

В 2013 году приказом № 305 от 25.04.2013 управляющего директора ОАО «Евразруда» введено в действие «Методическое руководство по креплению горных выработок и наблюдению за состоянием крепи на рудниках ОАО «Евразруда», разработанное сотрудниками кафедры «СПСиШ» [3]. В соответствии с руководством все горизонтальные и наклонные горные выработки необходимо крепить уже на стадии проходческого цикла перед обустройством забоя. С учетом этого общие объемы анкерного крепления с 2013 г зна-

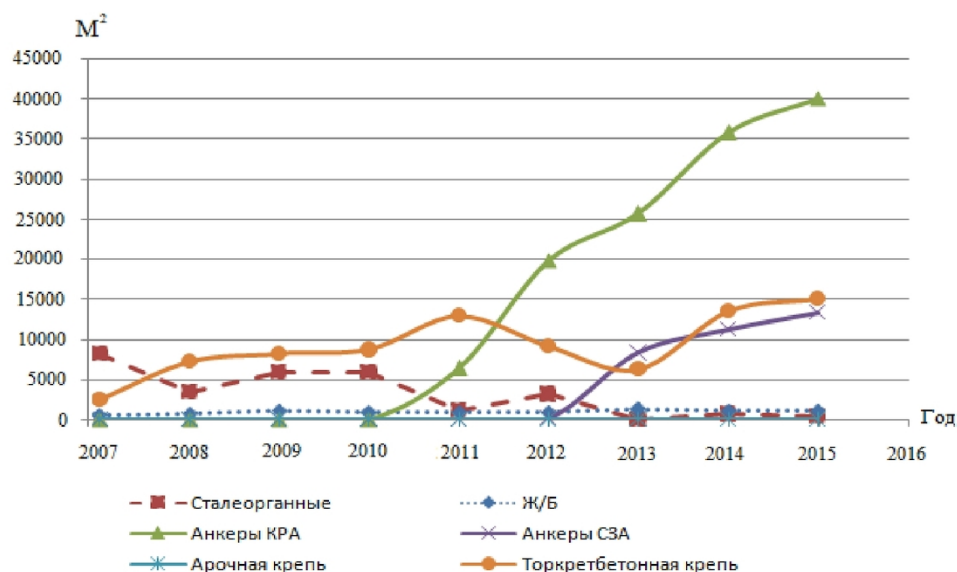


Рис - 2. Объемы крепления за 2007–2015 год

чительно возросли (рис. 2).

Таким образом, в настоящее время анкерное упрочнение массива является наиболее передовым и технически оснащённым.

Крепление горных выработок на Горно-Шорском филиале ОАО «Евразруда» осуществляется преимущественно с использованием анкеров КРА (рис. 3)

Крепь предназначена для крепления основных и подготовительных горных выработок проводимых с помощью комбайновых или буровзрывных работ, с механическим способом закрепления стержней анкеров в шпурах диаметром 32, 38, 41, 43, 45 мм, пробуренных по углю и породе с прочностью на сжатие не менее 20 МПа.

Возведение клинораспорной анкерной крепи осуществляется в следующей последовательности:

Клинораспорный замок 1 накручивается на анкер 2. Затем анкер помещается в шпур и вращением стержня производится его закрепление. Окончательное натяжение анкера осуществляется путём затягивания гайки 3.

Опыт применения анкеров КРА позволил выявить, что в условиях необходимости их установки перед обушиванием забоя, после заряжения и взрывания шпуров на величину проходческого цикла в закрепленном массиве происходит раскрытие трещин которое зачастую приводит к вывалам пород из-под шайбы

В результате функция образования закрепленного свода нарушается (рис. 4).

Кроме того существенным недостатком анкеров КРА является необходимость постоянно подтягивать сферическую гайку, в процессе установ-

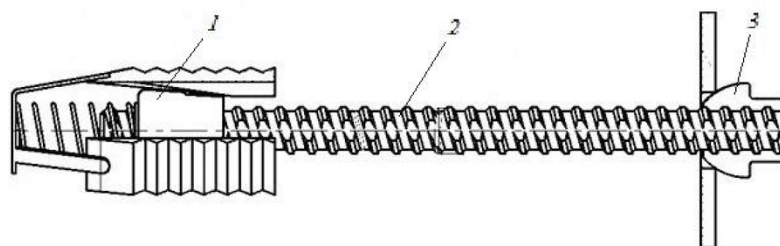


Рис. 3 - Клинораспорная анкерная крепь: 1 – клинораспорный замок; 2 – стержень анкера; 3 – гайка специальная сферическая



Рис. 4 - Состояние клинораспорной анкерной крепи после взрывания шпуровых зарядов

ки и для поддержания функции несущей способности.

Из огромного количества анкеров исходя из простоты конструкции, времени установки, высокой надежности поддержания кровли выработки предпочтительны беззамковые анкеры, получаемые из тонкостенных трубок.

В 2012-2014 г. на Шерегешском руднике проведены промышленные испытания трубчатых самозакрепляющихся анкеров (ТСА) и анкеров трубчатых фрикционных (АТФ). Эти анкеры размещают и закрепляют в массиве путем изменения диаметра трубки в момент установки. Массив при этом поддерживается силой трения между анкером и стенкой шпура, время установки таких анкеров равно 5-7 минутам а несущая способность достигает 500 кН непосредственно после установки [4].

Недостаток трубчатых анкеров заключается в несоответствии величин радиальных распорных усилий и осевой несущей способности. При изготовлении трубчатых анкеров из качественных сталей, обеспечивающих достаточное радиальное распорное усилие, направления растяжения в трубчатом стержне очень малы, что приводит к неоправданно большому расходу дорогостоящего металла. И, наоборот, при изготовлении тонкостенных трубчатых стержней с продольной щелью по всей длине радиальные распорные усилия невелики, что требует уменьшения расстояния между шпурами для увеличения несущей способности породного свода, закрепленного анкерной крепью [5].

Сотрудниками кафедры СПСШ разработана новая конструкция трубчатого анкера фрикционного типа (рис. 5).

Трубчатый анкер фрикционного типа устанавливается следующим образом.

Наружный трубчатый стержень 2, диаметр которого несколько больше шпура 1 с небольшим усилием вдавливается в шпур 1 без разрушения его стенок до поджатия кольцевым упором 5 к поверхности кровли выработки. Продольная щель 4 трубчатого стержня 2 незначительно смыкается.

Действующие при этом распорные усилия достаточны для удержания в шпуре 1 анкера и элементов крепления выработки (шайбы, сетки, верха и т.п.), которые на чертеже не показаны.

Затем внутрь трубчатого стержня 2 вдавливают (вбивают) неизвлекаемый распорный трубчатый стержень 3, с такой же продольной щелью.

Поскольку диаметр распорного трубчатого стержня 3 меньше внутреннего диаметра трубчатого стержня 2, то возникающие при внедрении распорного трубчатого стержня 3 радиальные распорные усилия, передаваемые через тонкие стенки трубчатого стержня 2 на стенки шпура 1 огромны по величине, но усилия внедрения распорного трубчатого стержня 3 незначительны по величине из-за относительно малого по величине

коэффициента трения металла по металлу [6].

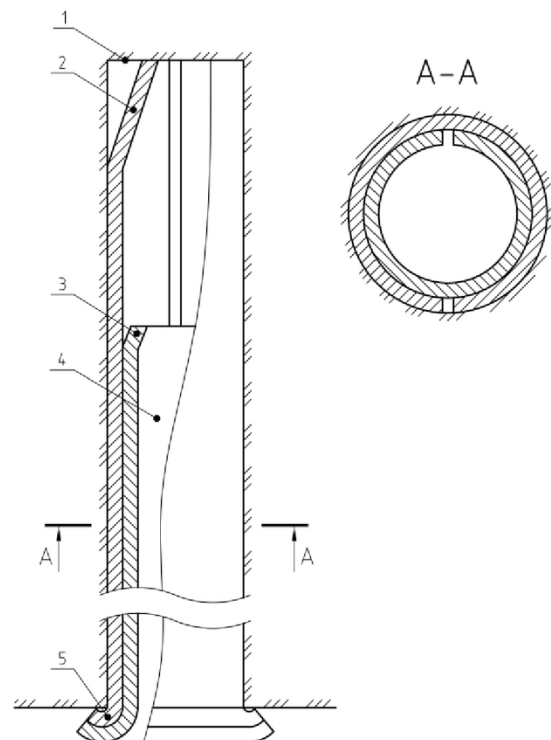


Рис. 5 - Трубчатый анкер фрикционного действия: 1 – шпур; 2 – наружный трубчатый стержень; 3 – неизвлекаемый распорный трубчатый стержень; 4 – продольная щель; 5 – кольцевой упор

Таким образом, достигается надежное закрепление головки анкера в крепких слоях породы без увеличения длины анкера.

Технология крепления горных выработок с помощью трубчатых анкеров фрикционного действия в крепких удароопасных горных породах рудных шахт выполняется в следующем порядке.

После отгрузки горной массы от взрывания шпуров предыдущего цикла в первую очередь пробуривают шпуры и устанавливают 3-4 ряда фрикционных анкеров, первый ряд из которых примыкает вплотную к плоскости забоя. Конструкция фрикционных анкеров после их установки создает распорные усилия на окружающую горную породу по всей площади боковой поверхности фрикционного анкера, за счет чего происходит сдавливание и предотвращение дальнейшего развития имеющихся трещин в породном массиве после взрыва комплекта шпуровых зарядов ВВ.

После установки анкеров приступают к бурению комплекта шпуров в забое выработки, их заряданию и взрыванию зарядов ВВ.

После взрыва зарядов ВВ в забое в кровле выработки образуется дополнительная система трещин в зоне торцевых частей анкеров происходит ослабление их распирающего действия на приконтурные участки породного массива. Для исключения такого явления производится развальцовка

торчевых частей анкеров путем установки в них неизвлекаемого трубчатого стержня 3, что обеспечивает восстановление распирающего воздействия фрикционных анкеров на приконтурные участки породного массива и повышает их несущую способность и сопротивляемость возможным геодинамическим проявлениям.

Затем, во вновь обнаженном после взрывания комплекта шпуровых зарядов ВВ пространстве и отгрузки взорванной горной массы в кровле выработки пробуривают шпуры и устанавливают следующую партию фрикционных анкеров вплотную к плоскости забоя.

Для поддержания горных выработок с длительным сроком эксплуатации в зависимости от их назначения и рекомендации [3] с помощью

неизвлекаемых распорных трубчатых стержней к установленным анкерам крепиться металлическая сетка и наносится торкрет-бетон или фибро торкрет-бетон.

Разработанная технология крепления горных выработок позволяет обеспечить высокую интенсивность и безопасность подготовительно-нарезных работ в удароопасных условиях.

Простота конструкции анкеров фрикционного типа и распирающих устройств позволяет осуществлять их установку с помощью серийно выпускаемых высокопроизводительных анкероустановщиков и существенно повысить безопасность работ, что, в конечном итоге, повышает эффективность проходки горных выработок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инструкция по безопасному ведению горных работ на рудных и нерудных месторождениях, объектах строительства подземных сооружений, склонных и опасных по горным ударам (РД 06-329-99) Москва, ГПНТЦ по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России, 2000 г.
2. Копытов А. И. Оработка участка «Подрусловый» Шерегешевского месторождения в условиях удароопасности /А. И. Копытов, В. И. Башков // Вестник Кузбасского государственного технического университета, – 2015. № 5. – С. 57-52.
3. Копытов А. И. Методическое руководство по креплению горных выработок и наблюдению за состоянием крепи на рудниках ОАО «Евразруда» / А. И. Копытов, А. А. Еременко, В. В. Першин, Г. К. Клюкин и др. // Кемерово, Новокузнецк, – 2013, – С. 187.
4. Пат. 137903 Российская Федерация, МПК Е 21 D. Анкер для крепления горных выработок / Копытов А. И., заявитель и патентообладатель Кузбасский государственный технический университет. - № 2013135570; заявл. 29.07.2013; опубл. 27.02.2014, Бюл. №6.
5. Копытов А. И. разработка технологии крепления горных выработок трубчатыми анкерами в условиях Шерегешского рудника ОАО «Евразруда» / А. И. Копытов, Ю. А. Масаев, В. Ю. Масаев // ТЭК и ресурсы Кузбасса, – 2012. № 3(62). – С. 9-14.
6. Пат. 124310 Российская Федерация, МПК Е 21 D 21/00. Трубчатый анкер фрикционного типа/ Копытов А. И., заявитель и патентообладатель Кузбасский государственный технический университет. - № 2012117494; заявл. 26.04.2012; опубл. 20.01.2013., Бюл. №2.

REFERENCES

1. Instructions for safe mining operations at ore and non-metallic deposits, objects of construction of underground structures, prone and dangerous mountain blows (RD 06-329-99) Moscow, GPNTS for industrial safety of Gosgortekhnadzor of Russia, 2000.
2. Kopytov A. I. Working out the plot of "Underflow" Sheregeshskoe deposits in conditions of rockburst hazard / A. I. Kopytov, V. I. Bashkov // Bulletin of the Kuzbass state technical University. 2015. No. 5. – pp. 57-52.
3. Kopytov A. I. Methodological guidance on the fixing of mine workings and monitoring of supports in mines of JSC "Evrazruda" / A. I. Kopytov, A. A. Eremenko, V. V. Pershin, G. K. Klyukin, etc. // Kemerovo, Novokuznetsk, – 2013, – p. 187.
4. Pat. 137903 Russian Federation, IPC E 21 D. Providing an anchor for supporting mine workings / Kopytov A. I., Applicant and patentee of the Kuzbass state technical University. No 2013135570; Appl. 29.07.2013; publ. 27.02.2014, bull. No. 6.
5. Kopytov A. I. Development of technology on installation of mining tubular anchors in conditions of the Sheregesh Deposit mine JSC "Evrazruda" / A. I. Kopytov, Yu. A. Maasai, Y. V. Masai, // The energy and resources of Kuzbass, – 2012. № 3 (62). – pp. 9-14.
6. Pat. 124310 Russian Federation, IPC E 21 D 21/00. Tubular anchor friction type / Kopytov A. I., Applicant and patentee of the Kuzbass State Technical University. No 2012117494; Appl. 26.04.2012; publ. 20.01.2013., Bull. No. 2.

Поступило в редакцию 14.09.2017