УДК 622.284

Ю.Н.АНТОНОВ, *канд. техн. наук, ассистент, pirs_1984@mail.ru*
В.Ю.СИНЕГУБОВ, *аспирант, slavjanntil@rambler.ru*
Санкт-Петербургский государственный горный институт (*технический университет*)

Y.N.ANTONOV, *PhD in eng. sc., assistant lecturer, pirs_1984@mail.ru*
V.Y.SINEGUBOV, *post-graduate student, slavjanntil@rambler.ru*
Saint Petersburg State Mining Institute (*Technical University*)

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ УПРОЧНЯЮЩЕЙ КРЕПИ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК В РУДНОМ МАССИВЕ ЯКОВЛЕВСКОГО РУДНИКА

Представлено обоснование конструкций упрочняющей крепи выработок защитного перекрытия над участком первоочередной выемки богатых руд Яковлевского месторождения. Проанализирован опыт крепления выработок рудника поддерживающей крепью типа КМП-А3. Предложена упрочняющая крепь из анкеров с затяжкой рудного обнажения, оптимально сочетающаяся с проходкой выработок комбайном и их закладкой твердеющей смесью (бетоном).

Ключевые слова: упрочняющая крепь, поддерживающая крепь, защитное перекрытие, выемка, руда, месторождение, анкер, затяжка, рудное обнажение, проходка, твердеющая смесь.

THE SUBSTANTIATION OF REINFORCING SUPPORT OF PREPARATION MINES IN THE ORE MASSIVE OF THE YAKOVLEVSKIY DEPOSIT

The paper justifies a design of reinforcing mine support of the protective roof at the priority high-grade ore mining site of the Yakovlevskiy deposit. Experience of mine roadway support with the KMP-A3 standing support has been analyzed. A reinforcing support is offered consisting of rock bolts back bracing the ore exposure, which best fits with continuous miner roadheading and consolidating stowing (concrete).

Key words: reinforcing mine support, standing support, protective roof, mining site, ore, deposit, rock bolts, back bracing, ore exposure, continuous, consolidating stowing.

Освоение Яковлевского месторождения затянулось на многие годы не только по экономическим, но и по геотехническим причинам. Сложное по генезису, изменчивое по текстурным особенностям и физико-механическим свойствам рудное тело, большая глубина, мощная (400-500 м) толща четвертичных отложений с водоносными горизонтами обусловили уникальность месторождения и невозможность

применения апробированных на других месторождениях систем разработки.

Предлагаемая для отработки шахтного поля Яковлевского рудника сплошная система разработки с нисходящим порядком выемки слоев, комбайновой отбойкой руды и литой твердеющей закладкой является, как показывает мировой опыт, одной из самых универсальных в весьма сложных условиях ведения горных работ.

Предварительное сооружение защитного перекрытия (ниже предохранительного целика под водоносным комплексом) позволяет практически все остальные этажи разрабатывать под искусственной кровлей с производительностью в 2 раза выше, чем при выемке защитного слоя с креплением.

На современном этапе строительства рудника основной задачей горно-проходческих работ является строительство защитного перекрытия, которое представляет собой систему параллельных выработок, заложенных бетоном. Работы ведутся комбайновым и буровзрывным способами. Как правило, выработки проходят через одну с оставлением разделительных целиков различной ширины, бетонируют их, а дальше проходят выработки второй очереди вприсечку к бетонной закладке.

С учетом ограниченного объема информации о состоянии рудного массива, в качестве основного вида крепи очистных заходок защитного перекрытия в рыхлых рудах рекомендуется арочная металлическая трехзвенная податливая крепь типа КМП-А3 с качественной и плотной забутовкой пустот за крепью.

При проходке отдельных выработок первой очереди применяемая технология проходки дает приемлемый результат. При проходке выработок вприсечку сказывается несовершенство этой технологии. Возникают аварийно-опасные ситуации. Например, при проходке очистной заходки по рудному целику вприсечку к бетонной закладке 4 февраля 2009 г. произошел вывал руды, погиб машинист комбайна. Авария показала, что применяемая технология проходки и крепления не обеспечивает устойчивое состояние выработок и безопасность работы в забое.

Основным недостатком технологии с креплением выработок защитного перекрытия крепью КМП-А3 является большая площадь породных обнажений из-за больших переборов руды при проходке (по замерам, средние по контуру переборы составляют 0,27 м) и неполной закладки выработок бетоном («недозаклада»). Проектом предусмотрена тщательная забутовка закрепного пространства, которая должна решить проблему удержания породных обнажений большой площади. Однако из-за отсутствия контроля, трудоемкости и дороговизны на практике качество забутовки выработок трудно назвать даже удовлетворительным. Иногда забутовка просто отсутствует.

При проходке очистной заходки вприсечку к бетонной закладке (рис.1) закладочный бетон 1 хорошо закрепляет бока выработки, но закрепное пространство в своде полностью не заполняется из-за «недозаклада» 2 и переборов за крепью КМП-А3 3. При проходке выработки вприсечку, за счет большой площади суммарного обнажения над выработками, образуется зона разуплотненной руды 4, высотой 4,3 м. Возникает вероятность, что произойдет вывал и «раздавит» крепь.

Для обеспечения безопасных условий проходки очистных заходок необходимо создать условия более полной закладки бетоном всего сечения выработок. Решение видится в применении анкерной крепи с эффективной затяжкой рудного контура в

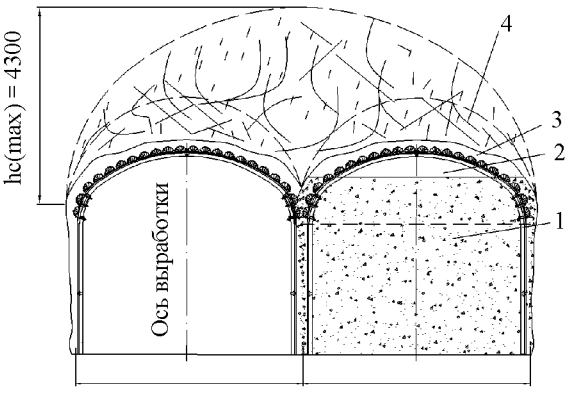


Рис.1. Проходка очистной заходки вприсечку к бетонному целику с креплением КМП-А3

промежутках между анкерами. В выработках Яковлевского рудника были предприняты попытки применить железобетонные, сталеполимерные и трубчатые гидрораспорные анкеры.

Эксперименты, проведенные в опытных выработках, показали, что железобетонные анкеры из-за набора прочности только через 12-24 ч и низкой прочности закрепления анкеров в рыхлой руде, не превышающей 8 кН, не могут обеспечить устойчивость рудного обнажения.

Сталеполимерные анкеры формируют систему «крепь – массив» сразу после установки, но в рыхлых и полурыхлых рудах они неэффективны из-за слабого сцепления полимербетона с рудным массивом. Использование сталеполимерных анкеров сдерживает также их относительно высокая стоимость.

Трубчатые гидрораспорные анкеры (ТГРШ) имеют высокую (более 60 кН) прочность закрепления в массиве прочных и слабых пород и руд за счет плотного контакта трубы со стенками шпура, вступает в работу практически мгновенно и отличается от других конструкций анкерной крепи высокой технологичностью установки*. Положительный опыт эксплуатации выработок с анкерами «Swellex» на Яковлевском руднике позволяет рекомендовать ТГРШ к применению в рыхлых и средней плотности железно-слюдково-мартитовых рудах («синьках») для крепления выработок защитного перекрытия, подлежащих закладке в течение 1-2 мес.

Следует также обратить внимание на предложенные ОАО «ВостНИГРИ» сталеорганные анкеры**. Сталеорганный анкер представляют собой стержень из периодического профиля диаметром 20 мм со скошенным срезом на забойном конце, забитый в деревянные пробки, заложенные в забой шпура. Основное преимущество таких анкеров – низкая стоимость. Возможность их применения в очистных заходах с коротким сроком службы требует тщательной разработки и проверки на опытных выработках.

Одним из видов анкеров, пригодных для крепления в рыхлых железно-слюдково-мартитовых рудах, являются анкеры типа «Сплит-Сет». По характеру работы с массивом они аналогичны гидрораспорным анкерам: прочность закрепления анкеров (предположительно сравнимая с прочностью закрепления анкеров ТГРШ) в массиве пород и руд обеспечивается плотным контактом анкера со стенками шпура за счет упругого распора по всей глубине шпура. Анкеры «Сплит-Сет» выгодно отличаются от гидрораспорных анкеров простотой конструкции, меньшей стоимостью и несложной, не требующей специального оборудования, технологией установки. В отечественной практике горных работ имеется пока ограниченный опыт применения анкеров этого типа, но мировой опыт и положительные стороны технологии крепления позволяют считать анкеры «Сплит-Сет» перспективным видом крепи для Яковлевского рудника.

Анкер «Сплит-Сет» представляет собой трубу наружным диаметром 45 мм с продольной, по всей длине анкера, прорезью шириной 12 мм. Глубинный конец заострен для снижения сопротивления анкера при забивке в шпур. На контурный конец анкера приваривается кольцо, предназначенное для повышения стойкости анкера при забивке и для удержания на нем опорной плитки сферической формы, из листа толщиной 5 мм с отверстием под анкер диаметром 48 мм (рис.2, *а*, *б*).

Перспективы применения в рыхлых рудах анкеров «Сплит-Сет», как и анкеров «Swellex», зависят от конструкции затяжки промежутков между анкерами. Использование в качестве затяжки сварных сеток из-за просыпания и отслаивания руды неэффективно. Затяжка играет роль не элемента несущей конструкции, а предохранительной

---

* *Пахалуев В.Ф.* Перспективы применения анкерной крепи в рудных выработках Яковлевского рудника / В.Ф.Пахалуев, Ю.Н.Огородников, А.Б.Максимов // Зап. Горного института. 2006. Т. 168. С. 181-183.

Pahaluev V.F., Ogorodnikov Y.N., Maximov A.B. The application prospects of the anchors lining in condition of Jakovlevsky deposit's ore minings. The Proceedings of the Mining Institute. 2006. V.168. P.181-183.

** ТУ 3142-001-58163333-07. Крепь штанговая сталеорганная (анкерная) ОАО «ВостНИГРИ». Новокузнецк, 2007 г. 7 с.

ТС 3142-001-58163333-07. The support consisting of rock bolts steelorganic / OS «VostNIGRI». Novokuznetzk, 2007. 7 p.

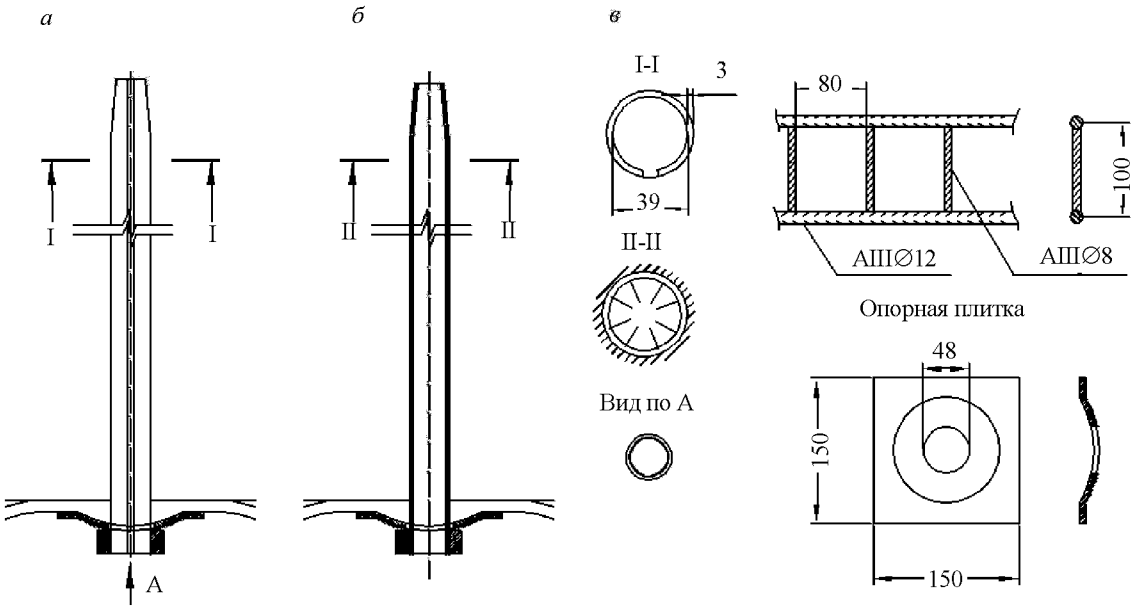


Рис.2. Конструкция крепи: *а* – анкер; *б* – анкер, забитый в шпур; *в* – гибкий подхват

крепи, страхующей рабочих от локальных вывалов. При крупных вывалах решетка обрывается в узлах крепления к анкерам.

Более рациональный и надежный способ – деревянная затяжка, удерживаемая с помощью гибкого подхвата (рис.2, *в*), закрепленного на анкерах, с последующей забутовкой закрепного пространства.

Шпуры под анкеры бурят перфораторами ПП-63В и ПТ-48 коронками диаметром 40-41 мм по сетке размещения анкеров, установленной паспортом крепления.

Анкер «Сплит-Сет» забивается в шпур тем же перфоратором, который использовался при бурении. Вместо буровой штанги на перфораторе крепится переходник, снабженный стандартным хвостиком под патрон перфоратора. Перфоратор, переходник и анкер в комплекте с опорной плиткой устанавливаются в выработке соосно с осью шпура. Анкер забивается до упора подхвата и опорной плитки в породу, поверхность которой выравнивается вокруг устья шпура.

Рассмотрим схему проходки очистной заходки вприсечку к бетонной закладке 1 с использованием анкерной крепи «Сплит-Сет» (рис.3). Из-за отсутствия информации о размерах зоны разуплотненной среды 4 для крепления выработок, пройденных вприсечку к бетонной закладке, предлагается использовать анкеры увеличенной длины (2,2 м).

Из-за уменьшения пустот за контуром затяжки 3 объемы забутовки при такой технологии резко сокращаются, ее качество улучшается, трудоемкость работ уменьшается. Также уменьшается «недозаклад» 2.

Достигается главное условие устойчивости рудной потолочины – уменьшается объем пустот над бетонным перекрытием. Нагрузки более равномерно распределяются по контуру выработки, уменьшается площадь обнажения и увеличивается скорость проходки по сравнению с применяемой технологией.

При проходке выработок второй очереди по целику между бетонными полосами бока закрепляют закладочным бетоном. В качестве прочных опор полуарок свода рационально

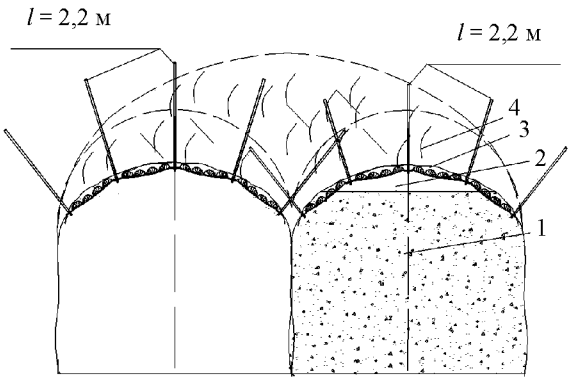


Рис.3. Проходка очистной заходки вприсечку к бетонному целику с анкерным креплением «Сплит-Сет»

использовать бетон смежных заходок. Полуарка из спецпрофиля СВП-22 опирается на закладочный бетон с двух сторон. Затяжка и забутовка выполняются обычным способом. При необходимости при установке полуарки можно подбутить закрепное пространство в кровле выработок первой очереди.

Область применения анкерной крепи «Сплит-Сет» с подхватами и затяжкой на Яковлевском руднике должна уточняться путем опытно-промышленных испытаний при проходке ортов защитного перекрытия по прослойкам плотных руд, железно-слюдковых кварцитов и межрудных сланцев. При положительном результате данный вид анкеров может полностью заменить арочную крепь КМП-А3 для крепления очистных заходок, что даст значительный экономический и технологический эффект, а главное повысит безопасность ведения работ.

Научный руководитель д-р техн. наук, профессор *Ю.Н.Огородников*