

— может быть полностью или частично компенсировано смещение осей отверстий под крепежные детали. (мм)

$L_3 = 0,425 \cdot Z_n = 0,425 \cdot 10 = 4,25$, где L_3 — величина несимметричности.

$$\Delta = 0,5(0,5Z_n - (L_3 - L_n)) = 2,5(\text{мм})$$

Необходимое максимальное смещение $\Delta = 2,5$ мм.

Для обеспечения необходимой точности монтажа агрегатов методом компенсации был разработан эксцентриковый компенсатор (рис. 3).

Величина эксцентрикитета 2,5 мм определяется расчетом

размерной цепи, исходя из максимально необходимого перемещения агрегата при монтаже.

Для перемещения агрегата необходимо ослабить болты крепления, один вывернуть и на его место установить эксцентриковый компенсатор.

Регулировка осей агрегатов производится их последовательным перемещением путем вращения втулки 2 вокруг эксцентрикового болта 1.

Поскольку поворот эксцентрикового компенсатора требует больших усилий из-за большой массы регулируемого агрегата предложено использовать

ключ-мультиплексор ключ с открытым зевом по патенту США № 2.787.180

Несоосность агрегатов в процессе монтажа оцениваем лазерным центровщиком OPTALIGN+, с точностью до 0,01 мм.

Предложенная схема монтажа крупнотоннажных агрегатов с применением эксцентрикового компенсатора и ключа-мультиплексора позволяет технологически обеспечить качество монтажа и надежность горных комплексов

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коган Б.И. Технологическое обеспечение качества горных машин и инструментов. — Кемерово: Кузбассвузиздат, 1996г -259с.

□ Авторы статьи:

Коган
Борис Исаевич
— докт. техн. наук, проф. каф.
технологии машиностроения

Дрыгин
Михаил Юрьевич
— студент гр. ОЭ – 032

УДК 622.23.051

Б.А. Катанов

НАПРАВЛЕНИЯ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ БУРОВОЙ ТЕХНИКИ УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗОВ

Основной причиной выхода из строя серийных шарошечных долот на угольных разрезах является заклинивание шарошек, которое происходит из-за неудачной конструкции их опор.

При этом стойкость долот по опорам значительно меньше стойкости породоразрушающих элементов (зубьев), что объясняется проникновением породной мелочи через зазор между шарошкой и лапой в полость подшипников и недостаточно надежной смазкой.

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.

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: ролико-

вый подшипник — шариковый (замковый) (рис. 1) подшипник — роликовый подшипник (сокращенно Р-Ш-Р) 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. Не-

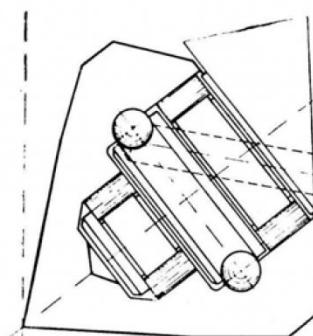


Рис. 1

достатком роликов является большая вероятность их перекоса и заклинивания при высоких скоростях вращения долота, имеющих место при бурении сравнительно слабых пород.

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 [1].

Это должно обеспечить смазку и охлаждение опор, а также предотвратить попадание в них частиц выбуренной породы. Однако для этого необходимы достаточные зазоры между шарошкой и лапой, на цапфе которой она вращается, а это неизбежно связано с проникновением в опору частиц буровой мелочи и воды во время прекращения продувки при наращивании штанг. Кроме того, даже при значительном количестве воздуха, проходящего через опору, количество масла, подаваемого в нее явно недостаточно для смазки тел качения, а при герметизации опоры воздух через нее, вообще проходить не будет. При отсутствии герметизации в подшипники опоры неизбежно попадает пыль из призабойной зоны. Она спрессовывается и вызывает заклинивание шарошки или быстрый износ дорожек на шарошке и цапфе.

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 роликов подшипников скольжения в виде втулок из антифрикционного материала и их герметизации, что может быть обеспечено при маслонаполненной 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 надежно 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. Маслонаполненные опоры, разработанные ОАО «Волгабурмаш», герметизированы уплотнительными 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. Контактирующие с цапфой поверхности малого подшипника скольжения и упорных под-

шипников также наплавлены твердым сплавом, а внутренняя поверхность шарошки, контактирующая с ним, 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 маслонаполнение позволяет предотвратить попадание пыли и воды в опоры и существенно повысить их ресурс.

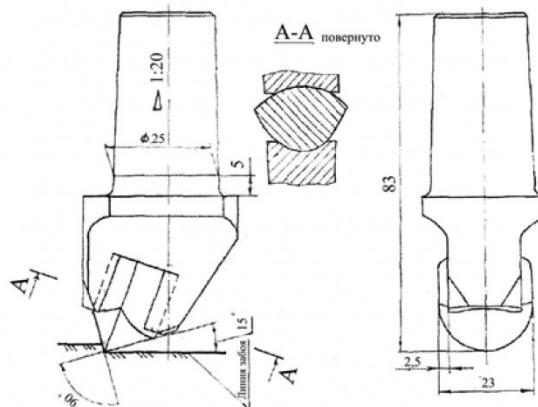


Рис. 2.

Охлаждение опор производится через систему каналов в лапах, которые минуют 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 размером 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 буровзрывных работ шарошечные долота могут применяться при бурении наклонных и вертикальных и даже горизонтальных скважин. Бурение шарошечными долотами может производиться в сухих или обводненных как монолитных, так и трещиноватых горных породах.

Существенное значение для увеличения стой-

кости 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 котором 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.

Выше было отмечено, что одним из основных недостатков шарошечных долот является то, что они практически неремонтируемые изделия, поэтому изыскание путей превращения шарошечных долот в ремонтируемые объекты является актуальной задачей.

Опыт реставрации долот посредством замены лап с заклинившими опорами, когда из двух-трех долот реставрируется одно, себя оправдал, несмотря на значительные трудности связанные с удалением заменяемых лап. В связи с этим актуальным является создание разборных шарошечных долот [2].

Применение шарошечных долот для бурения взрывных скважин по породам сравнительно небольшой крепости нельзя считать оправданным.

Проведенные исследования и опыт эксплуатации конструкций режущих долот, предложенных КузГТУ, ИрГТУ и ГУЦМиЗ показывает, что при бурении пород с $f \leq 6$ большая эффективность процесса бурения может быть обеспечена режущими долотами оснащенными съемными резцами.

В результате испытаний проведенных на разрезах Кузбасса, установлено, что подобные долота обеспечивают в 1,3 \div 1,5 раза больше скорости бурения и на 20–30 % больше износустойчивы, чем шарошечные долота [3].

Применение прочных и износостойких резцов РБ-243 (рис. 2) делает оправданным использование их для оснащения режущих долот, предназначенных для станков вращательного бурения тяжелого типа (СБШ).

Проведенные испытания показали, что упомянутыми резцами вполне возможно резание песчаника с времененным сопротивлением одноосному сжатию 77, МПа и абразивностью 15 мг, т.е. с коэффициентом крепости $f = 5\text{--}8$.

Использование шнекопневматической очистки скважин при бурении их режущими долотами существенно снижает количество пыли, выдаваемой из скважины, и позволяет упростить системы пы-

леулавливания станков.

При бурении скважин по перемежающимся породам комбинированные режуще-шарошечные долота также значительно эффективнее, чем шарошечные.

Разрушение забоя скважины этим долотом осуществляется за счет комбинированного воздействия резцов и шарошек. При этом используются преимущества и в значительной степени устраняются недостатки режущего и шарошечно-го породоразрушающих инструментов.

Так наличие опережающего забоя создает дополнительную обнаженную поверхность, вследствие чего снижаются показатели прочности горной породы. Это повышает эффективность работы шарошек, разрушающих периферийную часть забоя, а размещенные в центре забоя резцы подвергаются минимальному износу.

В долоте возможно расположение резцов на минимальном расстоянии от оси вращения, что не только уменьшает их износ, но и облегчает вписывание в прорезаемые ими канавки.

Шарошки для оснащения долота используются от стандартных трехшарошечных долот.

Недостатком РШД подобной конструкции является не только сложность размещения резцов на корпусе долота, но также жесткое закрепление породоразрушающих элементов на корпусе и непрерывный контакт с породой забоя резцов и шарошек.

При бурении перемежающихся по крепости пород целесообразно иметь подвижным в осевом направлении режущий породоразрушающий орган.

Подвижные режущие органы РШД рационально оснащать съемными типовыми резцами РК-8Б или РБ-243.

Резцы по мере износа могут заменяться новыми или перезатачиваться. Это увеличивает срок службы долота и уменьшает расходы на инструмент.

Комбинированное долото может быть снабжено механизмом, позволяющим прижимать режущий орган к забою или отводить его от него, что дает возможность долоту при необходимости работать или как режущее или как шарошечное.

Подобное долото разработано Иркутским государственным техническим университетом [3].

По породам с повышенной сопротивляемостью взрыву, более эффективные показатели достигаются в скважинах диаметром 150–190 мм. Применение в этих условиях скважин диаметром 215–250 мм приводит к увеличению расхода ВВ на 20–40 % [4].

Наиболее эффективным способом бурения скважин диаметром 150–190 мм в крепких породах является пневмоударное бурение, поэтому уже с шестидесятых годов XX столетия погружные

пневмоударники стали все чаще и все успешнее применяться в зарубежной практике.

Пневмоударное бурение относится сейчас к числу наиболее прогрессивных способов бурения, но на сегодняшний день мы существенно отстаем в этом виде бурения от зарубежного уровня. Главная причина – невозможность обеспечить высокое давление сжатого воздуха.

Для эффективной работы пневмоударника со штыревым инструментом требуется повышение энергии удара в 2–3 раза, т.е. давление воздуха, подводимого к пневмоударнику, 1,8–2,4 МПа, что имеет место за рубежом.

При таком давлении несложно получить высокие скорости бурения, увеличить ресурс машины и стойкость породоразрушающего инструмента [4].

Выпуск станков для бурения пород повышенной прочности погружными пневмоударниками диаметром 160–190 мм не наложен из-за неудачной компоновки моделей станков: несамоходное шасси, автономно расположенный компрессор, оснащение маломощными погружными пневмоударниками и лезвийными долотами с низкой стойкостью. Из-за чего их производительность была 1,5–2 раза ниже чем у аналогичных зарубежных станков.

Повсеместное применение шарошечного бурения приостановило развитие других типов станков. Не было осуществлено серийное производство режущего инструмента для скважин диаметром 200–250 мм.

К последствиям монопольного применения шарошечного бурения относится тенденция формирования парка преимущественно однотипными станками. Это значит, что, несмотря на широкий

диапазон горно-геологических условий, возможности управления параметрами буровзрывных работ ограничены. Кроме того, производство буровзрывных работ по прочным породам в скважинах диаметром более 200 мм не приводит к снижению удельных затрат на единицу добываемой горной массы. На угольных разрезах до 80 % парка представлено станками ЗСБШ-200-60 и 2СБШ-200.

В свете вышеприведенного, представляется, что наряду с коренным усовершенствованием конструкции серийных шарошечных долот и освоением выпуска конкурентоспособного оборудования для пневмоударного бурения скважин в крепких породах первостепенной задачей является совершенствование, прежде всего режущих и режуще-шарошечных долот для станков вращательного бурения тяжелого типа (СБШ). Поскольку эти станки могут и должны оснащаться не только шарошечными долотами, то называть их шарошечными вряд ли имеет смысла.

Карьерные станки вращательного бурения должны быть универсальными и в зависимости от горногеологических условий должны иметь возможность оснащаться режущим, комбинированным (РШД) или шарошечным долотом. В этом случае для бурения скважин в диапазоне диаметров 125–270 мм достаточно иметь всего два типоразмера станков [5].

При этом конструкция станка должна обеспечивать возможность регулирования в широких пределах параметров режима бурения (осевого усилия, частоты вращения и крутящего момента на долоте). Способ очистки скважин должен быть шnekопневматическим с регулированием количества сжатого воздуха, подаваемого в скважину.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Катанов Б.А. Основные направления повышения работоспособности шарошечных долот для угольных разрезов. Топливо-энергетический комплекс и ресурсы Кузбасса, № 5/28. 2006, с. 55–57.
2. Проектирование буровых инструментов для открытых горных, земляных и строительных работ: монография / В. Д. Буткин, А. В. Гилев, С. В. Доронин и др. М.: МАКСПресс, 2003 – 240 с.
3. Техника, технология и опыт бурения скважин на карьерах / Под ред. В. А. Перетолчина – М.: Недра, 1993, - 285 с.
4. 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. 82–86.
5. Катанов Б. А., Воронов Ю. Е. О новом типаже буровых станков для открытых горных работ. Уголь, № 7, 1998, с. 24–26.

□ Авторы статьи:

Катанов

Борис Александрович

– докт. техн. наук, проф. каф. горных машин и комплексов