

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ
УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени ИСЛАМА КАРИМОВА**

«УТВЕРЖДАЮ»
Главный инженер Навоийского
горно-металлургического комбината
Снитка Н.П.
" 25 " 2017 г.

«УТВЕРЖДАЮ»
Начальник отраслевой инспекции по
надзору за угольной, горнорудной и
нерудной промышленностью, и геолого-
маркшейдерскому контролю
ГИ «САНОАТТЕОКОНТЕХНАЗОРАТ»
Халматов Б.И.
" " 2017 г.

**МЕТОДИКА
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОПОРНЫХ
УЗЛОВ ОДНОШАРОШЕЧНЫХ БУРОВЫХ
ДОЛОТ**

Ташкент – 2018

УДК 621.235 (075.3)

Методика совершенствования опорных узлов одношарошечных буровых долот. Сост.: Стеглянов Б.Л., Норов Ю.Д., Тошов Ж.Б. – Ташкент, 2018–16 с.

В работе исследовано уплотнение опоры одношарошечного бурового долота, в результате которого созданы опоры шарошечного долота с надежной подпиткой смазочным материалом из кольцевой выемки контактирующих металлических колец в процессе кругового движения их относительно друг друга.

В данной работе предназначена для инженерно-технических работников, научных сотрудников, соискателей, занимающихся вопросами разрушения горных пород взрывом, а также бакалавров и магистрантов горных вузов и факультетов.

Рецензенты: док. техн. наук, доцент Насиров У.Ф.;
док. техн. наук, доцент Заиров Ш.Ш.

*Печатается по решению учебно-методического совета Ташкентского
государственного технического университета*

ВВЕДЕНИЕ

Значительный вклад в развитие научных основ и создание высокоэффективных породоразрушающих инструментов внесли ученые Агашашвили Т.Г., Алимов О.Д., Барон Л.И., Бингхем М.Г., Кутузов Б.Н., Башкатов Д.Н., Владиславлев В.С., Катанов Б.А., Крюков Г.М., Маньковский Т.И., Мамаджанов У.Д., Стеклянов Б.Л., Перетолчин В.А., Ракишев Б.Р., Рахимов А.К., Симонов В.В., Симкин Б.А., Торгашов А.В., Федоров В.С., Хесин Г.А., Шрейнер Л.А., Эйгелес Р.М., Bentson H.G., Garret I., Teggart B., Tetley N., Partin U., Munger R., Zhang L., Patty A. и др. Ими достигнуты значительные успехи в совершенствовании конструкций и работоспособности различных конструкций долот.

До настоящего времени разработка научных основ создания новых и совершенствования существующих породоразрушающих буровых инструментов проводилась в основном в двух направлениях: исследование напряженно-деформированного состояния пород при воздействии на полуплоскости и исследование динамики породоразрушающих инструментов. Вместе с тем существуют нерешенные проблемы, обусловленные отсутствием связи между условиями идеализации свойств горных пород и условиями работы рабочих органов. Вывод параметрических уравнений кинематики долота получен без учета сил внедрения его рабочих органов в забойную породу скважины. Кинетические критерии оценки буровых долот вычисляются в настоящее время при заданных величинах внедрения и носят относительный характер их работоспособности.

В мировой практике разработка и оптимизация динамики породоразрушающих буровых инструментов на детерминированной основе является актуальной научной проблемой и имеет важное научное и практическое значение при бурении скважин на открытых горных работах.

Исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ Ташкентского государственного технического университета и Навоийского государственного горного института на темы: «Повышение эффективности бурения взрывных скважин при разработке месторождений открытым способом» (2006-2009

гг.), «Обоснование и разработка новой конструкции одношарошечных долот для бурения взрывных скважин» (2010-2012 гг.), «Разработка научных основ конструирования шарошечных и комбинированных долот для бурения взрывных скважин на открытых горных работах» (2012-2016 гг.), «Разработка и испытание породоразрушающего бурового инструмента нового поколения для бурения скважин» (2016-2017 гг.), «Повышение эффективности бурения взрывных скважин на карьерах путем разработки и внедрения унифицированного долота» (2008 г.).

Методика совершенствования опорных узлов одношарошечных буровых долот

К конструкциям опор шарошечных буровых инструментов предъявляются особые требования: соответствующее качество материалов опорных поверхностей, качество смазочных материалов, высочайшая точность при изготовлении долот и, конечно, конструктивная схема подшипниковых узлов в шариковом, роликовом, скользящем исполнении.

Огромный прогресс в проектировании буровых долот был достигнут при внесении в опорные узлы буровых долот их герметизации. Но она потребовала высочайшей точности при изготовлении, использовании соответствующей технологии подбора материала для герметизирующих узлов в части резиновых и металлических колец с самыми различными свойствами по упругости и износостойкости. В опорах скольжения стали применяются драгметаллы, в том числе вольфрамокобальтовые сплавы и серебро в подшипниках скольжения. Появились и маслонаполненные герметизирующиеся опоры, т.е. более сложные по конструкции и кинетике герметизирующие узлы, требующие необходимых пространств и новых технических решений.

Все это необходимо было учитывать при проектировании буровых долот в одношарошечном исполнении, а точнее искать на базе накопившегося опыта наиболее приемлемые технические решения с учетом специфики работы опорных узлов в одношарошечных долотах. Специфика эта заключалась в том, что имелись большие возможности по размещению герметизирующих узлов. Но при этом необходимо было учитывать скорости скольжения трущихся поверхностей, сравнивая их с аналогичными скоростями в конструкциях трехшарошечных долот. Дело в том, что оптимальные передаточные отношения – i у одношарошечных долот находятся в пределах $i \approx 0,75$, а у трехшарошечных - в пределах $i \approx 1,35$. Но при этом необходимо было учитывать сравнительные линейные скорости трущихся поверхностей (цапфа - шарошка) тех и других конструкций долот того или иного диаметра.

При этом нельзя было не воспользоваться пространственным преимуществом, которое предоставляет конструктивная схема одношарошечных долот. Само по себе напрашивалось новое техническое решение в форме многократного дублирования тех или иных конструктивных схем в одном герметизирующем узле. На этом во-

просе мы остановимся более подробно при описании нашего нового технического решения. Здесь отметим лишь то, что при проектировании таких узлов необходимо было учитывать, а точнее разрабатывать технологию сборки буровых долот при наличии автономных по динамике трущихся поверхностей таких опорных узлов, не нарушая их целостность и заданные пределы поджатая.

Безусловно, это техническое решение перспективно и потребует немалых усилий и времени в плане сравнительных экспериментальных работ до полного исчерпания его потенциала.

И следует при этом отметить, что в данном техническом решении были задействованы вопросы функционирования динамических систем в аспекте предоставления возможности функционирования трущимся элементам таких опор с наименьшей затратой энергии и, следовательно, в оптимальных для них режимах.

При этом одно обстоятельство, которое необходимо было учитывать, заключается в том, чтобы обеспечить заданный режим функционирования таких опорных узлов по мере осевого смещения шарошек на цапфах из-за подняла подшипников качения; упорного и замкового подшипников.

Конечно, это должно быть в минимальных пределах, но и оно должно быть подстраховано. В этом плане герметизирующий узел, монтируемый в теле шарошки, должен был иметь возможность линейного перемещения по поверхности цапфы без нарушения заданной динамики трущихся поверхностей.

И еще одно условие нами было предусмотрено при проектировании новых герметизирующих узлов, заключающееся в том, что каждый узел (а их как будет показано ниже два - нижний и верхний) должен быть обеспечен автономным узлом смазки. Это чрезвычайно важное условие, поскольку обеспечивает долговременное сохранение смазочного материала в области подшипников качения и скольжение.

Конечно, задействованное это новое техническое решение в конкретных конструкциях буровых одношарошечных долот имеет огромный потенциал в плане долговременного обеспечения заданного механизма разрушения горной породы на забое скважины. И поэтому оно нами было апробировано в реальных условиях с целью не только обеспечения эффективной работоспособности разработанных нами конструкций одношарошечных долот увеличенного диаметра, но и с целью обеспечения им конкурентоспособности в перспективе.

Надежная герметизация опоры одношарошечного долота весьма важная его динамическая составляющая, целью которой является долговременное обеспечение заданного механизма разрушения горной породы, т.е. динамики вооружения долота. И поэтому она вторична в достижении общей цели - обеспечении максимального использования потенциала вооружения. Если вооружение шарошки будет спроектировано без использования максимального потенциала по механической скорости бурения, то и герметизация не даст максимального эффекта при бурении скважин. Все должно быть подчинено обеспечению максимального эффекта по разрушению горной породы: и оптимальная динамика опорных узлов, и оптимальная динамика процесса очистки забоя от выбуренного шлама и выноса его на дневную поверхность. И здесь встает еще один вопрос - оптимизация промывочных узлов шарошек. Методике разрешения этого вопроса посвящен наш следующий раздел.

Но самое главное и эффективное использование этой закономерности должно быть при конструировании и оптимизации промывочных узлов одношарошечных долот.

Не вдаваясь в детали конструкции такого промывочного узла, заметим то, что эта закономерность присуща и гидродинамическим системам которыми и являются промывочные узлы шарошечных долот, да и буровых долот любых иных конструкций.

И дело в том, что на базе упомянутой закономерности были объяснены, так называемые, вторичные эффекты гидродинамики. Именно это и послужило нам отправной точкой при проектировании промывочных узлов буровых породоразрушающих инструментов. При этом основной целью на сегодняшний день является избавление от процесса сальникообразования, что в значительной степени отрицательно влияет на показатели бурового процесса, и особенно при бурении скважин в мягких глинистых породах. И поскольку планируемые конструктивные схемы новых промывочных узлов находятся в процессе экспериментальных исследования и патентования, то мы заострим здесь внимание лишь на основных вопросах, связанные с динамикой омываемых тяжелых частиц, которыми и являются шламовые частицы, составляющие материал образуемых сальников.

Вывод заключается в том, что по всем составляющим динамику одношарошечного долота при его проектировании необходимо исходить из фундаментальных законов природы. В нашем случае

этим фундаментом является «Закономерность затрат энергии динамических систем от сил сопротивления движению», которая детально изложена в пятой главе.

Теперь встают вопросы, связанные с оптимизацией динамических составляющих по совершенствованию опорных поверхностей шарошечных узлов и по оптимизации динамики промывочной жидкости в области буровых долот, обозначенных в схеме (рис. 1, 2).

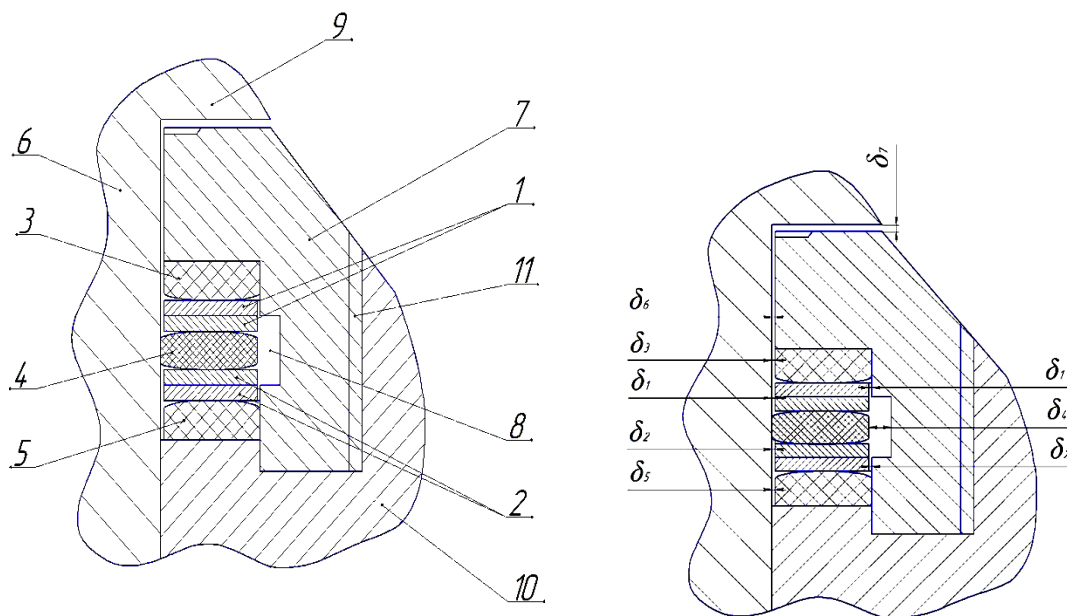


Рис. 1. Уплотнения опоры одношарошечного бурового долота
а) конструктивные элементы устройства уплотнения; б) расположение зазоров в системе уплотнения

Обратимся в начале к вопросу оптимизации опорных узлов одношарошечных долот.

Известно буровое долото, у которого уплотнение опоры заключается в том, что по неподвижному металлическому кольцу на эластичной кольцевой подкладке вращается металлическое кольцо, подпертое эластичным кольцом со стороны шарошки (RU №2107800).

Недостатком этого технического решения является ничем не гарантированная стабильность посадки вращающегося кольца, размещенного в теле шарошки к легко нарушающий натяг между подвижным в выточке шарошки и неподвижным на теле цапфы кольцами из-за непосредственного контакта подвижного кольца с цапфой.

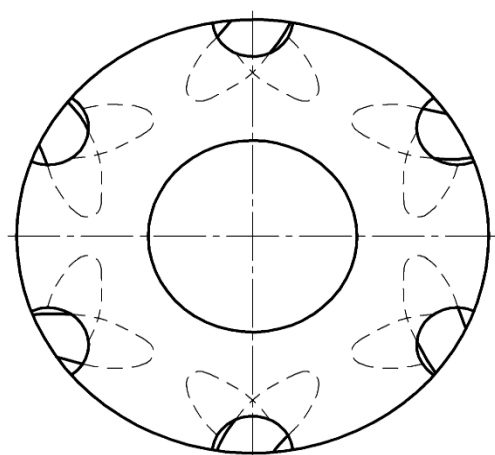
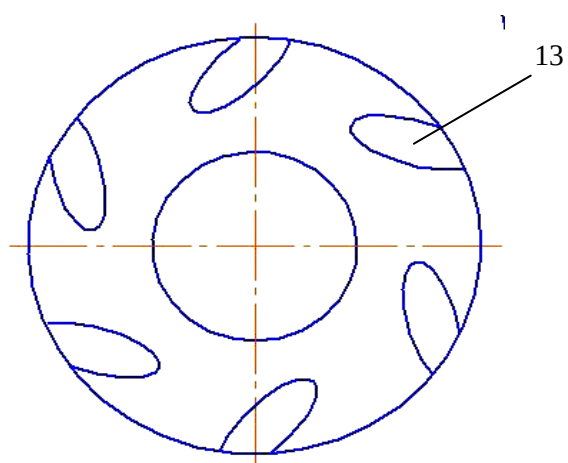
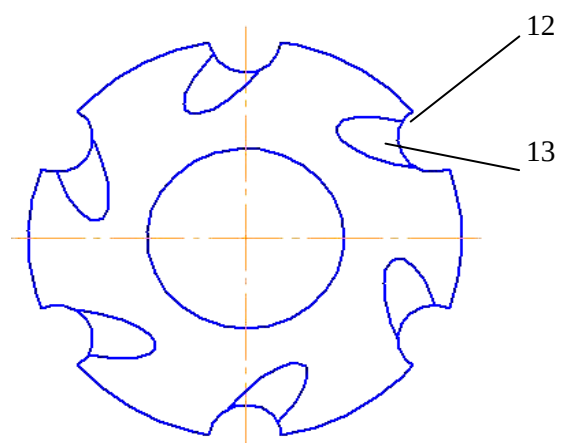


Рис. 2. Металлическое кольцо для устройств уплотнения
а) с дуговыми выемками; *б)* с хордонаправленными канавками;
в) контактирующее с ним кольцо только с хордонаправленными канавками

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому техническому решению является уплотнение опоры шарошечного долота по патенту №IAP 03953 UZ, где надежность уплотнения обеспечивается за счет улучшенной и сдублированной системы размещенных металлических и эластичных колец в проточке шарошки и за счет выноса контактирующих поверхностей металлических колец подпертых эластичными кольцами в неконтактную непосредственно с телом шарошки и цапфой плоскость. Эта задача решена за счет того, что в опоре шарошечного долота, содержащей цапфу для установки на ней шарошки с расточкой, уплотнение в виде контактирующих друг с другом металлических и эластичных колец, в теле шарошки с зазорами относительно цапфы и лапы долота установлена фиксирующая уплотнение в расточке тела шарошки посредством резьбового соединения центрирующего оправка, в которой выполнена кольцевая выемка под смазочный материал, при этом металлические кольца уплотнения установлены с обоими радиальными зазорами относительно цапфы и центрирующей оправки поперечно подперты с обеих сторон эластичными кольцами, причем крайние эластичные кольца установлены с односторонними радиальными зазорами относительно поверхности цапфы, в срединное эластичное кольцо с радиальным зазором относительно шарошки – внутри кольцевой выемки.

Выполнение уплотнения опоры шарошечного долота в такой форме решает вопрос повышения её износостойкости, а следовательно, и повышения эффективности бурового долота за счет увеличения времени его работы с заданной динамикой разрушения горной породы при бурении скважин.

Недостатком этого технического решения является ничем не гарантированная подача смазочного материала из кольцевой выемки под смазочный материал, поскольку относительные радиальные смещения контактирующих металлических колец весьма ограничены конструктивно и эффективны при жестком поджатии друг к другу.

Задачей изобретения является создание опоры шарошечного долота с надежной подпиткой смазочным материалом из кольцевой выемки контактирующих металлических колец в процессе кругового движения их относительно друг друга.

Поставленная задача решается тем, что на периферии контактирующих плоскостей металлических колец имеются направленные

по хордам с укороченными их длинами канавки, причем направления их в план однозначны относительно хода часовой стрелки и у одного из этих контактирующих колец канавки выполнены исходящими из дуговых выемок, выполненных по торцу этого кольца.

Выполнение контактирующих колец в описанной выше форме гарантирует постоянное поступление смазочного материала из выемок под смазочный материал через перекрещивающиеся в процессе относительного кругового движения контактирующих металлических колец по укороченным хордонаправленным канавкам. А это способствует повышению абразивной стойкости опоры бурового долота и, следовательно, его эффективности в процессе бурения скважин.

Сущность изобретения поясняется чертежами (рис. 1 *а*) конструктивных элементов устройства уплотнения, а на рис. 1. *б* – расположения зазоров в системе этого уплотнения.

Уплотнение опоры шарошечного долота (рис. 1, 2) состоит из системы попарно контактирующих металлических колец 1 и 2 с обоими радиальными зазорами $\delta 1$ и $\delta 2$ и подпертых поперечно с обеих сторон эластичными кольцами 3, 4, 5 с односторонними радиальными зазорами $\delta 3$, $\delta 4$, $\delta 5$. При этом крайние эластичные кольца 3 и 5 установлены с радиальными зазорами $\delta 3$ и $\delta 5$ относительно цапфы 6, а срединное эластичное кольцо 4 с радиальным зазором $\delta 4$ относительно шарошки 10 внутри выемки 8 под смазочный материал центрирующей оправки 7, установленной с зазорами $\delta 6$ и $\delta 7$ относительно цапфы 6 и лапы 9 долота и фиксирующей систему колец в расточке тела шарошки 10 посредством резьбового соединения 11. При этом одно из пары колец 1 и 2 (рис. 1) выполнено с дуговыми выемками 12 (рис. 2, *а*) и хордонаправленными канавками 13 (рис. 2, *б*), а второе контактирующее с ним кольцо только с хордонаправленными канавками 13 (рис. 2, *а, б*). Работает уплотнение опоры шарошечного долота следующим образом.

При вращении шарошки 10 вокруг цапфы 6 относительное круговое перемещение их в этом уплотнении осуществляется через плотно контактирующие пары металлических колец 1 и 2, которые, в свою очередь, имеют возможность относительно упругого радиального перемещения за счет радиальных зазоров $\delta 1$, $\delta 2$, $\delta 3$, $\delta 5$ и эластичных колец 3, 4, 5. При этом пары металлических колец 1 и 2 способны, не выходя из плоскостного контакта, упруго отреагировать на радиальные, угловые и осевые колебательные перемещения шарошки 10 относительно цапфы 6. Исключается и прихват тру-

щихся пар металлических колец 1 и 2 по причине предоставленных им возможностей плотно-контактных относительных радиальных колебательных смещений и в силу того, что их трущиеся поверхности постоянно снабжаются смазочным материалом из кольцевого резервуара 8 за счет того, что смазочный материал из резервуара 8 постоянно будет поступать на контактирующие поверхности пары колец 1 и 2 через посредство периодического перекрестного пересечения укороченных хордонаправленных канавок 12 с дугообразными выемками 13 (рис. 2,в), перекрещивающимися с ними кольцом только с хордонаправленными канавками 12 (рис. 2,б).

Опора шарошечного долота, содержащая цапфу, шарошку, установленную с зазорами относительно цапфы и посредством резьбового соединения в теле шарошки центрирующую оправку, в которой выполнена кольцевая выемка под смазочный материал, и уплотнение в виде эластичных и попарно контактирующих друг с другом металлических колец, при этом металлические кольца уплотнения установлены с обоесторонними радиальными зазорами относительно цапфы и центрирующей оправки и поперечно подперты с обеих сторон эластичными кольцами, установленными с односторонними радиальными зазорами относительно цапфы, а срединное эластичное кольцо – с радиальным зазором относительно шарошки внутри кольцевой выемки, отличающаяся тем, что на периферии плоскостей попарно контактирующих металлических колец выполнены направленные по хордам канавки, причем направления их в плане однозначно относительно хода часовой стрелки, при этом на одном из пары контактирующих металлических колец канавки выполнены исходящими из дуговых выемок, выполненных по краю кольца.

Литература

1. Стеклянов Б.Л. О многогранном формировании сечений скважин / Изв. АН УзССР. Серия техн. наук, 1985. – №1. – С. 57-59.
2. Абрамсон М.Г., Гянджунцев П.А., Никитин С.В. Экспресс-метод сравнительной оценки показателей и эффективности работы породоразрушающих буровых инструментов / РНТС. – Серия «Бурение», 1981. – №11. – С. 15-19.
3. Калинин А.Г., Левицкий А.З., Никитин Б.А. Технология бурения разведочных скважин на нефть и газ. – М.: Недра, 1998. – 440 с.
4. Тошов Ж.Б. Повышения эффективности бурения взрывных скважин на путях оптимизации трех составляющих динамики буровых долот // Горный информационно-аналитический бюллетень. – Москва, 2014. – №6. – С. 281-287
5. Тошов Ж.Б. Пути и средства борьбы с процессом сальникообразования при бурении скважин // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2016. – №1. – С. 45-49.

This image shows a full page of white paper with horizontal blue or grey ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page, providing a template for handwriting practice or general note-taking. There are no margins, text, or other markings on the page.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Методика совершенствования опорных узлов одношарошечных буровых долот	5
Литература	13

Редактор

Ахметжанова Г.М.