

УДК 622.233.6:622.24.051.55

*Б.А. Катанов***ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ БУРОВЫХ ДОЛОТ**

Как показывают проведенные исследования и опыт эксплуатации долот, основная причина выхода из строя серийных шарошечных долот - заклинивание шарошек, которое, в свою очередь, является следствием неудачной конструкции их опор. При этом стойкость долот по опорам значительно меньше стойкости породоразрушающих элементов (зубьев), что объясняется не только проникновением породной мелочи через зазор между шарошкой и лапой в полость подшипников, но и недостатком надежной смазки, а в ряде случаев полным её отсутствием. Из этого следует, что основное внимание при дальнейшем совершенствовании шарошечных долот должно быть обращено на повышение долговечности опор и прежде всего на улучшение их смазки и изоляции от внешней среды с целью предотвращения попадания в опоры пылевых частиц, образующихся на забое скважины.

В соответствии с действующим ГОСТом 20692-03 опоры могут изготавливаться на подшипниках с телами качения или скольжения. В качестве тел качения используются шарики (Ш) или ролики (Р). Опорами скольжения служат специальные втулки из антифрикционного материала.

Все шарошечные долота в качестве одной из опор имеют шариковую опору, которая служит для фиксации шарошки на цапфе. Шарики заводятся в кольцевую проточку через специальный канал,

закрываемый затем пальцем и завариваемый.

Для бурения взрывных скважин на угольных разрезах в основном используются шарошечные долота диаметром 215,9 мм. Опоры шарошек этих долот могут быть выполнены по схеме: роликовый подшипник – шариковый (замковый) подшипник – роликовый подшипник (сокращенно Р-Ш-Р) (рис. 1) или по схеме шариковый подшипник – шариковый (замковый) подшипник – шариковый подшипник (сокращенно Ш-Ш-Ш). При бурении крепких пород быстрее разрушаются опоры с телами вращения в виде шариков, т.к. они выдерживают меньшие осевые нагрузки, чем ролики. Недостатком роликов является большая вероятность их перекоса и заклинивания при высоких скоростях вращения долота, имеющих место при бурении сравнительно слабых пород. Как показывает опыт эксплуатации долот ряда иностранных фирм (Сандвик и др.), наибольшую стойкость в обоих случаях имеют опоры скольжения при их надлежащей смазке и герметизации.

У серийных долот с центральной продувкой в их лапах и цапфах выполняются специальные каналы, по которым в опоры долота поступает от 5 до 25–30 % от общего расхода воздуха, подводимого к долоту (рис. 2).

По замыслу авторов, разрабатываемых шарошечные долота для горной промышленности, это должно было обеспечить смазку и охлаждение опор, а

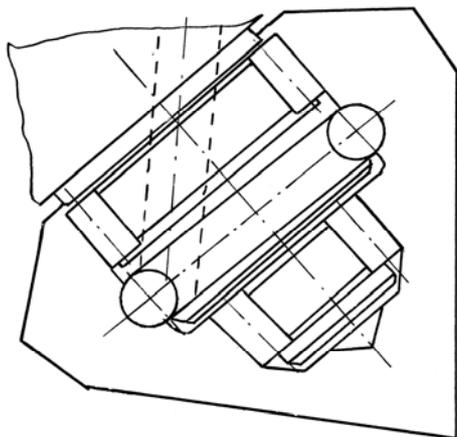
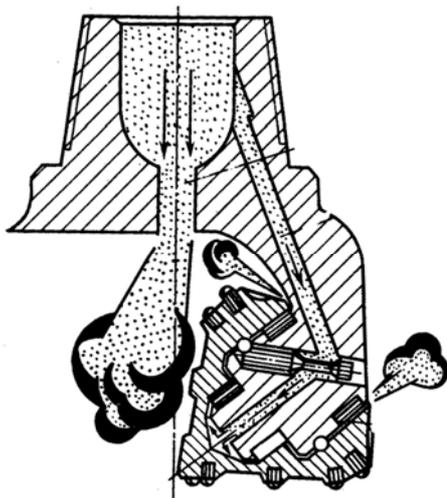


Рис. 1 Схема опоры Р-Ш-Р шарошечного долота

также предотвратить попадание в них частиц выбуренной породы. Однако для этого необходимы достаточные зазоры между шарошкой и цапфой, на которой она вращается, а это неизбежно связано с проникновением в опору частиц буровой мелочи и воды во время прекращения продувки, например, при наращивании штанг. Кроме того, даже при значительном количестве воздуха, проходящего через опору, количество масла, подаваемого в неё явно недостаточно для смазки тел качения, а при герметизации

опоры воздуха через неё, естественно, проходить не будет. При отсутствии герметизации в подшипники опоры неизбежно попадает пыль из призабойной зоны, которая поглощает ту смазку, которая там имеется, спрессовывается и вызывает заклинивание шарошки или быстрый износ дорожек на шарошке и цапфе, а также тел качения.

Решение проблемы заключается в коренном изменении конструкции опор. При этом первостепенное значение имеет их герметизация и надежная смазка. Эта проблема может быть решена при использовании в опорах долот вместо шариков и наиболее подверженных перекосам и заклиниванию роликов подшипников скольжения в виде втулок из антифрикционного материала, при их герметизации, что может быть обеспечено при маслonaполненной опоре и минимальном зазоре между поверхностями лапы и шарошки.



При такой конструкции опор нет необходимости в продувочных каналах в лапах и цапфах долот. Охлаждение опоры должно надёжно обеспечиваться подачей в скважину достаточного для этого количества сжатого воздуха или воздушно-водяной смеси, воздействие которой на герметизированные опоры будет исключено. В свою очередь исключение продувочных каналов в лапах долот позволит радикальным образом упростить их конструкцию. Маслonaполненные опоры, разработанные ОАО «Волгабурмаш», герметизированы уп-

Рис. 2. Схема воздушных потоков в шарошечном долоте

лотнительными кольцами с различной формой поперечного сечения. Опора выполнена на двух радиальных и двух упорных подшипниках скольжения с замковым шариковым подшипником.

Большой подшипник скольжения выполнен в виде втулки из износостойкого антифрикционного материала с низким коэффициентом трения, которая запрессована в шарошку.

Поверхность цапфы наплавлена твердым сплавом. Контактующие с цапфой поверхности малого подшипника скольжения и упорных подшипников также наплавлены твердым сплавом, а внутренняя поверхность шарошки, контактирующая с ними, имеет многослойное серебросодержащее покрытие, служащее твердой смазкой и способствующее отводу тепла из зоны нагрева. В опоре предусмотрена система смазки, состоящая из масляного резервуара размещенного в лапе и соединенного каналами с зонами трения. Специальная термостойкая смазка с антифрикционной присадкой существенно снижает трение контактирующих поверхностей и способствует повышению срока службы опоры и долота в целом.

Наличие герметизации и маслонеполнение позволяет предотвратить попадание пыли и воды в опоры и существенно повысить их ресурс.

Охлаждение опор производится через систему каналов в лапах, минуя полости опор. Струи сжатого воздуха из этих каналов направлены вверх от забоя, в пространство между шарошками, и обеспечивают дополнительное эжектирующее воздействие, улучшающее очистку забоя от буровой мелочи. Основная часть воздуха (75-95 %), подаваемого в скважину, поступает через центральный канал или сопла и служит для очистки забоя и зубьев шарошек.

В последнее время преимущественное распространение получают долота с боковой продувкой, у которых воздух из центрального канала поступает к соплам, направляющим воздушные струи на зубья шарошек, что способствует их очистке и охлаждению.

Долота диаметром 244,5 мм и более могут дополнительно содержать упорный подшипник скольжения (УПС) в виде шайбы, воспринимающей осевую нагрузку.

В зависимости от горнотехнических условий и технологии буровых работ шарошечные долота могут применяться при бурении наклонных, вертикальных, а также горизонтальных скважин. Бурение шарошечными долотами может производиться в сухих или обводненных как монолитах, так и трещиноватых горных породах.

Существенное значение для увеличения стойкости шарошечных долот имеет строгое соблюдение правил их эксплуатации, которые часто нарушаются в погоне за метрами пробуренных скважин. Это приводит к преждевременному выходу из строя даже самых качественных долот и неизбежным при этом большим экономическим потерям.

Учет и наблюдение за отработкой шарошечных долот обязательны для всех предприятий.

Для этого при каждом буровом станке нужно иметь буровой журнал, в который регулярно заносятся сведения об отработке долот.

Паспорт завода-изготовителя, прилагаемый к каждому долоту, с заполненными данными об его отработке, предприятием должен направляться заводу-изготовителю, что позволит заводу получить ценные сведения для дальнейшего усовершенствования конструкции долот.

Большинство угольных месторождений характеризуется сложными горно-геологическими условиями залегания и структурой, покрывающих массивов. В этих условиях бурение взрывных скважин изготавливаемыми серийно традиционными шарошечными долотами не всегда эффективно, поэтому назрела необходимость создания и освоения производства специальных новых конструкций бурового инструмента. К их числу можно отнести режущие (рис. 3) комбинированные режущешарошечные долота, разборные шарошечные долота со сменными и подвижными шарошками, долота для бурения не круглых скважин и др. Принципиальные схемы таких долот разработаны КузГТУ, ИрГТУ, ГУЦМиЗ и другими организациями. Изготовлены и испытаны опытные образцы подобных долот, подтвердившие их работоспособность [1].

Мировой и отечественный опыт развития буровой техники свидетельствует о том, что шарошечные долота традиционной конструкции практически исчерпали свои возможности. Породы небольшой крепости ($f = 4 \div 8$) целесообразнее бурить долотами режущего типа, о чем свидетельствует, например, опыт ИрГТУ [2]. Применение подобных долот успешно решает проблему не только увеличения производительности станков и стоимости буримых ими скважин, но и проблему пылеобразования (вследствие разрушения породы методом крупного скола количество пыли резко снижается). По породам большей крепости ($f = 12 \div 18$) с повышенным сопротивлением взрыву, целесообразен переход на гидроударное бурение скважин $\varnothing 150 \div 190$ мм, что обеспечит снижение расхода ВВ на 20–40 % при некотором увеличении скорости бурения [3].

Первостепенными задачами в области развития карьерной буровой техники является разработка станков вращательного бурения, оснащенных режущими долотами с мощными съемными породоразрушающими элементами (резцами), и станков ударного бурения, оснащенных пневмо- и гидроударниками, для бурения скважин диаметром 150 – 190 мм в крепких породах, что позволит существенно повысить технико-экономическую эффективность бурения взрывных скважин на большинстве разрезов и карьеров нашей страны и Кузбасса в том числе.

Для успешного решения этих задач, естественно, необходима разработка надежных и производительных конструкций режущих буровых долот. В направлении создания работоспособных конструкций режущих долот, оснащенных съемными породоразрушающими элементами (резцами), значительная работа проделана кафедрой горных машин и комплексов Кузбасского государственного технического университета (КузГТУ) [4].

Проведенные исследования показали, что наиболее эффективным способом очистки скважин при вращательном бурении как режущими, так и шарошечными долотами является шнекопневматический.

Была доказана целесообразность применения режущих долот при бурении в породах крепостью до 7 по М.М. Протоdjаконову.

При использовании для очистки скважин сжатого воздуха и шнекопневматической очистки стало возможным использовать режущие долота и на станках вращательного бурения тяжелого типа (СБШ).

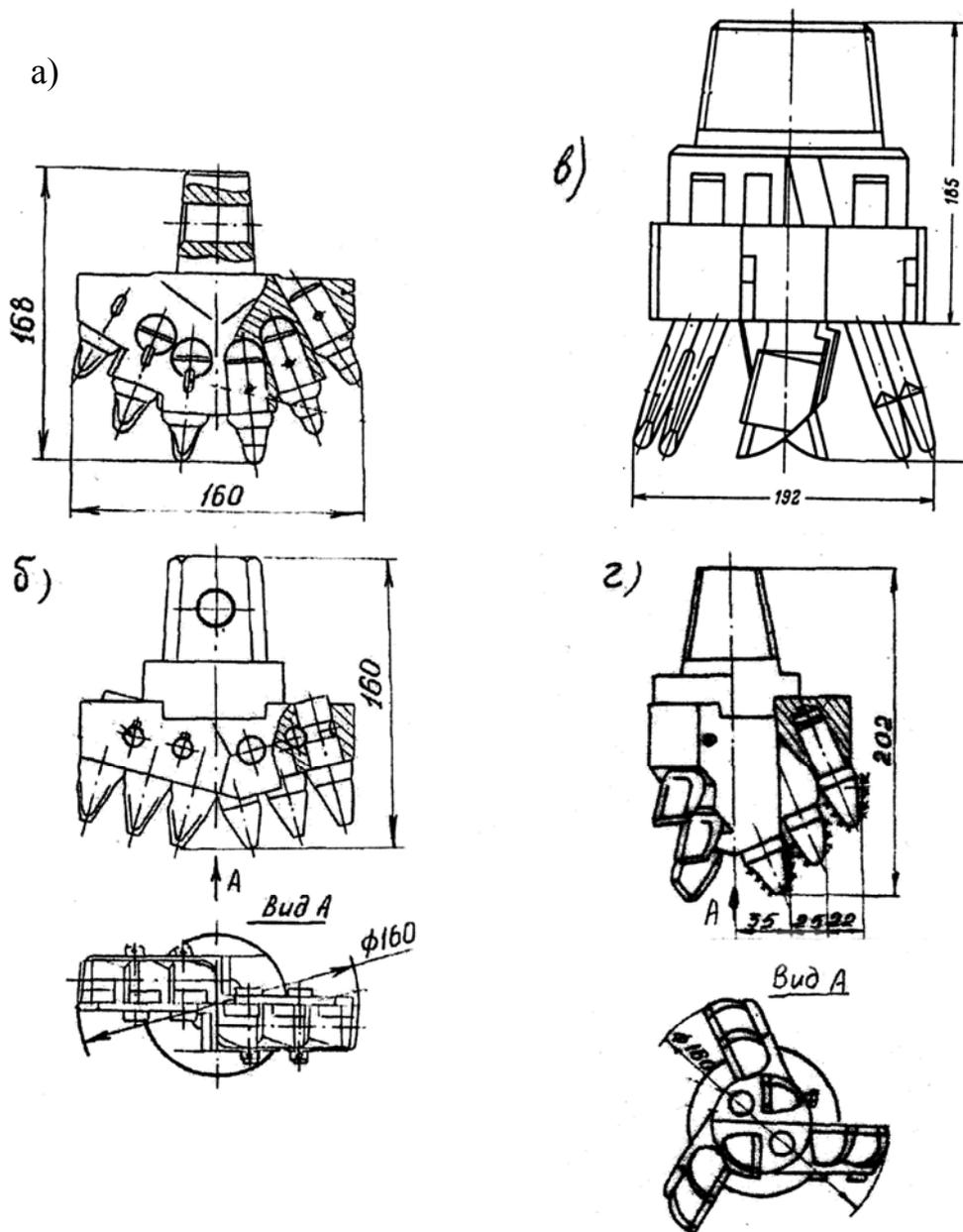


Рис. 3. Режущие буровые долота, оснащенные съемными резцами:
 а – КБЛ-160Е; б – КБ-160А; в – РД-190; г – трехлопастное долото КузГТУ

ИрГТУ и КузГТУ были предложены и внедрены в практику бурения режущие долота для станков ЗСБШ-200-60.

Средняя стойкость режущего долота составляет около 2000 м скважин, что в несколько раз выше, чем средняя стой-

кость шарошечных долот при бурении в аналогичных условиях.

Стоимость изготовления режущего долота значительно ниже, чем серийного шарошечного. Кроме того, при бурении скважин режущими долотами значительно снижается количество пыли, образующейся на забое скважины и энергоемкость процесса разрушения породы, поскольку режущее долото скалывает ее крупные элементы, что позволяет существенно улучшить технико-экономические показатели процесса бурения. Рациональное число резцов на режущем долоте диаметром 200-250 мм около 10. Такое их количество легко размещается на трех или четырехлопастном корпусе.

Вращательно-подающие механизмы современных станков вращательного бурения тяжелого типа (ЗСБШ-210-60,

6СБШ-200-32 и др.) создают регулируемое осевое усилие до 300 кН, что обеспечивает усилие подачи $6 \div 10$ кН на каждый из 10-12 резцов долота. Это достаточно для разрушения пород средней крепости с $f = 10 \div 12$.

При частоте вращения бурового става 150 мин^{-1} может быть обеспечена механическая скорость бурения до 3 м/мин, что практически недостижимо при бурении шарошечными долотами любой конструкции.

Использование при этом комбинированной шнекопневматической очистки позволяет решить проблему пылеулавливания и существенно упростить применяемые на станках СБШ ненадежные, громоздкие и дорогостоящие пылеулавливающие установки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Катанов Б.А., Сафохин М.С. Режущий буровой инструмент (расчет и проектирование). М.: Машиностроение, 1976, 168 с.

2. Страбыкин Н.Н., Беляев А.Е. Направление повышения эффективности использования и создание новой буровой техники для

карьеров Сибири и Севера. Горные машины и автоматика, № 8, 2001, с 22-26.

3. Танайно А.С., Липин А.А. Состояние и перспективы ударно-вращательного бурения взрывных скважин на карьерах. Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. № 2, 2004, с. 82-93.

Коротко об авторах

Катанов Б.А. – доктор технических наук, профессор, ГУ КузГТУ.

