

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

УДК 622.831.3 (075.8)

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ТРЕБОВАНИЙ К ГОРНОМУ ОБОРУДОВАНИЮ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ МАЛОМОЩНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ КРЕПКИХ РУД ВЫБУРИВАНИЕМ

М. В. Поздняков, К. Д. Курбанмагомедов, Ю. В. Михайлов

Московский государственный открытый университет
им. В.С. Черномырдина

В статье приведена систематизация требований к горному оборудованию для разработок маломощных залежей крепких руд. При анализе требований к буровому оборудованию, к конструкции бурового станка в качестве главных параметров оборудования выбираются диаметр расширительной шарошки и точность бурения.

Systematization of requirements to mining equipment for the development of thin hard ore deposits are described in the article. Analyzing the requirements to drilling equipment and design of the drilling rig, the diameter of the expansion cone and precision of drilling are taken as main parameters.

Ключевые слова: детальный анализ сырьевой базы; требования к буровому оборудованию; конструкция бурового станка; технология и область применения.

Keywords: detailed analysis of the raw material; requirements to drilling equipment; construction of the drilling rig; technology and applications.

Анализ горно-геологических условий разработки отечественных месторождений цветных металлов, редких земель, слюды и химического сырья показывает, что значительные запасы их расположены в тонких и маломощных месторождениях, мощность которых колеблется от 0.5...0.6 м до 1.5...3.0 м [1]. Как правило, эти месторождения представлены крепкими рудами с коэффициентом крепости по шкале М.М. Протоdjяконова от 8...10 до 14 и более.

Более 80% запасов редких земель сосредоточены в рудных залежах мощностью 0.4...0.6 м; более 55% запасов олова – в жилах мощностью от 1.8 до 2.9 м. Почти половина запасов вольфрама приурочена к маломощным рудным телам. В интервале мощности от 0.8 до 1.3 м сосредоточено 32.9% запасов металла, а в интервале от 3.3 до 3.8 м – 24.3%. Для месторождений молибдена характерно преобладание рудных тел мощностью от 0.3 до 1.3 м; с ними связано 55...60% балансового металла. Остальные запасы молибдена сосредоточены в рудных телах мощностью от 1.3 до 2.8 м. На жильных месторождениях сурьмы доминируют рудные тела мощностью от 0.8 до 1.3 м, где сосредоточено 78% металла и 84% балансовой руды. Полиметаллические жильные месторождения с мощностью рудных тел от 1.3 до 3.3 м содержат 38.6% балансовых запасов, и почти 40% запасов приходится на рудные тела мощностью 3.3...3.8 м. Мощность рудных тел жильных месторождений ртути, разрабатываемых в настоящее время и перспективных, колеблется от 0.2 до 4.5 м; более 80% запасов сосредоточено в жилах мощностью от 1.6 до 3.5 м. Половина балансовых запасов 20 месторождений флюорита сосредоточена в рудных телах мощностью 1.3...1.8 м, 28% – в интервале 0.8...2.8 м [1].

Это создает благоприятные условия для внедрения производительных вариантов систем разработки с механизацией основных и вспомогательных технологических процессов.

Для вовлечения в эксплуатацию маломощных залежей с высоким качеством извлечения из недр и производительностью необходима разработка принципиально новых технологических схем: биотехнологии, выщелачивания, применения для разрушения горных пород лазерной техники, высоконапорных водных струй, термо- и плазменного разрушения и проч. Одним из наиболее вероятных способов, обеспечивающих высокое качество извлечения полезного ископаемого из недр без присутствия людей в очистном пространстве, может стать способ выбуривания маломощных залежей скважинами большого диаметра. Однако в настоящее время в мировой практике в промышленных условиях добычные комбайны для этих целей не применяются в силу ряда причин: отсутствия детального анализа сырьевой базы, комбайнов необходимых габаритов и мощности, устойчивости и параметров разрушающих

инструментов, контрольно-измерительной аппаратуры и др. Первым шагом к созданию добычных комбайнов для извлечения полезного ископаемого является исследование опыта применения существующих буровых агрегатов и установок для бурения скважин в крепких породах [2].

Применение буровых установок для добычи крепких руд требует решения целого ряда задач: от обеспечения точности бурения и полноты извлечения руды из залежи с заданной производительностью до доставки и транспортирования рудной мелочи и обеспечения высокого качества обогатительного передела. Одной из главных проблем в горном деле в настоящее время является создание порядка ведения очистных работ, обеспечивающего точность технологии и предотвращающего опасное проявление горного давления. Кроме того, для промышленного производства добычи руды из тонких залежей комбайнами необходимо решить вопрос уменьшения габаритных размеров существующих добычных агрегатов без уменьшения, а иногда и увеличения их мощности.

Одной из важных проблем при выбурировании тонких залежей является необходимость сохранения заданного направления скважины. В настоящее время отклонение от заданного направления бурения наиболее сложных горизонтальных выработок и скважин составляет от 0.2...0.5 до 1.0...1.5%; разработаны лазерные и компьютерные установки, позволяющие осуществлять бурение с высокой степенью точности в заданном направлении. Имеются технические решения, позволяющие осуществлять направленное бурение вслед за изменяющейся гипсометрией рудного тела в различных направлениях [3, 4].

Разработка требований к типоразмерному ряду оборудования для выбурирования маломощных залежей скважинами большого диаметра обусловлена созданием новой технологии, имеющей существенные преимущества по сравнению с применяемой камерно-столбовой системой разработки для выемки тонких крепких рудных залежей.

Для составления требований к типоразмерному ряду необходимо:

- провести анализ технических данных (конструктивных решений аналогичного оборудования);
- разработать основные технические требования к новому оборудованию;
- разработать технологические схемы с применением нового оборудования;
- выполнить технико-экономическое обоснование;
- выбрать (на основе анализа условий эксплуатации) главный параметр, характеризующий технические показатели и эксплуатационные данные оборудования.

Анализ технических данных аналогичного оборудования. В настоящее время зарубежными фирмами выпускается большое количество различных типов бурового оборудования для проходки горных выработок (от горизонтальных до вертикальных) выбуриванием на полное сечение [2].

Средняя механическая скорость бурения выработок диаметром 0.5...1 м в зависимости от свойств пород, технологии бурения и конструктивных особенностей породоразрушающего инструмента изменяется от 0.5 до 5.5 м/ч. Основной парк буровых установок предназначен для бурения восстающих с углом наклона более 45° и диаметром от 0.5 до 2.5 м. К таким установкам относятся: Роббинс, Ингерсолл-Ренд, Дрессер, Кеннаметалл, Калвелд, Собтеррайнер, Джарва (США); Вирт, Турмаг (Германия); Тамрок (Рино) (Финляндия); Кокен (Япония); «Стрела-77», 1КВ, УВВ-1,25, БГА-4В, Б68, УВВ-600, 2КВ (Россия) [3–5].

Анализ зарубежной практики проходки выработок на полное сечение буровым способом показал, что после незначительной модификации и конструктивных изменений (не изменяя основных технологических параметров) эти станки могут быть применены для выемки тонких крепких руд выбуриванием скважинами большого диаметра.

Для контроля за направлением бурения применяют устройства с выводом на дисплей. Устройство имеет обратную связь с буровым инструментом и через автоматические направляющие влияет на направление бурения. Эти системы прошли испытания на шахтах Бельгии.

Из отечественного оборудования ближе всего подходят буровые установки 1КВ1 и 2КВ и их модификации, а также установки для бурения скважин типа БГА, Б68Ж и «Стрела-77». Однако установки типа КВ громоздки и не приспособлены для бурения пологих скважин, а установки типа БГА предназначены для бурения скважин в рудах крепостью $f = 6...8$ по шкале М.М. Протоdjаконова, т.е. и те и другие требуют существенных конструктивных изменений.

Требования к буровому оборудованию. Буровое оборудование для выбурирования маломощных рудных залежей должно состоять из следующих основных узлов: буровой агрегат; манипулятор для подачи буровых штанг; буровой став с шарошками; устройство для стабилизации бурового става; средство для передвижения бурового агрегата; средство для транспорти-

ровки бурового става; пульт управления буровым агрегатом; устройство для сбора и доставки бурового шлама.

Конструкция бурового станка должна обеспечивать:

- бурение скважин диаметром от 200...250 мм до 1000...1200 мм, в породах крепостью до 14...16 по шкале М.М. Протоdjяконова;
- достаточную производительность и крупность фракции;
- организацию циклично-поточной и поточной технологии;
- бурение из выработок размерами не более: высотой 2.7...3.0 м, шириной 3.5...3.7 м;
- монтаж основных частей на самоходных шасси, способных преодолевать уклон 10...12°; или рельсовых путях на прочной основе;
- минимальное отклонение скважин от заданного направления до 1%, возможность контроля и управления направлением бурения;
- возможность автоматизированного выполнения основных и вспомогательных технологических операций, быстрой замены быстроизнашивающихся деталей и сборочных единиц в условиях эксплуатации, включая северные условия.
- возможность работы добычного комбайна в условиях криолитозоны (при температуре рудничного воздуха минус 10...15° и скорости его движения 4...5 м/с).

Технология и область применения бурового добычного комбайна. Буровой добычной комбайн предназначен для бурения скважин диаметром от 0.25...0.30 м до 0.8...1.0...1.2 (1.5) м с целью добычи полезного ископаемого выбуриванием скважин большого диаметра.

Основным фактором, определяющим область эффективного применения разработанного способа, являются значительные запасы ценных руд в маломощных рудных залежах (до 0.8 м), выдержанность гипсометрии, оруденение вмещающих пород забалансовым содержанием полезного ископаемого, а также неконкурентоспособность традиционных систем разработки в определенных горно-геологических и горнотехнических условиях.

Технология выбуривания рудных тел следующая.

В массиве горных пород по простиранию рудного тела проходят буровые горные выработки. Из одной из них в направлении другой бурят параллельные пилотные скважины диаметром 250–270 мм с расстоянием между ними 4–6 диаметров. Затем между ними по центру бурят такие же пилотные скважины. После этого каждую вторую (т.е. через одну) пилотную скважину расширяют до необходимого размера, после чего расширяют оставшиеся скважины до необходимой выемочной мощности. Буровой шлам собирают в приемное устройство с последующей доставкой в транспортные сосуды.

Основные преимущества, которые должны быть реализованы при внедрении способа разработки тонких месторождений выбуриванием по сравнению с традиционными системами разработки, следующие:

- повышение качества извлечения руд из недр (снижение потерь и разубоживания руды) и за счет снижения разубоживания увеличение объема конечного продукта при той же производительности предприятия;
- улучшение техники безопасности горных работ за счет снижения проявлений горного давления, улучшения вентиляции рабочих мест, снижения пожароопасности, сокращения объемов взрывных работ, выведения людей из очистного пространства;
- сокращение численности подземных рабочих;
- снижение затрат на крупное дробление, взрывные работы, транспортирование руды, вентиляцию;
- расширение сырьевой базы предприятия за счет вовлечения в добычу забалансовых залежей мощностью менее 0.6 м;
- механизация и автоматизация основных технологических процессов, вплоть до дистанционного управления из диспетчерского пункта, сокращение объемов ручного труда;
- улучшение экологической обстановки.

Выбор главного параметра оборудования. На основе анализа техники и технологии применения бурового оборудования для выбуривания рудных тел выбирается и обосновывается главный параметр. Для разрабатываемой технологии главными параметрами являются диаметр расширительной шарошки и точность бурения.

Для составления типоразмерного ряда необходимо определить нижний и верхний предел диаметра расширительной шарошки.

Наибольший диаметр расширительной шарошки может быть 0.8...1.0 (1.2) м, поскольку дальнейшее увеличение диаметра может оказаться нецелесообразным ввиду конкурентоспособности традиционных систем разработки по полноте выемки полезного ископаемого. Однако другие преимущества добычи крепких руд выбуриванием (безопасность работ, выведение людей из очистного пространства, минимальное применение буровзрывных работ, вентиля-

ция, возможность полной автоматизации технологических процессов, подземное предобогащение руд, улучшение экологической обстановки и т.д.) могут расширить область применения выбуривания до 1.5 м.

Наименьший предел диаметра шарошки может быть в интервале 0.2...0.3 м – этот предел в основном определяет точность бурения.

Верхний и нижний пределы диаметра шарошки и точность бурения (отклонение скважины на единицу длины от заданного направления) могут быть уточнены только после опытно-промышленных испытаний добычного комбайна.

Шаг наращивания расширительной шарошки по диаметру исходя из технических особенностей конструкции может быть 0.1...0.3 м.

На основе выбранных граничных значений главного параметра и руководствуясь системой предпочтительных чисел устанавливается оптимальная густота ряда. Ряды предпочтительных чисел установлены ГОСТ 8032-56 и представляют собой десятичные ряды геометрической прогрессии. В качестве исходного ряда главного параметра принимаем ряд геометрической прогрессии P10 со знаменателем 1.25. Этот ряд имеет вид: 0.2 м; 0.25 м; 0.31 м; 0.4 м; 0.5 м; 0.6 м; 0.77 м; 0.96 м; 1.2 м. Учитывая, что шарошку можно наращивать с шагом 0.3 м, вносим корректировку в ряд P10: 0.3 м; 0.6 м; 0.8 м; 1.2 м.

Следующий этап заключается в составлении параметрического ряда, типоразмерного ряда, типажа бурового агрегата и выполняется после опытно-промышленных испытаний экспериментального образца и составления классификации забалансовых запасов рудных залежей по мощности, т.е. определения количества запасов, находящихся в интервалах мощностей 0.2...0.5 м; 0.5...0.8 м; 0.8...1.1 м.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ горнотехнических условий разработки жильных месторождений / Ю.П. Галченко, В.Г. Дружков, С.П. Галченко, И.И. Сердцев. М.: Минцветмет, 1985.
2. Юхимов Я.И. и др. Применение комбайнов для безвзрывной проходки горных выработок за рубежом // Обзорная информация. Вып. 1. М.: ЦНИИцветмет экономики и информации, 1994. 59 с.
3. Проспект фирмы «TamrokNews». Выставка «Финтехнология-87», Москва, 21–28 октября 1987. М., 1987. С. 20.
4. Установки для бурения восстающих выработок. URL: <http://www.rockmine-td.ru/equipment/mine/uphole-drilling.html> (дата обращения: 19.01.2014).
5. Хоменко О.Е., Кононенко М.Н., Мальцев Д.В. Горное оборудование для подземной разработки рудных месторождений. Днепропетровск: Нац. горн. ун-т, 2011. 448 с.

Поступила в редакцию 01.02.2013 г.
Принята к печати 18.03.2014 г.