

откуда

$$a_\delta = \sqrt{F_{сеч} \cdot \xi}, \text{ мм}; \quad h_\delta = \sqrt{\frac{F_{сеч}}{\xi}}, \text{ мм.}$$

Результаты вычислений для нескольких попечных сечений центрирующих блоков приведены на рис. 3. Анализируя полученные зависимости (рис. 3), можно сделать вывод о том, что зависимость $F_x(a_\delta/b_\delta)$ имеет безусловный достаточно вы-

раженный экстремум, то есть существует такое соотношение высоты и ширины блока, при котором достигается максимум центрирующей силы и, следовательно, более полно используется энергия магнитного материала блока. Кроме этого следует отметить, что с увеличением объема блока рациональное соотношение a_δ/b_δ , при котором $F_x \rightarrow \max$ непостоянно и несколько увеличивается.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Захаров А.Ю. Конвейер нового поколения для транспортирования крупнокусковой горной массы // Горные машины и автоматика. - 2003.-№ 12.- С.34-36.
2. Захаров А. Ю. Теория и практика использования магнитных полей для предохранения конвейерных лент: Монография / Кузбасск.гос.техн.ун-т. – Кемерово, 2000. – 156с.

□ Авторы статьи:

Захаров Александр Юрьевич - докт. техн. наук, доц., зав. каф. стационарных и транспортных машин	Ковякин Денис Сергеевич - асс. каф. стационарных и транспортных машин
--	---

УДК 622.23.051

Б.А. Катанов

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КАРЬЕРНЫХ БУРОВЫХ ДОЛОТ

При бурении взрывных скважин на угольных разрезах срок службы шарошечных долот определяется стойкостью опор их шарошек.

Основные причины выхода из строя опор – проникновение породной мелочи через зазор между шарошкой и лапой в полость подшипников и недостаточно надежная смазка [1].

Если в подшипник попадает малоабразивная пыль, то, про никая между дорожками на цапфе и телами качения, она поглощает смазку и спрессовывается. Затем наступает нагрев и заклинивание шарошки. Заклинившие шарошки быстро изнашиваются вследствие истирания о забой. Самое качественное долото выходит из строя в крепких породах через 10 – 15 м после забивания опор буровой мелочью.

Анализ изношенной поверхности невращающейся шарошки позволяет сделать вывод, что основным видом износа ее поверхности является абразивный износ при скольжении без

вращения.

Если же пыль, попадающая в подшипник абразивная, то она интенсивно изнашивает дорожки на шарошке и цапфе, а также тела качения. В этом случае долото быстро выходит из строя из-за износа подшипников и нарушения вследствие этого нормального режима бурения, но заклинивание шарошек при этом не происходит.

Основными видами износа опорных поверхностей цапф являются выкрашивание и сколы, осовидный и абразивный износ. Во всех случаях выкрашиванию и сколу предшествует возникновение мелких трещин, расположенных в зоне максимальных контактных нагрузок. Большинство трещин располагается почти перпендикулярно к направлению движения опорных элементов.

Опорные поверхности (дорожки) цапф изнашиваются больше, чем опорные поверхности шарошек. Это объясняется тем, что при вращении участки опорной поверхности шарошки

вступают в контакт с цапфой последовательно. Особенностью работы опорных поверхностей цапф является их одностороннее нагружение (снизу).

Износ тел качения (шариков и роликов) определяется конструктивными особенностями долот. В ряде случаев изношенные тела качения не теряют своей формы и имеют относительно гладкую поверхность.

Изменение формы, раскальвание и выкрашивание шариков и роликов - результат высоких контактных напряжений и зажимов. Появление расколотых тел качения способствует перегрузке оставшихся целых и ускоряет их износ и раскальвание. Стойкость долот, имеющих опоры по схеме ролик-шарик-ролик, больше чем долот с опорами по схеме шарик-шарик-ролик. Нарушение нормального режима бурения вызывает возникновение вибраций долота, бурового става и станка.

Вибрации буровых станков оказывают негативное влияние на процесс бурения, надежность

и долговечность механизмов станка. Неблагоприятно воздействуют они также на обслуживающий персонал.

Снижение уровня вибраций имеет существенное значение как для создания комфортных и безопасных условий труда обслуживающего персонала буровых станков, так и для повышения их надежности. В связи с этим первостепенное значение приобретает выявление влияния износа долота на уровень вибрации и разработка рекомендаций по их устранению или ограничению.

Одним из путей решения этой проблемы является разработка долот со встроенными в их корпус упругими элементами.

Существенное влияние на стойкость опор долота оказывает их охлаждение. У серийных шарошечных – охлаждение опор осуществляется сжатым воздухом, поступающим в опоры через каналы в лапах.

При этом основная часть воздуха (75 – 95 %) поступающего в долото через центральный канал или сопла идет на очистку скважины и зубьев шарошек, а воздух поступающий через каналы в лапах опоры шарошек выходит в скважину через зазоры между шарошкой и лапой. Если этот зазор мал, то в опору попадает незначительное количество воздуха, а при большом зазоре в опору через него попадает пыль и шлам. Так как смазка в опору при этом поступает также лишь со сжатым воздухом и определяется его количеством, то заклинивание и нагрев опор не только результат проникновения в нее породной мелочи через зазор между шарошкой и лапой, но и недостаточно надежной смазки. 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 предотвра-

щения попадания в опоры пылевых частиц, образующихся в забое.

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 наиболее подверженных перекосам и заклиниванию роликов подшипников скольжения в виде втулок из антифрикционного материала при их надлежащей смазке и герметизации, что может быть обеспечено при маслонаполненной опоре и минимальном зазоре между поверхностями лапы и шарошки [2].

При такой конструкции опор нет необходимости подвода в них воздуха через каналы в лапах и цапфах долот. Охлаждение долота должно надежно обеспечиваться подачей в скважину достаточного для этого количества сжатого воздуха или воздушно-водяной смеси, действие которой на герметизированные опоры будет исключено.

При бурении взрывных скважин по сравнительно некрепким ($c f \leq 6$) породам станками вращательного бурения тяжелого типа (СВШ) целесообразно использовать режущие буровые долота с простой конструкцией и невысокой стоимостью.

При правильном выборе режима бурения режущее долото обеспечивает высокую эффективность процесса разрушения. В процессе работы долото затупляется, вследствие чего снижается производительность станка или возрастает потребляемая мощность. По этой причине режущий инструмент не пригоден для разрушения крепких и абразивных пород. Проведенные исследования КузГТУ и ИрГТУ показали, что существенное увеличение скоростей бурения и значительное снижение пылеобразования при бурении могут быть достигнуты при

разработке и внедрении в практику бурения режущих и комбинированных долот, оснащенных съемными стержневыми резцами.

Совершенствование конструкции долот карьерных буровых станков является одним из резервов повышения их производительности и снижения затрат на добычу полезных ископаемых.

В ходе проведения исследований было установлено, что эффективное использование твердого сплава при одновременном увеличении скорости бурения может быть получено при применении долота с режущей кромкой, состоящей из отдельных участков, т.е. прерывистой, что достигалось установкой на корпусах долот съемных стержневых резцов.

Наилучшие результаты были достигнуты при оснащении режущих долот породными резцами, предназначенными для исполнительных органов проходочных комбайнов.

Долота подобной конструкции были предложены Кузбасским и Иркутским политехническими институтами [3].

КузГТУ были предложены для оснащения режущих долот резцы и цилиндрическими хвостовиками, изготовленные из типовых породных резцов, при использовании которых существенно упрощается изготовление отверстий-гнезд в корпусе долота.

Одним из важнейших требований, предъявляемых к резцам, устанавливаемым на буровых долотах, является обеспечение их вписывания в прорезаемые ими концентрические канавки малого радиуса, т.к. вследствие плохого вписывания возникает трение боковой или хвостовой частей головки резца о стенки канавки.

При наклонной установке резца на корпусе долота пластинкой твердого сплава может быть армирована только часть передней грани, образующая рабочую режущую кромку. При

этом обеспечивается не только вписывание резцов на радиусах r_{min} , сравнимых с размерами рабочей части резца, но и режуще-скользящая схема разрушения породы на забое скважины, т.к. резцы, установленные наклонно на корпусе долота, прорезая канавки треугольного сечения одновременно в качестве скальвателей, разрушают целики, образующиеся между канавками. При этом, вследствие несимметричности передней грани резца, рабочей является только одна боковая кромка, что делает излишним армирование твердым сплавом всей поверхности передней грани.

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

Одним из основных принципиальных недостатков режущих буровых долот с закрепленными на корпусе резцами является значительная трудоемкость операции по замене резцов.

Для этого необходимо извлекать долото из скважины. Кроме того, затупление резцов, расположенных на разных расстояниях от оси вращения, раз-

лично и поэтому одновременная замена всех резцов нерациональна. Все это осложняет свое временную замену и заточку резцов.

НИИОГРом разработаны буровые долота с вращающимися резцами (ДРВ). Эти долота обеспечивают более высокую скорость проходки и отличаются значительно большей стойкостью (по сравнению с режущими долотами с постоянным контактом резцов с забоем) [4]. Вращение детали с породоразрушающими элементами обеспечивает:

- невысокую скорость вращения режущего элемента, что позволило применить опору скольжения;

- увеличение ресурса резцов.

При бурении в результате вращательного и поступательного движения резцы обычного режущего долота перемещаются относительно оси скважины по винтовым траекториям и весь свой путь проходят в постоянном контакте с породой. Общий путь трения каждого резца различен и пропорционален радиусу его расположения на корпусе долота. У долота ДРВ вследствие дополнительной степени свободы и вращательного движения резцов относительно корпуса долота каждый зуб описывает сложную траекторию, работая с переменным радиусом и образуя на забое спиральную канавку. При этом в

контакте с породой зуб проходит не более 3/8 своего пути; на протяжении 5/8 пути он не контактирует с породой. Все зубья проходят равный путь в контакте с породой, что способствует их равномерному износу.

За последние годы буровой инструмент существенно усовершенствован. Разработан и применяется новый режущий инструмент диаметром 214 и 244 мм для тяжелых станков с воздушной очисткой скважин. Изменилась технология изготовления инструмента: применяются литые и штампованные корпуса долот, метод пайки и термообработки при армировании твердым сплавом с применением токов высокой частоты и станков-полуавтоматов.

Определен и ряд принципов дальнейшего совершенствования шарошечных и режущих долот для расширения области их применения: прерывистый контакт резцов с забоем; применение сменных породоразрушающих элементов; оптимизация аэродинамических характеристик процесса бурения в целом.

Одним из перспективных направлений совершенствования бурового инструмента для разрезов является создание режуще-шарошечного инструмента, обеспечивающего эффективное бурение в условиях открытых горных разработок [5, 6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Катанов Б.А. Основные причины износа шарошечных долот и пути его снижения. Горные машины и автоматика, № 2, 2003, с. 13-14.
2. Катанов Б.А. Совершенствование шарошечных долот. Уголь, № 12, 2002, с. 18-20.
3. Катанов Б.А. Режущие буровые долота со съемными породоразрушающими элементами. Вестник КузГТУ, № 3, 2002, с. 36-39.
4. Буткин В.Д., Полянский В.Ф., Чернецкий О.В. (НИИОГР) Режущие буровые долота на разрезах: Обзор / ЦНИИЭИуголь. – М., 1981, 22 с.
5. Катанов Б.А. Новая конструкция режуще-шарошечного долота. Горная промышленность, 2001, № 3, с. 53-54.
6. Катанов Б.А. Буровые долота со встроеннымми упругими элементами. «ТЭК и ресурсы Кузбасса» № 1 / 10, 2003, с. 70-73.

□ Автор статьи:

Катанов

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