

Влияние силовых режимов на эффективность вращательного бурения взрывных скважин резцовыми долотами

Доказывается, что использование силовых режимов вращательного бурения и шнекопневматической очистки расширяет возможности режущего бурового инструмента при бурении относительно крепких пород.

При бурении взрывных скважин по относительно некрепким породам станками вращательного бурения легкого типа СБР обычно используют режущие буровые долота, преимуществами которых являются простота конструкции и невысокая стоимость.

Первоначально эти долота изготавливались со стальным литым корпусом и имели прямолинейные режущие кромки, армированные напаянными на них пластинками твердого сплава. В процессе эксплуатации были выявлены и их основные недостатки: неравномерный износ режущей кромки и сравнительно невысокие скорости бурения.

Между тем ранее проведенными исследованиями [1] было установлено, что наименование энергоемким способом разрушения горных пород является их разрушение резцовым инструментом. Долота, оснащенные съёмными резцами, были предложены Новочеркасским политехническим институтом (рис. 1). Так, режущее долото НПИ-5 (рис. 1, а) было оснащено двумя опережающими и двенадцатью боковыми резцами. Долото предназначалось для бурения скважин по неабразивным породам с крепостью по шкале проф. М.М. Протодьяконова $f \leq 5$. Большое количество резцов и их недостаточная прочность обуславливали при бурении снятие ими стружек незначительной толщины и образование при разрушении породы на забое скважин большого количества мелких частиц, что неизбежно не только затрудняло очистку призабойной зоны от буровой мелочи, но и приводило к высокой энергоёмкости процесса разрушения. Аналогичные недостатки имела и усовершенствованная модель этого долота (рис. 1, б).

Большая эффективность процесса бурения может быть обеспечена съёмными стержневыми резцами, применяемыми на добычных и проходческих шахтных комбайнах, так как изготовление специальных резцов связано с известными трудностями, а себестоимость их довольно высока.

Проведенные в Кузбассе испытания долот, оснащенных стержневыми резцами, показали, что резцы, рассчитанные на работу по углю, даже при бурении слабых пород ($cf < 3$) обладают весьма малой стойкостью. Кроме того, они имели державки прямоугольного сечения, что значительно осложняло изготовление отверстий для их установки и закрепления в корпусе долота.

Оказалось, что наиболее целесообразно оснащать режущие долота типовыми стержневыми резцами, применяемыми на проходческих комбайнах и других машинах, работающих по породе.

Создание прочных резцов РК8Б и РБ-243 сделало целесообразным оснащение режущих буровых долот для карьерных буровых станков вращательного бурения не только легкого СБР (рис. 2), но и тяжелого СБШ типов.

Проведенные испытания [2] показали, что упомянутыми резцами вполне возможно, например, резание песчаника с временным сопротивлением одноосному сжатию 77,3 МПа и абразивностью 15 мг, т.е. коэффициентом крепости $f = 5 \dots 8$.

Резцы на корпусе режущего бурового долота могут устанавливаться вертикально (параллельно оси буримой скважины) или наклонно (с углом до 30°) к этой оси.

Надежная работа резцов обеспечивается при глубине резания до 30 мм и шаге до 40...50 мм. При сечениях резцов 6...16 см² размер частиц разрушенной породы достигает 50...100 мм и более. При этом количество пыли (частиц меньше 0,5 мм) в ряде случаев не превышало 3...3,5 % по массе [2].

Зависимость удельной энергии разрушения ϵ от глубины реза H имеет вид [2]

$$\epsilon = \frac{Cf}{H^m},$$

где f – коэффициент крепости породы по шкале проф. М.М. Протодьяконова, $C = 2,1$ – для известняка и $C = 1,8$ – для гранита.

По данным опытов, проведенных в Новочеркасском политехническом институте и Донгипроуглемаше [2], усилия резания P_z могут достигать 10 кН и более при глубине резов 20 мм и более. При этом усилии подачи $P_y = 4 \dots 6$ кН.

Такие нагрузки вполне соответствуют прочности резцов РК-8Б и могут быть обеспечены вращательно-

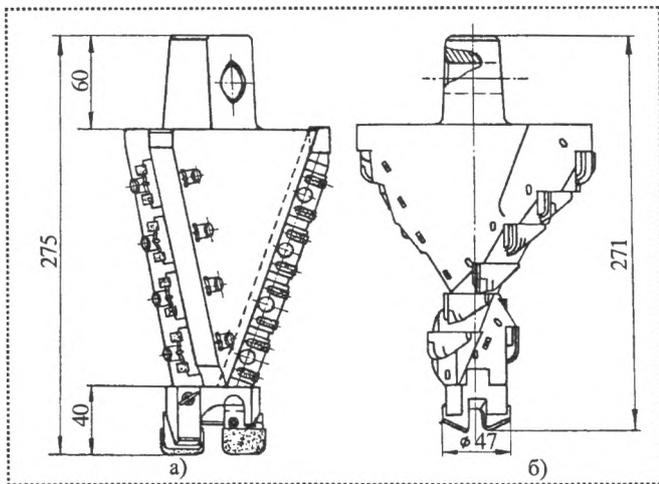


Рис. 1. Первоначальная (а) и усовершенствованная (б) конструкции режущих буровых долот со съёмными резцами Новочеркасского политехнического института

подающими механизмами современных станков вращательного бурения тяжелого типа СБШ.

При расчете и выборе параметров карьерных буровых станков и режимов бурения ими скважин по породам средней крепости, а также при конструировании режущих долот для них в качестве исходных данных обычно ориентировались не на возможные и допустимые нагрузки на резцы, а на прочность наиболее слабого звена, каковыми являлись шнековые буровые стволы.

В дальнейшем, когда для очистки скважин от буровой мелочи стали использовать сжатый воздух и комбинированную шнекопневматическую очистку, прочность буровых штанг существенно увеличилась. Стало возможным создание режущих долот и для станков вращательного бурения тяжелого типа СБШ, параметры которых позволяют создать достаточно высокие нагрузки на долота и на резцы, которыми оно оснащено.



Рис. 2. Режущее буровое долото КузГТУ, оснащенное типовыми породными резцами РК-8Б

Одной из первых моделей таких долот было долото (рис. 3), разработанное СКБ ИГД им. А.А. Скочинского. Стремление разместить на корпусе долота возможно большее количество съёмных резцов повлекло увеличение высоты его корпуса и усложнение конструкции, что затрудняло очистку призабойной зоны от буровой мелочи и увеличивало массу и стоимость долота, делая их сравнимыми с массой и стоимостью серийного шарошечного долота.

В дальнейшем ИрГТУ и КузГТУ были предложены и внедрены в практику бурения более совершенные конструкции режущих долот для тяжелых СБШ станков вращательного бурения.

К числу таких долот относится и долото ЗРД-215,9, предложенное ИрГТУ [3]. Литой корпус долота выполняется четырехлопастным заодно с присоединительным хвостовиком, снабженным стандартной замковой конической резьбой. Съёмные резцы фиксируются в пазах валиками, входящими в сквозные поперечные отверстия, просверленные в лопастях корпуса и державках резцов. Центральный канал в корпусе долота и хвостовике обеспечивает подачу сжатого воздуха на забой скважины для ее очистки. Долото обеспечивает бурение скважин диаметром 215,9 мм и может быть использовано на буровых станках ЗСБШ-200-60. Средняя стойкость долота составляет около 2000 м скважин, что в 4...5 раз выше, чем стойкость шарошечных долот при бурении в аналогичных условиях. Расход резцов на 1000 м скважин – 16...20 шт. Стоимость изготовления долота значительно ниже стоимости серийного шарошечного долота такого же диаметра.

Долота аналогичной конструкции были предложены и кафедрой "Горные машины и комплексы" КузГТУ (рис. 4). Эти долота выполнялись трехлопастными (рис. 4, а) или четырехлопастными (рис. 4, б) и оснащались 9...12 съёмными резцами [4].

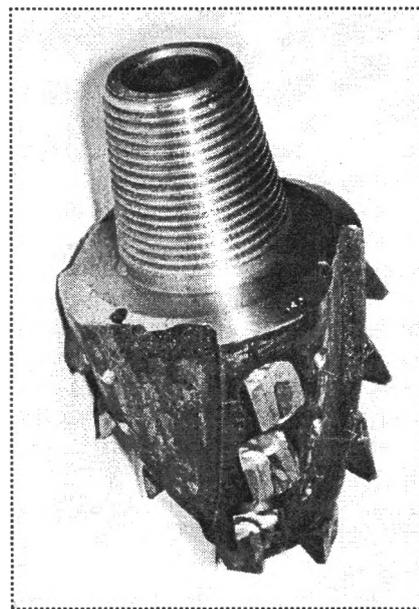


Рис. 3. Буровое долото СКБ ИГД им. А.А. Скочинского

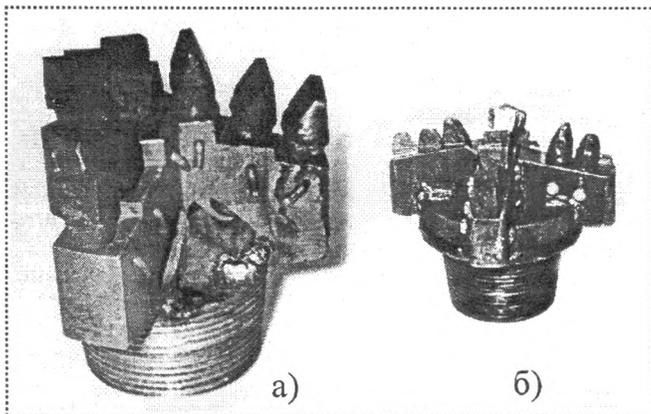


Рис. 4. Режущие буровые долота КузГТУ для станков вращательного бурения тяжелого типа СБШ:
а – трехлопастное; б – четырехлопастное

Значительное снижение энергоемкости процесса разрушения породы на забое скважины объясняется прежде всего тем, что долота, оснащенные съемными породными резцами, скалывают крупные элементы породы. При этом, естественно, снижается пылеобразование, но одновременно увеличивается динамичность работы долота. Размер скалываемых элементов и динамичность будут возрастать при уменьшении числа резцов, установленных на долоте. В связи с этим весьма важно определить рациональное количество резцов, устанавливаемых на долоте, что в свою очередь связано с размерами и конструкцией его корпуса.

Расчеты показывают, что близкое к оптимальному число резцов на режущем долоте, предназначенном для бурения скважин диаметром 200...215 мм, должно быть близким к 9...10. Такое количество легко размещается на трехлопастном корпусе (рис. 4, а).

Исходя из количества резцов, размещенных на корпусе долота, следует рассчитывать его прочность, а также параметры и прочность буровых штанг и режим бурения. Наиболее приемлемым способом очистки скважины в этом случае следует признать шнекопневма-

тический, так как для удаления сжатым воздухом образующихся на забое крупных частиц породы потребовалась бы слишком большая производительность компрессорной установки, а только шнековая очистка при силовом режиме бурения с малой частотой вращения бурового става не обеспечила бы достаточно эффективной очистки скважин и хотя бы частичного охлаждения долота.

Параметры шнековых штанг должны обеспечивать проход по межвитковому пространству спирали крупных частиц буровой мелочи и при этом иметь остаточную прочность.

Вращательно-подающие механизмы современных серийно изготавливаемых станков вращательного бурения тяжелого типа ЗСБШ-200-60, 6СБШ-200-32, СБШ-250МНА-32 могут создавать регулируемое осевое усилие подачи на забой до 300 кН, что вполне достаточно для создания усилия подачи до 6 кН на каждый из 10...12 резцов режущего долота, необходимых для силового разрушения резанием пород средней крепости.

Частота вращения бурового става упомянутых станков 150 мин^{-1} позволит обеспечить механическую скорость бурения до 3 м/мин, что недостижимо при бурении шарошечными долотами любой конструкции.

Использование бурового инструмента, разрушающего породу по принципу "крупного скола", и шнекопневматической очистки позволит не только существенно увеличить скорости бурения взрывных скважин на угольных разрезах, но и в значительной степени решить проблему снижения количества пыли, образующейся в скважине и выбрасываемой в атмосферу.

Список литературы

1. Маров И.В. Энергоемкость разрушения и крепость горных пород. Известия СО АН СССР, 1962, № 4.
2. Крапивин М.Г., Шиповский И.А., Коган К.Б., Чукаловский В.И. Резание горных пород средней крепости стружками большого сечения // Горные машины и автоматика: Вып. 56 (12). М.: Недра, 1964. С. 34-36.
3. Техника, технология и опыт бурения скважин на карьерах / Под ред. В.А. Перетолчина. М.: Недра, 1993. 286 с.
4. Катанов Б.А., Сафохин М.С. Инструмент для бурения взрывных скважин на карьерах. М.: Недра, 1989. 173 с.

УДК 622.363.2

Ю.Д. Красников, д-р техн. наук, проф., МГОУ

Особенности ударного рабочего органа для массового поточного разрушения горного массива

Доказывается целесообразность применения ударно-статической обработки уступа забоя с помощью мощных ударных установок с энергией удара 1,5...3,0 МДж и создание на их основе комбинированных горных машин.

Как известно, ударно-вращательное, по существу ударно-статическое, разрушение пород при бурении скважин позволяет вести мелкомасштабное разрушение пород любой крепости. При таком способе воздействия инструмента происходят ударное скалывание части массива в забое и одновременно ослабление его остающейся после удара части, которая разрушается

ГОРНЫЕ МАШИНЫ И АВТОМАТИКА



11 ♦ 2003



ГОРНЫЕ МАШИНЫ И АВТОМАТИКА

11
2003

Учредители: издательство "НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ", ОАО "РУСУГЛЕМАШ"

Главный редактор
КОЗЛОВ С.В.

Заместители
главного
редактора:

КУЛЕШОВ А.А.
САВЧЕНКО А.Я.

Редакционный
совет:

МОХНАЧУК И.И.
(председатель)
АНТОНОВ Б.И.
КАНТОВИЧ Л.И.
МЫШЛЯЕВ Б.К.
ПОТАПЕНКО В.А.
ЧАБАН Я.И.
ЧЕРНОВ В.А.
ЩЕРБАЧЕВ В.И.

Редакционная
коллегия:

АЛЬКОВ С.Г.
БЛАГИН Ю.Н.
БОЙКО Г.Х.
БРЕННЕР В.А.
ДЕНИСЕНКО Е.В.
КАРТАВЫЙ А.Н.
КРАСНИКОВ Ю.Д.
ЛАГУНОВА Ю.А.
ЛИНЕВ Б.И.
ЛИННИК Ю.Н.
МОРОЗОВ В.И.
ПАШКИН Л.Н.
ПЕВЗNER Л.Д.
РУБАН А.Д.
СТРАБЫКИН Н.Н.
ТКАЧЕВ В.В.
ХОРЕШОК А.А.
ЮРИЦЫН В.А.

Редакция:
ДАНИЛИНА И.С.
КАРТАВЫЙ А.Н.

Телефоны редакции:

269-53-97, 269-55-10

Факс: 269-55-10

E-mail: gma@novtex.ru

<http://novtex.ru/gormash>

Телефон ОАО "РУСУГЛЕМАШ":

911-02-37

Факс: 911-23-46

E-mail: uglemash@cnef.rosugol.ru

www.infocoal.ru/uglemash

СОДЕРЖАНИЕ

ПОДЗЕМНЫЕ РАБОТЫ

Кантович Л.И., <u>Гетопанов В.Н.</u> , Пастоев И.Л. Обоснование способов вождения автоматизированных очистных комплексов по пласту полезного ископаемого	2
Клишин В.И., Леконцов Ю.М., Тарасик Т.М. Создание устройств защиты гидравлических стоек механизированной крепи от динамических нагрузок	5
Антонов Ю.А., Александров Б.А. Устройство для взаимного удержания забоя и кровли	9

ОТКРЫТЫЕ РАБОТЫ

Катанов Б.А. Влияние силовых режимов на эффективность вращательного бурения взрывных скважин резцовыми долотами	11
Красников Ю.Д. Особенности ударного рабочего органа для массового поточного разрушения горного массива	13

ГОРНЫЙ ТРАНСПОРТ

Герман А.Г., Венц А.С., Пивнев В.А. Транспортирование руды спаренными электровозами на объединенном Кировском руднике ОАО "Апатит"	15
Ерофеева Н.В. Оценка эффективности использования транспортных средств на горячих грузопотоках	16

ГОРНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

Червяков С.А., Пашкин Л.Н., Сапожников А.И. Совершенствование конусных дробилок	19
Буялич Г.Д. Критерии оценки конструкций гидростоек механизированных крепей	21
Янюшкин А.С., Мамаев Л.А., Сурьев А.А., Ереско С.П. Технология алмазной обработки неэлектропроводных материалов	23

ЭЛЕКТРОПРИВОД

Миронов Л.М., Ефимов В.Н., Третьяк Г.А., Благодрахов Д.А. Разработка экскаваторных электроприводов переменного тока с непосредственным преобразователем частоты	25
---	----

НАУКА

Бойков В.В. Имитационное моделирование процесса разрушения горных пород при ударно-поворотном бурении шпуров	28
Захарова А.Г. Моделирование электропотребления очистного комбайна	32
Воронова Э.Ю. Алгоритм разработки технических решений агрегатированных буровзрывных проходческих систем	35
Секретов В.В., Секретов М.В. Расчет нагрузок в приводе рабочей подачи штрипсового станка с выпуклой траекторией движения пыльной рамы	38

ПЕРЕДОВОЙ ОПЫТ

Образцов А.Н., Кормухин П.А. Опыт внедрения и эксплуатации централизованных смазочных систем на мельницах и спиральных классификаторах	41
Образцов А.Н., Горовой А.А. Мероприятия по снижению простоев при ремонте землесосов 2ГрТ 8000/71	42

ИНФОРМАЦИЯ

Мамаев Л.А., Янюшкин А.С., Ереско С.П. Типоразмерный ряд машин для финишной обработки свежесформованных бетонных поверхностей	43
Государственный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 51908-2002. Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям в части условий хранения и транспортирования (краткий обзор)	46