

3. **Перегудов В.В.** Повышение качества взрывной подготовки горной массы в железорудных карьерах// Качество минерального сырья: Сб. научн. трудов. –Кривой Рог. -2008. –С. 185-189.

4. **Перегудов В.В.** Вплив вибухової дії на фізико-технологічні властивості залізородної сировини//Вісник Криворізького технічного університету. –2008. -№ 21. –С. 24–27.

5. **Перегудов В.В.** Влияние параметров буровзрывных работ на последующие процессы переработки железорудного сырья в условиях ОАО «Северный ГОК»// Материалы Международной научно-практической конференции «Форум горняков - 2010». –Днепропетровск. -2010. –С. 112-117.

УДК 622.26

С.О. ПОПОВ, д-р техн. наук., А.С. ГРОМАДСКИЙ, д-р техн. наук, проф., В.А. НОВИК, гл. механик ЗАО «ЗЖРК», аспирант, Д.И. КУЗЬМЕНКО, аспирант, Криворожский технический университет

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ БУРОВЫХ РАБОТ ПРИ ПРОХОДКЕ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ПО ЖЕЛЕЗИСТЫМ КВАРЦИТАМ, С УЧЕТОМ СКОРОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК БУРЕНИЯ ШПУРОВ

Приведена методика определения параметров буровзрывных работ при проходке горных выработок по железистым кварцитам.

Приведена методика визначення параметрів буропідричних робіт при проходці гірничих вироблень по залізистих кварцитах.

Проблема и её связь с научными и практическими задачами. В настоящее время Украина является одним из наиболее крупных поставщиков товарных видов железорудного сырья на мировой рынок. До 70 % этих сырьевых ресурсов добывается в Криворожском железорудном бассейне.

Разработка месторождений этого бассейна на протяжении более чем 120 лет привела к тому, что все его основные горнодобывающие предприятия достигли больших глубин, которые существенно осложнили разработку.

Особо сложные условия сложились на железорудных шахтах. В настоящее время добычные работы почти на всех шахтах бассейна ведутся на глубинах 1300–1400 м, что привело к значительному техногенному нарушению естественного геомеханического состояния недр. Транспортные системы шахт имеют большую протяженность. Подъем руды на поверхность значительно усложнился с глубин близких пределу первой ступени вскрытия месторождений порядка 1600-1700 м.

Все это привело к существенному возрастанию себестоимости добычи руд и поставило шахты в сложное экономическое положение.

В этих условиях одним из перспективных направлений обеспечения дальнейшего функционирования шахт Криворожского бассейна и поддержания их производственной мощности является вовлечение в разработку запасов особых разновидностей железосодержащих пород – железистых кварцитов.

В настоящее время в пределах шахтных полей подземных рудников разведаны значительные запасы таких руд. Относительно небольшие глубины залегания этих запасов (200-400 м от поверхности) и уже существующая инфраструктура шахт позволяет рассматривать эти запасы как потенциальные сырьевые ресурсы. Однако подземная разработка железистых кварцитов связана с рядом сложностей, которые в основном обусловлены особыми физико-механическими свойствами железистых кварцитов.

Рудные тела сложенные этими породами имеют мощность от 40-50 до 100-200 м, их протяженность составляет от 500 м до нескольких километров. При этом, железистые кварциты отличаются повышенными прочностными характеристиками: предел прочности на одноосное сжатие 90–200 МПа, на растяжение 12–23 МПа, на срез 40–60 МПа. Содержание железа от 5-6 до 38-42 % (промышленное содержание для подземной добычи 30-42 %).

Высокие прочностные характеристики железистых кварцитов существенно усложняют процесс их разрушения буровзрывным способом. Особенно это проявляется при проходке подземных горных выработок. Необходимо отметить, что при подготовке запасов рудных тел железистых кварцитов разработанные технологические схемы их выемки требуют проходки от до 500 до 1000 погонных метров выработок различного назначения на каждые 1000 т балансового запаса месторождений. При этом, их средний запас на одной шахте достигает 0,5-2,0 миллиарда тонн.

Высокие прочностные характеристики кварцитов ставят проблему обеспечения эффективности буровых работ при проходке выработок.

Анализ исследований и публикаций. В настоящее время отсутствует методика, которая позволяла бы точно определять необходимые параметры буровзрывных работ при проходке горных выработок по железистым кварцитам. Такая методика в процессе проектирования технологических схем их отработки кварцитов (добычных блоков) и (разработки паспортов проходки выработок, а также паспортов буровзрывных работ) должна учитывать все их прочностные свойства и возможные технологии выполнения проходческих работ.

На практике указанные параметры определяются экспериментальным путем уже на стадии реализации проектов отработки запасов рудных залежей, то есть путем выполнения пробных взрывов. Эффективные параметры разбуривания проходческого забоя, установленные по результатам этих взрывов могут иметь существенные отличия у разных выработок [1]. Поэтому возникают серьезные проблемы при определении стоимости проходческих работ на стадии разработки проектов их проходки.

Постановка задачи. В связи с указанным выше авторами была поставлена задача по разработке методики точного определения параметров буровзрывных работ при проходке горных выработок по кварцитам с учетом следующих требований [2]:

– продолжительность разбуривания проходческого забоя должна обеспечивать выполнение буровзрывных работ за 1 смену, что лимитируется до-

пустимой длительностью проходческого цикла в 2 смены (бурение шпуров, зарядание и взрывание шпуровых зарядов, проветривание проходческого забоя, уборка породы, крепление выработки с учетом времен выполнения всех подготовительно-вспомогательных операций);

- должна быть обеспечена достаточная уходка забоя после взрывания с коэффициентом использования шпура (КИШ) не менее чем 0,8-0,9;
- должно быть обеспечено минимальное отклонение фактического контура выработки после взрыва от проектного контура;
- степень дробления породы после взрыва должна быть достаточной для ее погрузки в транспортные сосуды для откатки без необходимости вторичного дробления.

Изложение материала и результаты. Для обеспечения выполнения всех этих требований должна быть выбрана сетка разбуривания забоя, определены ее геометрические параметры, установлено необходимое количество шпуров [3].

Наибольшее распространение на шахтах Криворожского бассейна получила сетка разбуривания проходческих забоев с клиновидным врубом, приведенная на рис. 1.

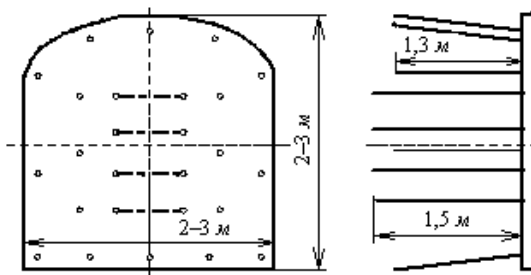


Рис. 1. Наиболее распространенная схема сетки шпуров в забое

Особенностью этой схемы является то, что как показала длительная практика ее применения в самых разных геомеханических условиях и размерах выработок, результаты взрыва при ее реализации мало зависят от самой схемы расположения шпуров, а в основном определяются их количеством, длиной шпуров и энергетическими характеристиками взрывчатого вещества.

Определить необходимые параметры буровзрывных работ при проходке горных выработок можно на основании разработки методики, основанной на учете двух критериев: необходимое разрушающее действие взрыва и допустимая продолжительность буровых работ.

Первый критерий, позволяет определить необходимое количество шпуров исходя из размещения в них взрывчатого вещества в объеме достаточном для разрушения массива породы до требуемой степени ее дробления по условиям транспортирования.

Количество шпуров N определяется из выражения зависимости

$$N = \frac{q \cdot S}{\gamma \cdot k_z}, \quad (1)$$

где q – расход взрывчатого вещества (ВВ) на 1 м^3 породы, обеспечивающий ее требуемое дробление, кг/м^3 ; S – площадь поперечного сечения выработки, м^2 ; k_z – коэффициент заполнения шпуров взрывчатым веществом, дол.ед.

Величина параметра q может быть определена практическим путем по результатам взрывания зарядов ВВ при разных физических характеристиках кварцитов (такие данные для определения значения q уже получены шахтами, по имеющемуся опыту разработки кварцитов. Однако эти данные еще не были необходимым образом статистически обработаны.

Второй критерий – это продолжительность бурения шпуров при ее ограничении по длительности смены T_c , которая лимитируется организационными факторами режима проходки выработки. Для этого критерия количество шпуров определяется из выражения

$$N = \frac{V[T_c - (T_{вс} + T_{зв})]}{L}, \quad (2)$$

где V – чистая скорость бурения, м/час. ; L – суммарная длина шпуров (врубочных, вспомогательных, оконтуривающих) может подбираться при выполнении расчета, м ; $T_{вс}$ – суммарная продолжительность всех видов подготовительных и вспомогательных операций, час (устанавливается методом хронометража); $T_{зв}$ – продолжительность операций по заряданию и взрыванию шпуров (устанавливается нормативам), час.

В выражении (2) известны методы определения и величины всех параметров кроме значения параметра V (чистая скорость бурения). Этот параметр является одним из определяющих в данном выражении и степень его влияния на результат расчета определяется прямой зависимостью N от V .

Сложность его определения состоит в том, что скорость бурения зависит многих физико-механических свойств породы, а эти свойства имеют существенные вариации даже у породы одного и того же вида. Наименее исследованы они у железистых кварцитов.

Из практики буровых работ известно, что скорость бурения шпуров зависит от комплекса физико-механических свойств породы, таких как: твердость, вязкость, хрупкость, трещиноватость. Но, наибольшее влияние (до 80 %) на скорость бурения, а точнее на характеристики сопротивления породы разрушению буровым инструментом, оказывает предел прочности породы на сжатие $\sigma_{сж}$. Поэтому в описанных далее исследованиях авторы ориентировались именно на это фактор.

Выполненные исследования показали, что величина предела прочности кварцитов на сжатие $\sigma_{сж}$ существенно зависит содержания в них железа (рис. 2). Эта зависимость с коэффициентом корреляции 0,84, описывается функцией вида

$$\sigma_{сж} = 200 - 3,571(C_{Fe} - 5) \quad (3)$$

Учитывая то, что при обработке запасов железистых кварцитов приходится проходить выработку по всем их разновидностям и при всем диапазоне содержания них железа, методика определения параметров буровзрывных работ должна учитывать это.

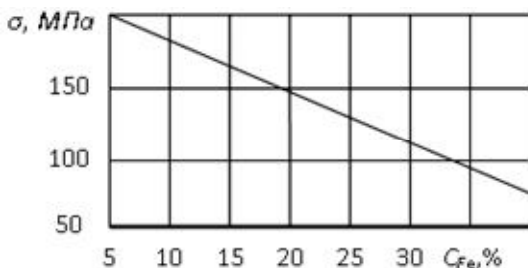


Рис. 2. График зависимости между $\sigma_{сж}$ и содержанием железа в кварцитах C_{Fe} .

Для определения чистой скорости бурения по кварцитам в промышленных условиях был проведен ряд экспериментов. Для исследований были выбраны выработки, которые на разных их участках проходили по кварцитам с разным содержанием железа и следовательно с разной величиной предела прочности на сжатие.

Для бурения применялся наиболее широко используемый перфоратор ПК 60 с энергией с удара 20 кгс/м. Бурение осуществлялось с пневмоколом. Шпуры бурились широко используемой штырьевой коронкой типа КНШ-40-25, диаметром 40 мм. Длина шпуров составляла: врубовых 1,5 м; вспомогательных и оконтуривающих 1,3 м. Разбуривание забоя осуществлялось по сетке расположения шпуров, приведенной на рис. 1.

Результаты бурения представлены на рис. 3. Анализ этой зависимости показал, что она с коэффициентом корреляции 0,84 описывается функцией вида

$$V = \sqrt{\sigma \cdot (0,3435 - 0,0161 \cdot \sigma)}. \quad (4)$$

Суммарная необходимая длина всех шпуров в забое может быть определена на основании соотношения $L=Nl$, где l – средневзвешенная длина шпуров на забой, которая определяется из выражения

$$l = (N_{ep} l_{ep} + N_{во} l_{во}) / N, \quad (5)$$

где N_{ep} – количество врубовых шпуров, шт.; l_{ep} – длина врубового шпура, м; $N_{во}$ количество вспомогательных и оконтуривающих шпуров, шт.; $l_{во}$ – длина вспомогательного и оконтуривающего шпура.

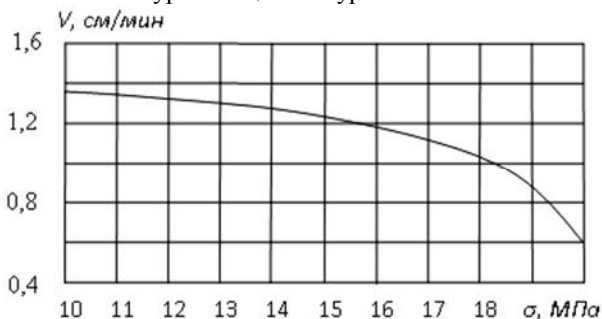


Рис. 3. Зависимость скорости бурения от предела прочности породы на сжатие

Исходя из этого и выражения (2) выводится зависимость для определения средневзвешенной длины одного шпура в забое

$$l = \frac{V[T_c - (T_{вс} + T_{зв})]}{N^2}. \quad (6)$$

Выводы и рекомендации. Из полученных зависимостей можно определить все необходимые параметры буровзрывных работ при проходке конкретной выработки сечением S , по породам с пределом прочности на сжатие σ . Эти параметры определяются по следующему алгоритму. По выражению (1) устанавливается необходимое количество шпуров по разрушающему действию взрыва. В соответствии с выражениями (3) и (4) рассчитывается чистая скорость бурения V . По выражению (5) определяется средневзвешенная длина шпуров. В соответствии со схемой сетки шпуров в забое (рис. 1) и выражению (5) выполняется распределение шпуров в забое по их группам.

Список литературы

1. **Ткачев В.А., Кочетов Е.В.** Проведение и крепление горных выработок. –М.: ИнФолио, 2009. –319 с.
2. **Покровский Н.М.** Проектирование комплексных выработок подземных сооружений, –М.: Недра, 1970. –215 с.
3. **Мельников Л.Л.** Сооружение выработок большого сечения в крепких породах. –М.: Недра, 1974. –356 с.

УДК 622.274.4

В.Н. ПУХАЛЬСКИЙ, главный инженер ВостГЭК

ПОВЫШЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИЗВЛЕЧЕНИЯ УРАНОВОЙ РУДЫ ПРИ ОТРАБОТКЕ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ ЦЕЛИКОВ

Приведены результаты исследований отработки предохранительных целиков под водоёмами. Показана возможность дополнительного вовлечения в эксплуатацию ранее законсервированных запасов урановой руды.

Наведені результати досліджень опрацювання запобіжних цілин під водоймами. Показана можливість додаткового залучення в експлуатацію раніше законсервованих запасів уранової руди.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Опыта разработки урановых месторождений под водоёмами недостаточно. Имеющиеся в литературе данные относятся в основном, к угольным месторождениям. Вместе с тем растущие потребности народного хозяйства в минеральном сырье в последние годы обеспечиваются не только путем разведки и освоения новых месторождений, но и за счет более полного извлечения сырья из существующих (действующих) месторождений и в первую очередь за счет отработки различного рода предохранительных целиков.

Постановка задачи. Повышение показателей извлечения ранее законсервированных запасов в предохранительных целиках.