

УДК 622.23, 622.271, 622.271

**Г.А. Холодняков, А.В. Половинко, Д.Н. Лигоцкий**

## **СХЕМЫ РАБОТЫ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ЭКСКАВАТОРА С ПОДВЕСНЫМ ГИДРОМОЛОТОМ В ЗАБОЕ ПРИ ПЕРВИЧНОЙ ОТБОЙКЕ ПОРОДЫ\***

*Рассмотрено безвзрывное разрушение горных пород гидромолотом при первичной отбойке. Приводятся варианты схем постановки оборудования на уступе карьера, а также порядок отработки забоя и уборки отбитой горной массы.*

*Ключевые слова: безвзрывная технология, малоотходная технология, первичная отбойка, гидромолот, потери и засорение.*

---

**В** мировой практике горного производства все большее распространение находит безвзрывной способ, при котором разрушение обрабатываемой среды из крепкого материала осуществляется путем нанесения на него ударных импульсов различной частоты и мощности, генерируемых специальными навесными гидравлическими молотами, которые устанавливаются на серийно выпускаемые гидравлические экскаваторы.

В отечественной практике на открытых горных работах применение гидравлических молотов получило наибольшее распространение в качестве вспомогательного инструмента при разделке негабарита. Использование данного оборудования, как основного породоразрушающего инструмента в России, практически не нашло отражения в горнодобывающей отрасли, за исключением отдельных опытно-промышленных экспериментов [1,2].

Гидромолоты, представленные на сегодняшний день на отечественном рынке подразделяются на несколько классов в зависимости от энергии единичного удара и массы. Требованиям нужд горной промышленности удовлетворяют в основном гидромолоты «тя-

желых» серий. К ним можно отнести оборудование массой 5 – 11 т и энергией единичного удара 10 – 25 кДж.

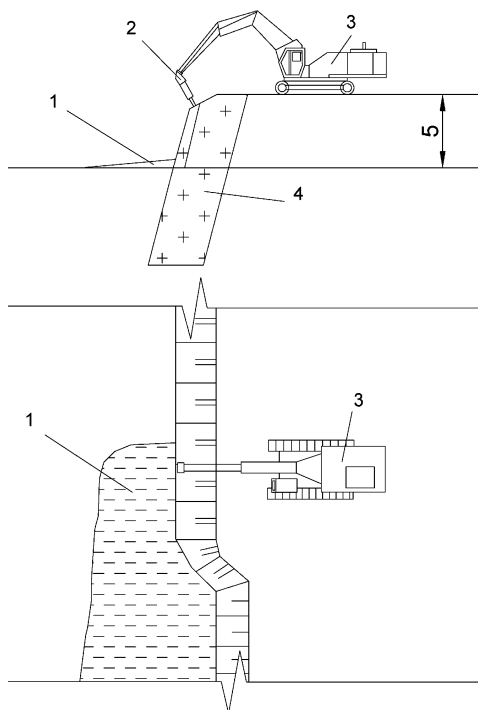
Благодаря своей высокой производительности, тяжелые гидромолоты в сочетании с соответствующими высокопроизводительными базовыми машинами позволяют вести двух- и трехсменные работы с высокой эффективностью. Во многих каменоломнях и карьерах различных стран (Италия, Норвегия, Финляндия и др.) работы по добыче осуществляются без применения буровзрывной технологии. Также имеются многочисленные примеры успешной проходки различных тоннелей с помощью гидромолотов.

Уже много лет на карьерах средней мощности в Швеции, Финляндии и других странах для подготовки скальных пород к выемке используют гидромолоты большой мощности. Такую технологию применяют при добыче различных пород, включая изверженные породы высокой прочности.

Во всех случаях при одинаковой производительности себестоимость работ при применении гидромолотов на 30 % ниже по сравнению с существующей буровзрывной технологией [4].

---

\* Работа выполнена в рамках реализации Федеральной целевой программы РФ «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009—2013 гг.»



**Рис. 1. Верхняя постанoвка экскаватора при безвзрывном способе подготовки горной массы к выемке:** 1 – развал горной массы; 2 – гидромолот; 3 – экскаватор; 4 – рудное тело; 5 – высота уступа.

Для значительной группы месторождений необходима селективная выемка разнотипных пород. Например, карбонатные месторождения Центрального региона России сложены десятками пластов, мощность которых редко превышает 2 м, представленных породами различной прочности и разделенных линзами глин и песков. Для селективной выемки таких пород, в том числе, применяют механическое рыхление [5].

От технологии добычных работ при разработке сложноструктурных месторождений во многом зависит качество добытой руды на карьере и такие основные показатели рационального использования запасов, как потери и засорение полезного ископаемого.

Эксплуатационные потери образуются в основном при отбойке и вы-

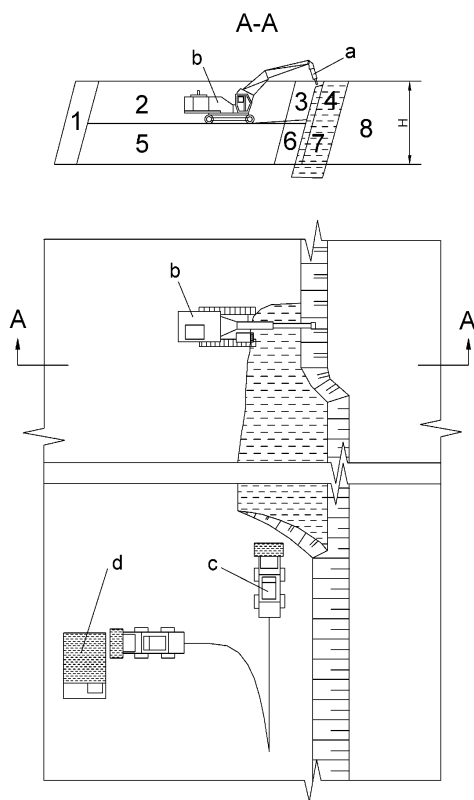
емке в зонах контактов между полезным ископаемым и вмещающей породой вследствие того, что некоторая часть полезного ископаемого оказывается примешанной к вмещающим породам и отгружается вместе с ними в породные отвалы.

Различные схемы постанoвки гидромолота на первичной отбойке могут позволить подобрать оптимальный вариант ведения горных работ.

При разработке сильно трещиноватых пород по схеме с верхней постанoвкой гидравлического агрегата (рис. 1) возможно самообрушение породы и, естественно, появляется необходимость разрушения негабаритов. Затраты на дополнительные работы по разрушению оторвавшихся негабаритов следует рассматривать при расчете экономической эффективности данной технологии. К плюсам данной схемы можно отнести следующее: максимальное приближение угла отбойки (угла уступа) к углу падения полезного ископаемого (для крутопадающих месторождений), что снижает объемы потерь и засорения. К минусам – неполный визуальный контроль оператора гидравлического агрегата за процессом отбойки.

При разработке особо ценных полезных ископаемых, когда высокий уровень потерь неприемлем, следует использовать схему ведения горных работ с нижней постанoвкой экскаватора и разбиением уступа на подступы по 5–7,5 м (рис. 2).

Такая схема позволяет значительно снизить уровень эксплуатационных потерь при выемке руды. Так, по данным исследований компании Sandvik, на карьерах строительного камня за счет уменьшения мелочи можно добиться 5 % увеличения товарной продукции по сравнению с буровзрывной технологией [3]. Это достигается за счет максимального приближения угла уступа и угла падения залежи, что позволяет кинематика гидравлического агрегата.



**Рис. 2. Схема ведения горных работ с нижней постановкой экскаватора и погрузкой отбитой горной массы погрузчиком в автотранспорт:** 1-8 – блоки, подлежащие отработке; а – гидромолот; b – экскаватор; с – погрузчик; d – самосвал.

Наличие такого фактора, как зона достижимости стрелы экскаватора, позволяет судить о целесообразности уменьшения высоты уступа в соответствии с технической возможностью агрегата. Так на карьере Сарасі в Италии, разрабатывающем месторождение крепких известняков (прочность на сжатие 80-100 МПа) была уменьшена высота уступа с 30 м до 2,5 м. Это позволило машинисту экскаватора обеспечить производительную работу гидромолота при соблюдении правил техники безопасности [1].

Нижняя постановка экскаватора позволяет вести более тщательную

селективную выемку, благодаря визуальному контролю. При данной схеме рудно-породные блоки следует отрабатывать последовательно. Блоки 1, 2, 5 и 8 могут отрабатываться с помощью БВР, а блоки 3, 4, 6 и 7 с использованием гидромолотов.

Применение этой схемы рационально для крутопадающих залежей простого строения, где представляется возможным четко выделить рудно-породные блоки, причем породные блоки должны соответствовать принятой схеме ведения взрывных работ.

Контактная зона «порода-руда» вместе с рудным блоком отрабатывается с помощью гидромолота.

В обоих вариантах постановки целесообразно вести разработку с помощью подступов, т.к. это обеспечивает лучший визуальный контроль над отрабатываемым контактом «порода-руда». Также свои ограничения на высоту забоя накладывают параметры экскаватора и гидромолота. Для некоторых моделей гидромолотов угол между приложением нагрузки (рабочим инструментом) и отбиваемой породой должен составлять  $90^{\circ}$ , т.к. это необходимо для безопасной работы самого гидромолота.

Теоретическую производительность в обоих случаях схемы постановки можно рассчитать по формуле (1) [6]:

$$Q_{\text{тех}} = \frac{3600AK_{и}N_{\text{инстр}}K_{\phi}\cos\varphi}{ft_{ск}}, \text{ м}^3 \quad (1)$$

где  $A$  – энергия единичного удара, Дж;  $K_{и}$  – коэффициент использования инструмента;  $N_{\text{инстр}}$  – число перестановок инструмента в минуту;  $K_{\phi}$  – коэффициент формы инструмента;  $f$  – показатель крепости при ударном виде разрушения, Дж/см<sup>3</sup>;  $j$  – угол наклона инструмента к плоскости забоя, град;  $t_{ск}$  – время скола единичного куска породы, с.

В любом из этих случаев процесс подготовки горной массы к выемке является непрерывным и высокопроизводительным.

Таким образом, применение представленных технологических схем ведет к повышению ряда качественных показателей добычи:

- снижение уровня потерь за счет более тщательной проработки контактных зон «порода-руда»;
- возможность ведения селективной выемки различных сортов руды;
- улучшение качества продукции карьера — нет микротрещин, нет преизмельчения руды.

Подбор и погрузку отбитой горной массы можно осуществлять несколькими способами:

Погрузчиком с верхней погрузкой в автомобильный транспорт.

Другим экскаватором с погрузкой в автомобильный транспорт.

Тем же самым экскаватором, который осуществляет отбойку, но с заменой рабочего органа на ковш.

Преимуществом первого способа является большая мобильность и автономность погрузчика, а также обеспечение непрерывности ведения отбойки и погрузочных работ. В этом случае выбор автотранспорта будет осуществляться из возможности верх-

ней погрузки в него отбитой горной массы погрузчиком. Учитывая сменную производительность гидромолота, современный модельный ряд погрузчиков и время цикла погрузки в автотранспорт можно рекомендовать погрузчики с объемом ковша до 10 м<sup>3</sup>. Этот класс погрузчиков относится к строительным, но он будет полностью обеспечивать непрерывный режим работы в связке с гидромолотом.

Второй и третий способ подразумевают, что экскаватору, осуществляющему погрузочные работы, придется работать на уровне стояния и на неполную высоту черпания. Учитывая толщину слоя отбитой породы в развале, необходимо будет выбрать экскаватор с максимальным коэффициентом наполнения в данных условиях и обеспечивающего погрузку в транспортное средство за 4-6 циклов.

Третий вариант будет подходить в основном в том случае, если производительность карьера относительно невелика, а величина времени простоя экскаватора при замене гидромолота на ковш, не будет сказываться отрицательно на режим работы. Преимуществом данного способа является отсутствие в необходимости в покупке дополнительного оборудования.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Панкевич Ю.Б., Дзюба В.М. Применение мощных гидромолотов фирмы Крупп на Савинском месторождении магнезита // Горный журнал. – 1994 – №10.

2. Матвеева Е. Разрушение гидромолотом обходится дешевле взрыва – Коммерсант – 1993 — №210

3. Бабаев А.Б. Гидромолоты Sandvik постоянные изменения – путь к успеху // ГИАБ. – 2009. – №5.

4. Романов А.И. Гидравлические молоты фирмы Крупп Машинетехник и их осо-

бенности // Горный журнал. – 1994. – № 10.

5. Буткевич Г.Р. Промышленность нерудных строительных материалов на современном этапе // Горный журнал. – 2009. – №10.

6. Толстунев С.А., Половинко А.В. Повышение эффективности использования машин ударного действия для разработки крепких горных пород // Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики – Тула — 2011 – Том 1. – стр. 177-184. **ГИАБ**

## КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Холодняков Г.А. — профессор,

Половинко А.В. — аспирант, email: artempolovinko@gmail.com,

Лигозкий Д.Н. — доцент, email: ligozkij@rambler.ru,

Санкт-Петербургский государственный горный университет.