**О перспективах применения на открытых горных работах зарубежных мобильных буровых установок с гидравлическими перфораторами**

Начиная с 60-х годов, научно-технический прогресс в области бурения на карьерах СССР базировался, в основном, на создании и использовании мощных высокопроизводительных станков вращательного действия и шарошечных долот, которые раньше использовались лишь для бурения скважин на нефть и газ.

В результате к началу 90-х годов шарошечное бурение стало основным на карьерах, при этом наиболее распространенным буровым станком как в России, так и в странах СНГ стал СБШ-250 с диаметром бурения скважин 250 мм. Общий буровой парк на предприятиях черной и цветной металлургии, странах СНГ в начале 90-х годов составлял около 700 ед., из них более 600 единиц были станки СБШ-250. За прошедшие годы общая картина мало изменилась.Буровые станки с другими диаметрами скважин не находили широкого применения, поэтому их техническая база развивалась слабо.

В настоящее время горнодобывающая промышленность России претерпевает определенные изменения. Наметилась тенденция приоритетного освоения небольших месторождений с коротким сроком возврата инвестиций, в основном, в золотодобывающей промышленности и в ряде других отраслей с наиболее дефицитным сырьем.

Первостепенное значение стало уделяться качеству добываемого сырья и селективным методам добычи, с уменьшенными выемочными параметрами добычных работ (высота уступа, ширина рабочей площадки, ширина буровой заходки и прочее).

В этих условиях возникает необходимость уменьшения параметров и единичной мощности добычного и бурового оборудования. Возрастают требования к его мобильности при сохранении высокой производительности, позволяющие иметь необходимый маневр техники при отработке нескольких участков одного месторождения с разными содержаниями полезного компонента, или последовательной отработки нескольких мелких месторождений или параллельной отработки сближенных участков одного месторождения.

Это дает возможность одним и тем же комплексом оборудования выполнять большой объем работ и минимальными средствами обеспечивать управление качеством поступающей на переработку руды.

В то же время отечественная промышленность не в состоянии полностью удовлетворить потребность горнодобывающих предприятий в мобильном, высокопроизводительном буровом оборудовании, позволяющим бурить скважины уменьшенного диаметра (50 - 200 мм).

Выпускаемые отечественной промышленностью устаревшие станки СБУ 100, 125, предназначенные для бурения скважин диаметром 100 - 125 мм не могут сравниться ни по производительности, ни по надежности с зарубежными буровыми станками ударно-вращательного бурения оснащенных гидравлическими перфораторами. Здесь следует отметить, что бурение пневматическими перфораторами уступает гидравлическому не только по производительности, но и по энергетическим затратам. Так, по экспертной оценке, энергетические затраты при пневматическом бурении в 4-7 раз выше, чем при гидравлическом.

Более низкая, по сравнению с зарубежными аналогами производительность станков ударно- вращательного бурения, объясняется, как невысокими эксплуатационными качествами отечественного оборудования, так и более низкой скоростью бурения (чистой скоростью проникновения в породу).

При этом существует широкий спектр видов работ, где более выгодно использовать станки ударно-вращательного бурения с малым диаметром бурового инструмента (до 150 мм). Данное оборудование является более предпочтительным, по сравнению со станками шарошечного бурения при в следующих случаях:

* при относительно небольших масштабах карьеров;
* при выемке крупноблочных труднодробимых пород;
* при разработке сложноструктурных месторождений;
* при выемке маломощных рудных тел;
* при высокой ценности разрабатываемых руд;
* при отработке месторождений нагорного типа;
* при гражданском и промышленном строительстве;
* при стоительстве внутрикарьерных и подъезных дорог;
* при опережающей выемке приповерхностных участков несторождений с подземным способом малыми карьерами или последующем погашении приповерхностных камерных целиков;
* на вспомогательных и прочих работах (заоткоска уступов, дробление негабарита, создание экранирующих щелей, погашение карьерных рудоспусков и т.д.).

Необходимость применения на малых карьерах менее дорогостоящего и энергоемкого оборудования очевидна, однако следует отметить, что благодаря высокой производительности лучшие образцы зарубежных станков ударно-вращательного бурения оснащенных гидроперфораторами могут успешно применяться и при достаточно больших объемах добываемой горной массы (до 3 - 5 млн. м3/год). Высокая производительность буровых станков обеспечивается как за счет скорости бурения (чистой скорости проникновения в породу), так и за счет сведения к минимуму вспомогательных и подготовительных операций. Чистая скорость бурения данных станков при одинаковом диаметре бурового инструмента в 2-3 раза выше, чем у станков, оснащенных погружными пневмоударниками. Сравнительная характеристика скоростей проникновения в породу гидравлического и пневматического бурения представлена на рис. 1, 2.

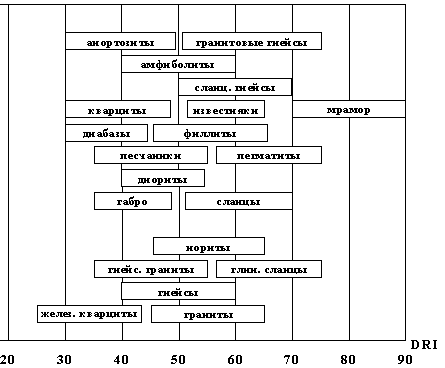
|  |  |
| --- | --- |
| Рис. 1. Скорость проникновения в породу при ударно- вращательном бурении как функция буримости горной породы (DRI) и диаметра скважины |  |
|  |  |

**Тип перфоратора фирмы "Тамрок" (Ж скважины)**

1 - HL 438 (Ж 38 мм), HL 500 (Ж 51 мм), HL 600 (Ж 64 мм)  
2 - HL 438 (Ж 51 мм), HL 500 (Ж 64 мм), HL 600 (Ж 76 мм), HL 1000 (Ж 89 мм)  
3 - HL 438 (Ж 64 мм), HL 500 (Ж 76 мм), HL 600 (Ж 89 мм), HL 1000 (Ж 102 мм)  
4 - HL 438 (Ж 76 мм), HL 500 (Ж 89 мм), HL 600 (Ж 102 мм), HL 1000 (Ж 115 мм)  
5 - HL 1000 (Ж 127 мм)

|  |  |
| --- | --- |
| Рис. 2. Скорость проникновения в породу при бурении с погружными пневмоударниками как функция от буримости горной породы (DRI), операционного давления пневмо- ударника и диаметра скважины |  |
|  |  |

\*Буримость горных пород в представленных выше диаграммах характеризуется Индексом Буримости (DRI). Данный индекс имеет широкое распространение в мировой практике горного производства. Индекс буримости для различных горных пород приведен на рис.3.



Повышению эксплуатационной производительности буровых установок оснащенных гидравлическими перфораторами способствует минимизация времени затрачиваемого на подготовительные и вспомогательные операции. При бурении установками оборудованными системой автоматического наращивания штанг, обладающей хорошей проходимостью соотношение чистого времени бурения к времени на подготовительные операции может быть принят равным 65/35.

В табл.1 приведена циклограмма бурения 30 метровой скважины Ж 102 мм в сланцах при использовании штанг длиной 6,1 м буровой установкой СНА - 1100 фирмы Тамрок (Финляндия).

**Таблица 1.  
Циклограмма бурения скважины установкой СНА - 1100 фирмы "Тамрок"**

|  |  |
| --- | --- |
| **Операции** | **Время** |
| Перемещение на следующую скважину | 1'00'' |
| Установка манипулятора и податчика | 0'30'' |
| Бурение 1-ой штангой (5,6 м) | 3'00'' |
| Добавление 2-ой штанги (6,1 м) | 0'35'' |
| Бурение 2-ой штангой (6,1 м) | 3'00'' |
| Добавление 3-ей штанги (6,1 м) | 0'35'' |
| Бурение 3-ей штангой (6,1 м) | 3'05'' |
| Добавление 4-ой штанги (6,1 м) | 0'35'' |
| Бурение 4-ой штангой (6,1 м) | 3'05'' |
| Добавление 5-ой штанги (6,1 м) | 0'35'' |
| Бурение 5-ой штангой (6,1 м) | 3'10'' |
| Подача назад | 0'10'' |
| Свинчиваие бурового става | 3'00'' |
| Тампонирование скважины | 0'10'' |
| Полное время цикла | 22'30'' |
| Длина скважины | 30 м |
| Производительность бурения (за один цикл) | 80 м/час |
| Время бурения (68%) | 15'20'' |
| Время на подготовительные операции | 7'10'' |

Эксплуатационная производительность буровых станков ударно-вращательного бурения, оснащенных гидроперфораторами приведена на рис.4.

|  |  |
| --- | --- |
| Рис. 4. Производительность станков ударно-вращательного бурении как функция от скорости проникновения в породу |  |
|  |  |

\*Как видно из данной диаграммы произ-водительность станков оборудованных гидро-перфораторами по породам средней крепости составляет 35-40 м/час. [ Следует обратить внимание читателей на неточность, допущенную автором в опубликованной в журнале "Колыма" (№1 за 1996 год) в статье "О расширении области применения комплексов самоходного оборудования при разработке сложноструктурных месторождений.", где ошибочно указано, что 35-40 м/час является технической скоростью бурения станков (стр 49.), в то время как техническая скорость бурения станков (или чистая скорость проникновения в породу) при обуривании пород средней крепости значительно выше указанной величины.

Уменьшение диаметра бурения при разработке труднодробимых крупноблочных пород является единственной действенной мерой, позволяющей добится необходимого размера куска при отбойке и снизить выход негабарита. Зависимость между диаметром скважин и линейным размером куска отбитой породы приведена на рис. 5.

Использование мобильной гидрофи-цированной буровой техники позволяет производить качественную выемку руды при разработке сложноструктурных месторождений, отличающихся высокой изменчивостью пространственного распределения полезного компонента, и рудных тел малой мощности, требующих селективной выемки. О широком распространении технологии селективной выемке за рубежом свидетельствует тот факт, что высота уступа на карьерах на добычных работах не превышает 7 - 8 м, составляя в основном 3 - 5 м.

Данный тип буровой техники с успехом может применяться на работах, требующих высокой мобильности оборудования. К таким работам могут быть отнесены: одновременная отработка нескольких малых карьеров одним комплектом оборудования, строительство подъезных дорог на объектах с гористым расчлененным рельефом, отработка нагорных месторождений и т.д.

Применение данного рода оборудования существенно расширяет область применения комбинированного способа разработки за счет вовлечения в открытую разработку неглубокими карьерами приповерхностных участков месторождения.

Велика потребность в оснащении предприятий сверхлегкими буровыми установками, незаменимыми для многочисленных вспомогательных работ, требующих высокой точности бурения. Отвлечение на эти операции мощных станков шарошечного бурения как нерациональна по экономическим, так и не оправдана, в большинстве случаев, по технологическим соображениям. Так, использование на такой "деликатной" и ответственной операции, как погашение устьевой части карьерных рудоспусков с использованием на бурении станков СБШ-250МН, является главной причиной образования частых "зависани" горрной массы в рудоспусках на Тырнаузском ГМК.

|  |
| --- |
| Рис.5. Зависимось между диаметром скважин и линейным размером куска отбитой породы |
|  |

В настоящее время ведущее положение в мире на рынке буровых станков оборудованных гидроперфораторами занимают фирмы "Тамрок"и"Атлас-Копко" Совершенство конструкций и высокое качество изготовления оборудования производимого этими фирмами, позволяют им контролировать более 60% мирового рынка.

Буровые станки выпускаемые этими фирмами близки по своим техническим характеристикам. Однако имеется и ряд отличий в конструктивных особенностях оборудования каждой из этих фирм, которые в значительной степени повышают конкурентноспособность производимой фирмами продукции. Так например гидроперфораторы фирмы "Тамрок" (серии ГЛ), имеют почти в два раза меньшее количествао деталей и поэтому, а также благодаря модульному принципу сборки, более просты в техобслуживании и имеют несколько лучшие эксплуатационные характеристики. Запатентованный модуль ударного механизма позволяет им работать при давлении рабочей жидкости 120-140 атм., в то время, как перфораторы фирмы "Атлас-Копко" имеют рабочее давление в напорной магистрали 200-250 атм.(при сопоставимых значениях таких показателей, как крутящий момент и этергия удара), что приводит к более высокому удельному расходу энергии при бурении.

**Выводы**

1. В современных условиях шарошечное бурение является доминирующим в России. Основной буровой станок применяемыйй на большинстве горнорудных предприятиях СБШ-250 МН, а основной диаметр буровзрывных скважин - 250 мм.
2. Всязи с наметившейся в России тенденцией приоритетного освоения небольших месторождений с коротким сроком возврата инвестиций, в основном, в золотодобывающей промышленности и в ряде других отраслей с наиболее дефицитным сырьем, возникает необходимость применения добычного и бурового малогабаритного оборудования с уменьшенной единичной мощностью, отличающегося высокой мобильностью и производительностью.
3. Выпускаемые отечественной промышленностью станки, предназначенные для бурения скважин диаметром менее 150 - 200 мм не могут сравниться ни по производительности, ни по надежности с аналогичными зарубежными образцами.
4. В условиях большого разнообразия горногеологических и технологических факторов разработки месторождений России, применяемая буровая техника на многих горных предприятиях не обеспечивает оптимальных параметров горных работ, неоправдано увеличивая затраты на добычу.

**Рекомендации**

1. Выбор буровой техники необходимо производить на основании технико-экономического расчета из условий достижения минимума затрат на весь комплекс технологических процессов: бурения, взрывания, экскавации, транспортировки, дробления руды в механических дробилках перед обогащением, а также с учетом качества отбойки руды.
2. Критерием оценки экономической эффективности сравниваемых вариантов буровой техники должна быть величина прибыли в расчете на единицу погашенных запасов.
3. Для укрупненного сравнения вариантов буровой техники целесообразно использовать первичные оценочные показатели такие как:

* ударная мощность, частота ударов и крутящий момент - для ударно-вращательного бурения (ударно-вращательного бурение);
* показатели, влияющие на скорость выполнения вспомогательных операций - длина мачты, скорость подачи и скорость подъема бурового става;
* тип и мощность привода;
* масса и габариты станка, а также стоимость станка, эксплуатационные расходы на бурение 1 м скважин, условия комплектации и поставки, сервисное обслуживание.

1. При разработке крепких малотрещиноватых пород, а так же сложноструктурных месторождений, отличающих высокой изменчивостью пространственного распределения полезного компонента и рудных тел малой мощности, требующих селективной выемки, рекомендуется использование мобильной высокопроизводительной гидрофицированной буровой техники. Кроме того данное оборудование может успешно применяться для ряда специфических видов работ (заоткоска уступов, дробление негабаритов, создание экранирующих щелей, и т.д.).