

УДК 622.233

И.А. Жуков

ОБОСНОВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ НЕОБХОДИМОСТИ И ВОЗМОЖНОСТИ РАЗРУШЕНИЯ УДАРОМ ХРУПКИХ СРЕД С ОБРАЗОВАНИЕМ ОТВЕРСТИЙ НЕКРУГЛОГО СЕЧЕНИЯ

При бурении отверстий в бетонных створах плотин, при сооружении с помощью бурения шахтных стволов и подземных выработок, при прокладке прямоугольных вентиляционных коробов требуется скважины и отверстия строго прямоугольного и квадратного сечения.

Трудно представить себе, что с помощью вращательного или поворотного движения бывает достижимо прямоугольное сечение. Изобретателями создано много специальных инструментов [1]. В 80-х годах прошлого века США запатентовано буровое устройство (рис. 1,а) для получения скважин прямоугольного сечения.

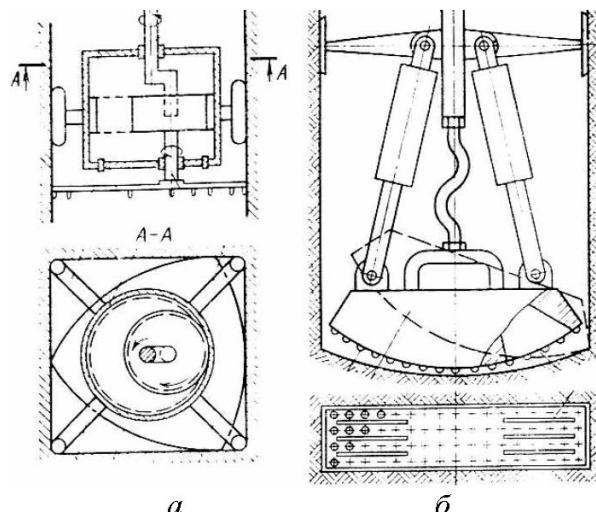


Рис. 1 . Конструкции долот для бурения скважин прямоугольного сечения

Основные элементы устройства включают бу-

ровую головку, планетарный редуктор, коленчатой бурильной трубой и радиальные упоры. Буровая головка имеет форму выпуклого равнобедренного треугольника и оснащена твердосплавными резцами.

Интересная конструкция бурильного инструмента с криволинейной рабочей поверхностью (рис.1,б) предложена в Казахском политехническом институте. Долото выполнено в виде усеченного сектора плоского диска. Рабочая поверхность сектора оснащена твердосплавными зубьями. На усеченной части сектора размещены шарниры, связывающие долото с механизмом циклического действия, например эксцентрикового типа, вращаемого бурильными трубами. Разрушение горной породы на забое прямоугольной скважины происходит при периодическом перекатывании долота по забою.

Однако обе эти конструкции не только не эффективны, но и достаточно сложны для изготовления.

Существует предположение о возможности сверления квадратных отверстий [2] (рис. 2). В этом случае сверло должно быть выполнено в виде треугольника Рело, что позволит получить квадратные отверстия с немного скругленными углами, но абсолютно прямыми сторонами. В 1914 году английский инженер Гарри Джеймс Уаттс придумывает, как устроить такое сверление. На поверхность он накладывает направляющий шаблон с прорезью в виде квадрата, в котором ходит сверло, вставленное в патрон со «свободно плавающим в нём сверлом». Патент на такой патрон был выдан фирме, начавшей изготовление

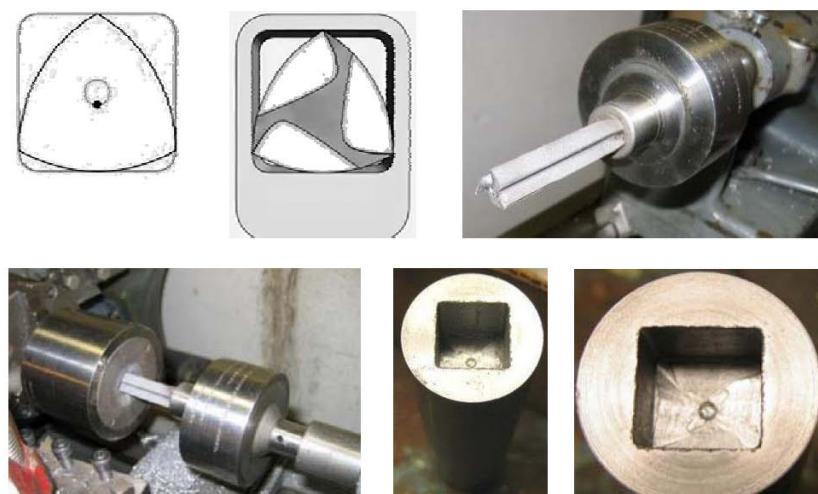


Рис. 2 . Сверление квадратного отверстия



Рис. 3. Бурение шпуря ромбического сечения

свёрл Уаттса в 1916 году. Однако при бурении крепких горных пород такой инструмент с большой долей вероятности заклиният.

Наиболее существенные исследования по использованию так называемого безлезвийного (штыревого) инструмента были проведены в 1983–1988 гг. по инициативе профессора Л. Т. Дворникова во Фрунзенском политехническом институте и на Кузнецком машиностроительном заводе в г. Новокузнецке. Первые образцы безлезвийного инструмента были подвергнуты испытаниям на граните, имеющем коэффициент крепости $f=16\dots18$ по шкале Протодьяконова М.М. Научной школой Дворникова Л.Т. доказано [3-6], что при использовании безлезвийного инструмента можно уменьшить угол поворота между ударами до минимального, т.е. уменьшить скорость вращения инструмента относительно продольной его оси. В этом случае можно свести до минимума износ твердосплавных вставок, т.к. износ, прежде всего, определяется длиной пути трения. Естественно возник вопрос о возможности разрушения без какого-либо поворота инструмента, когда слой породы по всему забою снимался бы за один удар.

Наиболее существенным отрицательным результатом разрушения хрупких сред ударом без вращения инструмента, отмеченным в исследованиях [3-6], является тот факт, что производительность и энергоемкость разрушения при этом пока заметно уступают известному известному ударно-поворотному способу.

Идея бесповоротного бурения, является идеей новой, к настоящему времени она недостаточно апробирована.

Представляются положительными следующие качественные показатели процесса ударного разрушения хрупких сред без поворота инструмента: существенное упрощение конструкции машины за счет исключения механизма вращения; возможность осуществления процесса образования шпуров в крепких горных породах любого поперечного сечения (треугольного, ромбического, прямоугольного и т.д.); исключение составляющей абразивного износа твердосплавных вставок, обусловленную вращением инструмента, и тем самым повышение стойкости инструмента.

Таким образом, одной из важнейших задач дальнейших исследований в направлении разрушения хрупких сред ударом является научное обоснование и отыскание таких условий разрушения, при которых можно гарантированно добиться не только увеличения стойкости инструмента, но и производительности разрушения.

Как доказано экспериментом [7, 8], если несколько одновременно внедряемых инденторов разместить на породоразрушающей части инструмента так, что любые, рядом расположенные три индентора будут лежать в вершинах равностороннего треугольника, то слой породы в пространстве между инденторами будет разрушен крупным сколом. Тогда, задаваясь конкретным значением диаметра шпуря, можно найти такое взаимное расположение троек инденторов, которое позволит бурить отверстие ударом без вращения инструмента вокруг его геометрической оси, обеспечивая тем самым возможность получения отверстий некруглого сечения. Необходимо также отметить, что фигура, образованная соседними инденторами, может представлять собой не строгий равносторонний треугольник, угол между сторонами может быть в интервале $60\pm12^\circ$. На рис. 3 показана коронка с рациональным размещением инденторов, с помощью которой при бурении ударом при участии автора получен шпур ромбического сечения.

Новые виды породоразрушающего инструмента обеспечивают возможность бурения шпуров различного поперечного сечения, в том числе и некруглого, когда в острых углах пробуренного шпуря создаются концентраторы напряжений и появляются возможности целенаправленного воздействия на массив с существенным снижением объемов бурения.

Таким образом, технология разрушения хрупких сред ударом с образованием отверстий некруглого сечения позволяет решить проблемы сооружения с помощью бурения шахтных стволов и подземных выработок, бурения в бетонных створах плотин, прокладки прямоугольных вентиляционных коробов, а также добычи каменных блоков нужных форм за счет использования бурильных машин с невращающейся штангой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Копылов, В.Е. Бурение?.. Интересно! – М.: Недра, 1981. – 160 с.
2. Сверление квадратных отверстий // Математические этюды: <http://www.etudes.ru/ru/etudes/drill/>.
3. Дворников, Л.Т. Увеличение производительности машин для бурения шпуров в крепких горных породах / Л.Т. Дворников, Б.Т. Тагаев, А.А. Мясников // Изв. вузов. Горный журнал. – 1984. – №11. – С. 61-66.
4. Дворников, Л.Т. Бурение шпуров без вращения инструмента с рациональным размещением твердосплавных вставок / Л.Т. Дворников, Ю.А. Прядко, С.Н. Гудимов // Изв. вузов. Горный журнал. – 1987. – №11. – С. 65-68.
5. Федотов, Г.В. повышение эффективности ударных воздействий за счет изменения конфигурации ударяющих тел: дис. кан. тех. наук / Федотов Геннадий Васильевич. – Фрунзе, 1989. – 94 с.
6. Дворников, Л.Т. О бурении шпуров без вращения бурового инструмента / Л.Т. Дворников, Е.Ф. Губанов // Изв. вузов. Горный журнал. – 1997. – №1-2. – С. 95-100.
7. Жуков, И.А. Эффект симultanности при ударном разрушении горной породы безлезвийным инструментом / И.А. Жуков, Л.Т. Дворников, В.Н. Цвигун // Вестник КузГТУ. – 2009. – №3. – С. 13-16.
8. Жуков, И.А. О результатах экспериментального исследования разрушения горной породы ударными воздействиями / И.А. Жуков, В.Н. Цвигун // МашиноСтроение. – 2009. – № 19. – С. 125-137.

□ Автор статьи:

Жуков
Иван Алексеевич ,
канд.техн. наук, доцент, за-
м. зав. каф. теории механизмов и
машин и основ конструирования
(Сибирский государственный инду-
стриальный университет).
Email: tmmiok@yandex.ru