

УДК 622.28

Прокопов А.Ю., д.т.н., проф. каф. ППГССМ, Михалко И.В., студ., Шахтинский институт (филиал) ЮРГТУ(НПИ), г. Шахты, Россия

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КРЕПЛЕНИЯ ВЫРАБОТОК В СЛОЖНЫХ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ШАХТЫ «ДЕСЯТИЛЕТИЯ НЕЗАВИСИМОСТИ КАЗАХСТАНА» ДОНСКОГО ГОКА ОАО «ТНК «КАЗХРОМ»

Донской горно-обогатительный комбинат – филиал ОАО «ТНК «Казхром» – предприятие по добыче и обогащению хромовых руд, расположен в западном Казахстане в северной части Мугалжарских гор на базе группы Южно-Кемпирсайских месторождений хромитовых руд, которые по подтвержденным запасам занимают второе место в мире, а по высокому качеству не имеют аналогов в мире. В составе Донского ГОКа 25 структурных подразделений с численностью 7700 человек, в том числе 5 основных товаропроизводящих цехов: шахта «Молодежная», шахта «Десятилетия независимости Казахстана» (ДНК), рудник «Донской» с двумя карьерами, ДОФ-1 и ДОФ-2.

В структуре запасов хромовых руд на 1 января 2010 г. 92,8% пригодно для подземного способа добычи. В связи с сокращением запасов богатых хромовых руд в верхних частях месторождения, комбинат ведет интенсивное строительство шахт.

Добыча руды на шахте ДНК строится на базе месторождений «Алмаз-Жемчужина», «Миллионное», «Первомайское № и №21. Поле шахты вскрыто 4 стволами: клетевым, скипо-клетевым, вентиляционным и вспомогательным. Ввод шахты в эксплуатацию предусмотрен в 2 очереди, каждая мощностью 2 млн. руды в год. Первая экспериментальная очередь шахты мощностью 100 тыс. т руды в год была сдана в 1999 г., а в 2001 г. она введена на полную мощность в 2 млн. т. В 2003 г. началось строительство второй очереди.

Проходка горизонтальных выработок ведется буровзрывным способом, а восстающие проходят с помощью комбайнов 2КВ и «Робинс». Все горизонтальные капитальные выработки крепятся металлическими арками из спецпрофиля СВП-22 или СВП-27 с шагом 0,5 – 1 м, а ходовые восстающие армируют сборными металлическими секциями с лестничным отделением.

Скальный массив шахтного поля шахты ДНК характеризуется значительной структурной и механической неоднородностью. В первую очередь это проявляется в его значительной тектонической нарушенности. В породах присутствует заполнитель трещин – материал талько-сланцевого состава (флагопит, хлорит, тальк, хризотил, каолин, серпентин, серпофит) [1].

При проходке в сложных горно-геологических условиях (сильнотрещиноватых серпентинитах) участка грузового квершлага гор. -480 м и 8-го съезда за период с октября 2010 по февраль 2011 г. произошло 13 вывалов. Кроме того, наблюдалось пучение почвы (рис. 1, а) и неустойчивое состояние забоев, приводящее к расслоению и обрушению пород из забоя (рис. 1, б), что существенно затрудняло ведение горнопроходческих работ и повышало риск травмирования проходчиков.

В феврале 2011 г. оба вышеупомянутых забоя были остановлены до принятия дополнительных мер. Для усиления крепи и повышения устойчивости массива Донским ГОКом на неустойчивых участках были предложены и реализованы следующие технические решения:

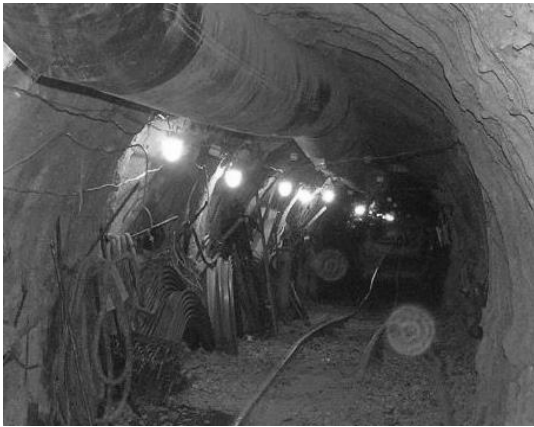
- по контуру выработки пробурены шпуры, в которые вставлены стержни из арматуры периодического профиля, опирающиеся на последнюю раму постоянной арочной крепи (рис. 2, а);
- в кровлю выработки пробурены под углом 2 тампонажные скважины и через

кондукторы произведено нагнетание цементного раствора (рис. 2, б);

– при подходе к неустойчивому участку шаг постоянной рамной крепи снижен сначала до 0,5, а затем до 0,25 м (рис. 2, в);

– возведение набрызгбетонной крепи поверх установленной податливой арочной крепи (рис. 2, г);

– временное анкерное крепление забоя выработки.



а)



б)

Рис. 1. Проявления горного давления на шахте ДНК:

а – пучение почвы в грузовом квершлаге гор.-480 м, б – вывал в забое 8-го съезда 3.02.2011 г.



а)



б)



в)



г)

Рис. 2. Мероприятия по повышению устойчивости, принятые Донским ГОКом:

а – установка стержней, б – цементация пород кровли;

в – уменьшение шага рамной крепи; г – набрызгбетонирование рамной крепи

Принятые меры в некоторой степени повысили устойчивость выработок, но являются,

на наш взгляд недостаточно эффективными по следующим причинам:

- стержни арматуры, вставленные в пробуренные шпуры, не работают, как анкеры, а только частично передают нагрузку, как консоли, от неустойчивых пород, находящихся в кровле будущих заходок, на 2 первые от забоя рамы постоянной крепи;
- нагнетание цементного раствора через 2 скважины, образует в кровле выработки 2 области упрочненного массива, никак не связанные с арматурными стержнями и не образующие с ними единой железобетонной конструкции, т.е. арматура и бетон работают независимо друг от друга, что на порядок снижает эффективность работы бетона при действии растягивающих нагрузок, характерных для кровли;
- набрызгбетонирование поверх арочной крепи полностью лишает ее конструкцию податливости, что неизбежно приведет к росту напряжений в крепи.

Для повышения устойчивости выработок в описанных условиях специалистами Шахтинского института (филиала) ЮРГТУ(НПИ) было предложено Донскому ГОКу выполнить опережающее упрочнение приконтурного массива с помощью инъекционных анкеров (рис. 3), которые создают в кровле будущей выработки сплошной железобетонный «зонтик», предохраняющий выработку от обрушения неустойчивых трещиноватых пород [2].

Альтернативным вариантом может быть опережающее упрочнение выработки по технологии компании Minova с применением для упрочнения массива полиуретановых смол (рис. 4).

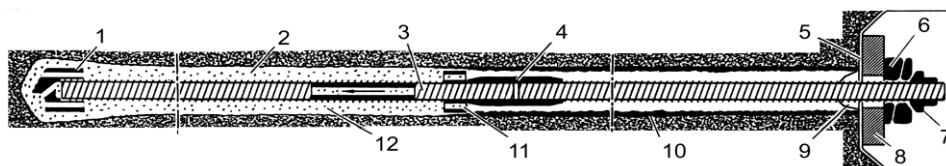


Рис. 3. Схема установки инъекционного анкера: 1 – крестообразная коронка с направляющей трубой; 2 – впрессовываемое тело; 3 – винтовая арматура; 4 – соединительная гайка; 5 – шпунтовая стенка; 6 – две клиновидные шайбы; 7 – гайка с фланцем; 8 – пластина для распределения нагрузки; 9 – пакер; 10 – корж; 11 – распорка; 12 – цементный камень.

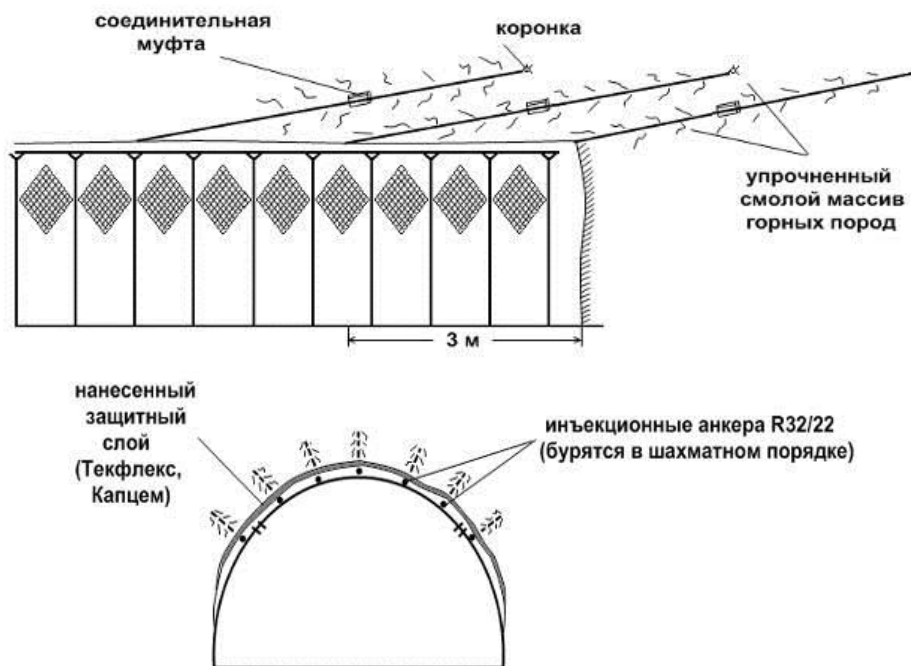


Рис. 4. Опережающее упрочнение пород по технологии Minova [3]

В обоих вариантах в кровлю выработки под углом 20° к горизонту бурятся шпуры, при этом полая буровая штанга остается в шпуре и выполняет затем роль анкера-инъектора.

При бурении шпуров длиной 3 – 6 м штанги могут наращиваться с помощью соединительных муфт. После бурения шпура его устье герметизируется пакерующим устройством и производится нагнетание тампонажного раствора (полимерного состава). При соответствующем давлении нагнетания состав заполняет трещины, образуя замкнутый упрочненный массив пород, «сшитый» стержнями анкеро-инъекторов. Таким образом, формируется упрочненный массив, работающий, как единая несущая железобетонная конструкция, одинаково хороша воспринимающая, как сжимающие, так и растягивающие нагрузки со стороны пород кровли и боков выработки.

Для снижения воздействий на породу со стороны атмосферы выработки и повышения устойчивости контура выработки, может производиться покрытие кровли и стен путем набрызга твердеющим составом типа полимерного покрытия Текфлекс или цементной смеси Капцем и т.п.

Предложенная технология обладает следующими достоинствами:

- за счет применения инъекционных анкеров производится химическое упрочнение массива (смолой Беведол-Беведан) на 6 м;
- за счет химического упрочнения породного массива и проклеенных анкеров повышается уровень безопасности труда при возведении металлоарочной крепи;
- за счет применения полимерного покрытия Текфлекс или цементной смеси Капцем исключается влияние рудничной атмосферы на разрушающие свойства горных пород;
- наличие опережающего упрочненного массива на длине не менее 3м позволит обеспечить его устойчивость.

Для повышения технико-экономической эффективности и безопасности горнопроходческих работ Донскому ГОКу рекомендовано также внедрение следующих мероприятий:

- механизировать процесс бурения, что позволит осуществить внедрение элементов контурного или «щадящего» взрывания;
- производить своевременное и качественное заполнение закрепного пространства (забутовку), создавая тем самым единую несущую конструкцию «крепь – массив», позволяющую исключить формирование и развитие процесса вывалообразования в приконтуром массиве;
- проведение горных выработок необходимо проводить с определением и районированием трасс проведения выработок с применением геофизических методов прогноза;
- в сложных горно-геологических условиях проходку необходимо осуществлять с предварительным упрочнением приконтурного массива на глубину 6 – 10 м по одной из вышеописанных технологий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Третьяк А.В.** Информационный обзор существующих горно-геологических, геомеханических и горнотехнических условий отработки месторождений на шахтах Донского ГОКА. – Доклад на заседании Круглого стола «Внедрение передовых технологий по проходке горизонтальных горных выработок в сложных горно-геологических условиях. Выбор и обоснование оптимального типа крепи горизонтальных горных выработок с учетом конкретных горно-геологических условий хромитовых месторождений Донского ГОКа (Казахстан), г. Хромтау, 21-25 февраля 2011 г.
2. **Прокопов А.Ю.** Обоснование эффективных ресурсосберегающих способов крепления капитальных горных выработок – Там же.
3. **Оленченко П.П.** Предложения ТОО СП «Минова Казахстан» по повышению прочностных характеристик вмещающих выработку горных пород – Там же.