

© Б.А. Катанов, 2003

УДК 622.23.051

Б.А. Катанов**РАЗВИТИЕ КОНСТРУКЦИЙ РЕЖУЩИХ
БУРОВЫХ ДОЛОТ**

Работы по созданию карьерных буровых станков вращательного бурения начались в нашей стране в 1944–1946 гг. Серийное изготовление подобных станков началось в 50-х годах. Первоначально это были станки легкого типа (СБР), предназначенные для бурения взрывных скважин диаметром до 160 мм по породам небольшой крепости (ПБС-110, БС-110/25, СБВ-2). В качестве буровых долот первоначально использовались весьма несовершенные конструкции, имевшие две режущие лопасти со сплошной режущей кромкой, армированные твердыми сплавами различных марок [1].

Наибольшее распространение из этих станков получил станок СБВ-2 долгие годы серийно изготавливавшийся Карпинским машиностроительным заводом. Его буровой инструмент комплектовался долотом СБВ2-23-03М2. Это долото имело двухлопастную стальную литой корпус, отлитый заодно с хвостовиком. Каждая из двух прямолинейных сплошных режущих кромок была армирована пластиной из сплава ВК-8 специальной формы. Долото было предназначено для бурения скважин по породе с коэффициентом крепости $f < 6$ и рассчитано на периодическую заточку. Проведенные исследования и опыт эксплуатации подобных долот выявили их существенные недостатки. Основными из них были неравномерный износ и необходимость качественной периодической заточки, организовать которую в условиях карьера было не всегда возможно, а главное, сравнительно низкие скорости бурения.

Применение долот со сплошной прямолинейной режущей кромкой в какой-то степени могло быть оправдано при бурении слабых пород ($f = 2-3$), когда при сравнительно небольших осевых усилиях может быть получена «стружка» толщиной 4 – 5 мм и механическая скорость 1,5–2,0 м/мин.

В ходе проведения исследований было установлено, что более эффективное использование твердого сплава

при одновременном увеличении скорости бурения может быть получено при применении долот с режущей кромкой, состоящей из отдельных участков, т.е. прерывистой.

Одной из первых попыток совершенствования серийного долота СБВ2-23-03М2 было долото РК-4 (рис. 1), предложенное кафедрой горных машин Иркутского политехнического института [2]. Это долото имело ступенчатую режущую кромку, состоящую из двух наклонных участков, штампованный корпус в виде пластины и съемный хвостовик. Режущие кромки были армированы напайкой стандартных пластинок различной формы из сплава ВК-8. Однако и этому долоту были присущи основные недостатки всех долот с режущей кромкой, образуемой напаянными на корпус долота пластинками твердого сплава: сравнительно большая длина режущей кромки, высокая трудоемкость изготовления и значительный расход твердого сплава, а также неравномерный износ и необходимость периодической заточки долота.

Более эффективное использование твердого сплава может быть обеспечено при оснащении долот съемными режущими элементами.

Таковыми долотами были, разработанные Карпинским машиностроительным заводом, долота 27КВ-160П и 30КВ-160П. Режущие лопасти долота

27КВ-160П были съемными и крепились к корпусу болтами, а режущие кромки долота 30КВ-160П были образованы твердосплавными пластинками специальной формы, которые также крепились к корпусу болтами. Широкого применения эти долота не получили, т.к. заменять закрепленные бол-

тами детали долот практически оказалось весьма сложным. Кроме того эти долота, как и серийные, имели сплошную прямолинейную режущую кромку и сохранили все присущие ей недостатки.

Эффективное разрушение породы происходит при использовании долот с прерывистой режущей кромкой, которые значительную часть породы разрушают скалыванием целиков между щелями, прорезаемыми режущими элементами. Прерывистая режущая кромка может быть образована при оснащении долота специальными съемными резами, закрепляемыми тем или иным способом на корпусе долота. Так долото НПИ-1 Новочеркасского политехнического института было оснащено съемными резами специальной конструкции. На каждой из двух изогнутых по спирали лопастей долота было закреплено до пяти съемных резцов. Опережающая скважина выбуривалась специальным также съемным резцом. С учетом присоединительного хвостовика и опережающего резца высота долота составляла 271 мм.

Это осложняло процесс удаления буровой мелочи из призабойной зоны.

Съемными режущими элементами оснащались также режущие буровые долота НПИ-6. Долото имело корпус, в пазах которого валиками закреплялись съемные резцы, образующие три режущие лопасти. За счет сменных резцов долото могло иметь диаметр 115, 150, 160 и 214 мм. В комплект поставки входило 60 опережающих, 45 боковых и 90 калибрующих сменных резцов. Применение специальных резцов и сложного корпуса увеличивало стоимость долот и ограничивало их практическое применение.

Рис. 1. Режущее буровое долото РК-4 Иркутского политехнического института

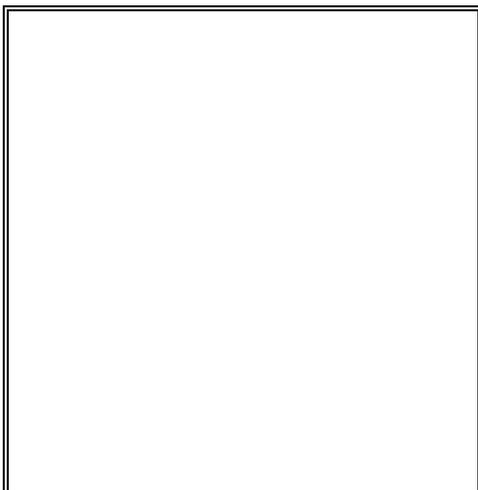


Рис. 2. Режущее буровое долото, оснащенное породными резцами РК-8Б

Рис. 3. Долото РД-190

новлено, что это долото обеспечивает скорости бурения в 1,3–1,5 раза больше, чем долото со сплошной режущей кромкой.

Срок службы долота, оснащенного породными резцами, в 3 – 3,5 раза выше, чем буровых долот с резцами предназначенными для разрушения угля.

Существенный экономический эффект от использования породных резцов достигается за счет увеличения срока службы долота и увеличения производительности бурового станка. Опыт эксплуатации долот показал, что целесообразнее иметь цилиндрические державки съемных резцов, что, однако, связано с необходимостью дополнительной токарной обработки стандартных резцов.

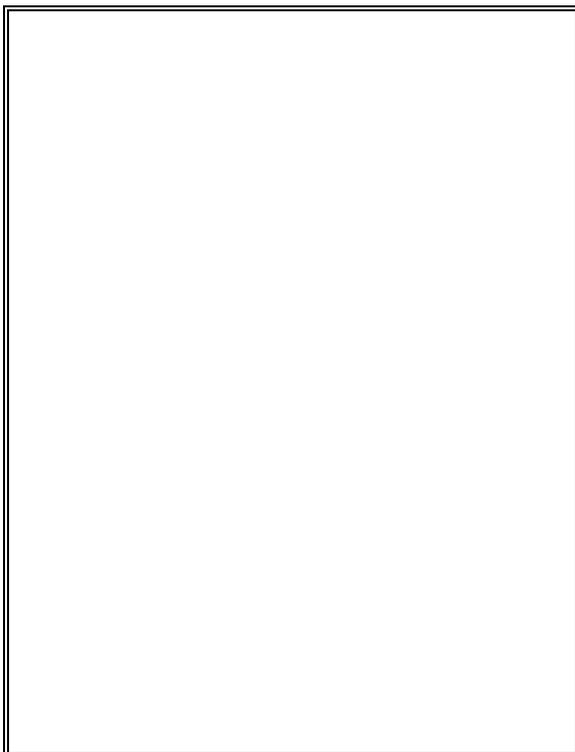
Накопленный опыт эксплуатации режущих буровых долот на станках вращательного бурения легкого типа (СБР) позволил в дальнейшем разработать рациональные конструкции режущих буровых долот и для станков вращательного бурения тяжелого типа (СВШ).

Одной из первых конструкций таких долот было разработанное Иркутским политехническим институтом долото РД-190, оснащенное резцами И-90 (рис. 3).

Долото было предназначено для бурения взрывных скважин диаметром 190 мм с продувкой сжатым воздухом и состояло из съемного хвостовика, снабженного стандартной замковой резьбой и съемного корпуса, оснащенного восемью стандартными резцами И-90 [3].

Резцы устанавливались в карманах съемного корпуса и крепились шплинтами. Крутящий момент от хвостовика к корпусу передавался через кулачки.

В долоте РД-190 была принята сплошная схема обработки забоя с дублированием двух внешних резцов.



Резцы в карманах съемного корпуса расположены попарно с превышением каждой последующей пары над предыдущей на 10 мм, что приводило к образованию ступенчатого забоя.

Для улучшения вписывания в выбуриваемые канавки был использован разворот резцов относительно продольной оси. Наклон крайних внешних резцов был необходим для образования кольцевого пространства между корпусом долота и стенками скважины для прохода частиц буровой мелочи, удаляемых с забоя сжатым воздухом, подаваемым через центральное отверстие в корпусе долота.

Испытаниями, проведенными на Ново-Гришевском и Храмповском № 2 разрезах ПО Черемховоуголь была подтверждена работоспособность долота. Долотом было пробурено 904 м скважин при средней стойкости шарошечного долота 1В-190Т в аналогичных условиях 250–300 м.

Основными недостатками долота

РД-190 и его дальнейшей модификации 1РД-190 было его оснащение резцами И-90 или И-90В, рассчитанными для резания угля и имевшими державки прямоугольного сечения 10×32 и 18×32 мм. Стойкость этих резцов при бурении по породе

ние.

Более эффективное использование твердого сплава при существенном увеличении скорости бурения может быть обеспечено при оснащении долот съемными стержневыми резцами, применяемыми на добычных и проходческих шахтных комбайнах.

В качестве съемных резцов наиболее целесообразно использовать породные резцы РК-8Б или появившиеся в последнее время специальные буровые резцы РБ-224 с твердосплавной пластиной чечевицеобразной формы. Такие долота имеют преимущества перед долотами со сплошной режущей кромкой не только в части износостойкости и скорости бурения, но при их использовании существенно снижается количество мелких фракций буровой мелочи, а следовательно, пылеобразование. Подобное долото, предложенное кафедрой горных машин

и комплексов КузГТУ, представлено на рис. 2.

Для осуществления бурения скважин с щелевой режуще-скалывающей схемой разрушения породы на забое скважины кафедрой горных машин и комплексов КузГТУ предложено несколько режущих буровых долот оснащаемых съемными стержневыми резцами.

Резцы устанавливаются в сквозных цилиндрических отверстиях корпуса и фиксируются от осевого смещения валиками или шплинтами. От разворота вокруг продольной оси резцы удерживаются выступом на передней грани корпуса, с которым сопрягаются передние грани резцов.

В результате испытаний, проведенных на разрезах Кузбасса, уста-

была недостаточной, а изготовление отверстий прямоугольной формы в корпусе осложняло его изготовление.

В дальнейшем для оснащения таких буровых долот стали также использовать породные резцы РК-8Б и РБ-224.

К числу таких долот относится и долото ЗРД-215,9 предложенное ИрГТУ. Литой корпус долота выполняется четырехлопастным заодно с присоединительным хвостовиком, снабженным стандартной замковой конической резьбой. Съемные 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 ниже

стоимости серийного шарошечного долота такого же диаметра.

Долота аналогичной конструкции были предложены и кафедрой горных машин и комплексов КузГТУ.

Одно из важнейших требований, предъявляемых к расположению резцов на корпусе долота, - обеспечение их вписывания в выбуриваемые канавки на малых радиусах, т.к. вследствие плохого вписывания возникает трение резца о стенки канавки, влекущее за собой дополнительный износ и нагрев и, как следствие этого, излишние затраты энергии и снижение скорости бурения.

Сечение рабочей части (головки) резцов, горизонтальной плоскостью представляет собой трапецию или близкую к ней фигуру, которая и должна вписываться в канавку. Канавка, прорезаемая резцом, проектируется на горизонтальную плоскость в виде кольца, ширина которого определяется шириной (С) передней грани резца в данном сечении. Радиус окружности, проходящей через центр кольца, определяется расположением резца на корпусе долота.

Кафедрой горных машин и комплексов КузГТУ предложен резец,

рабочая часть которого имеет сечение в форме треугольника.

Вписывание подобных резцов обеспечивается на минимальных радиусах сравнимых с размерами рабочей части резца, что необходимо для резцов, устанавливаемых в центральной части долота.

Новые конструкции буровых долот хорошо зарекомендовали себя и применяются на горных предприятиях, но их серийное изготовление до сих пор не освоено. Заводы изготовители бурового инструмента не желают этим заниматься, ссылаясь на отсутствие аналогов таких долот в зарубежной практике и на отсутствие инвестиций на организацию производства по существу нового класса продукции.

Освоение серийного выпуска и широкое внедрение более совершенных долот позволит по новому оценить номенклатуру выпускаемых промышленностью станков вращательного бурения и создать новые более совершенные их модели, что в свою очередь улучшит качество подготовки горной массы к экскавации и транспортированию и технико-экономические показатели добычи угля открытым способом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Катанов Б.А., Сафохин М.С. Инструмент для бурения взрывных скважин на карьерах. М.: Недра, 1989, 173 с.
2. Новый режущий буровой инструмент/В.А. Перетолчин, Ю.М. Коледин, Н.Н. Страбыкин, Я.Н. Долгун, В.М. Бушманов. – Иркутск, 1966, 48 с.
3. Буровой инструмент для станков вращательного бурения/ В.А. Перетолчин, Н.Н. Страбыкин, Я.Н. Долгун и др. Восточно-Сибирское книжное издательство, 1975. 204 с.

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Катанов Борис Александрович – профессор, доктор технических наук, Кузбасский государственный технический университет.