

**Ю.Г.МАТВЕЕВ, А.Н.ПОПОВ, Р.А.ИСМАКОВ,  
О.Г.БЛИНКОВ, А.И.МОГУЧЕВ, Ю.И.САМОХОДОВ**

Уфимский государственный нефтяной технический университет, ОАО «Уралбурмаш»,  
Россия

## **РАЗРАБОТКИ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ГЕРМЕТИЗАЦИИ И СИСТЕМ СМАЗКИ ОПОР ВЫСОКООБОРОТНЫХ ШАРОШЕЧНЫХ ДОЛОТ**

Беспрецедентно сложные условия работы опор шарошечных долот, приводящие во многих случаях к их выходу из строя на начальной стадии эксплуатации, требуют не только детального изучения работы и изнашивания отдельных элементов опор, но и дальнейшего поиска путей их совершенствования.

Исследования работы систем герметизации и смазки опор серийных и опытных шарошечных долот проводятся нами на специализированном стенде [3], который позволяет моделировать условия работы натуральных образцов уплотнений и работу пассивной (серийной) и принудительной расходной систем смазки. За последние годы стенд усовершенствован и позволяет моделировать частоту вращения шарошки, частоту и амплитуду осевых колебаний шарошки, угол перекоса оси шарошки относительно оси цапфы, эксцентриситет осей шарошки и цапфы, предварительный осевой натяг торцовых уплотнений, предварительный радиальный натяг радиальных и радиально-торцовых уплотнений, избыточное давление смазочного материала в опоре, абразивность промывочной жидкости. Выходными показателями работы уплотнений являются момент и температура трения уплотнения, скорость его изнашивания, абсолютное время до наступления потери работоспособности, давление разгерметизации уплотнения, рас-

ход смазочного материала через него. На основе полученных данных делается вывод о работоспособности уплотнения, его износостойкости и возможности применения в долотах. Окончательные заключения делаются на основе анализа промысловых испытаний долот с новыми системами герметизации и смазки.

Повышению работоспособности и стойкости уплотнений герметизированных опор шарошек уделяется большое внимание не только в нашей стране, но и за рубежом. Конструкции уплотнений должны отвечать следующим основным требованиям: малые габаритные размеры, позволяющие разместить их в опорах без существенного ослабления подшипников; низкая стоимость; недефицитность материалов; высокая работоспособность при увеличивающихся в процессе работы зазорах в опорах; ресурс работы больший, чем у подшипников опор. Основное направление зарубежной практики – создание твердосплавных торцовых комбинированных уплотнений. Эти уплотнения имеют стойкость, значительно превышающую стойкость опор долот, но технология их изготовления и материалы таковы, что стоимость работ существенно возрастает. Кроме того, увеличенные осевые размеры таких уплотнений не позволяют использовать их в долотах наиболее распространенных диаметров 190,5 и 215,9 мм без существенного ослабления подшипников опор. Особую сложность вызывает разработка уплотнений для долот с повышенными и высокими частотами вращения. Она обусловлена более высокими значениями скорости относительного перемещения шарошки и цапфы, мощности трения и, как следствие, температуры в опоре и на поверхностях трения, а также скорости увеличения зазоров в подшипниках.

Проведенные нами исследования показали, что в настоящее время наиболее перспективными направлениями совершенствования систем герметизации опор являются выбор износостойких антифрикционных материалов либо обеспечение щадящих режимов работы уплотнений. Второе направление реализуется нами в виде разработки новых конструкций уплотнений, геометрии и поиска оптимальных геометрических параметров уплотняемых поверхностей шарошки и цапфы, а также использования принудительной смазки подшипников опор и уплотнений за счет применения наддолотных лубрикаторов. Избыточное давление в опоре обеспечивает продавливание смазочного материала через опору (принудительное смазывание), что, в свою очередь, снижает момент трения уплотнения, существенно улучшает смазывание подшипников и препятствует проникновению абразива из промывочной жидкости в зону трения уплотнения и опору. В конечном счете это не только приводит к повышению стойкости опор, но и позволяет существенно увеличить допустимую частоту вращения долот.

В содружестве с ОАО «Уралбурмаш» нами разработано уплотнение радиального типа для высокооборотных долот, которое успешно прошло стендовые испытания. Уплотнение отличается от серийного формой расточки в шарошке и подбором оптимальных геометрических параметров расточки. Причем варианты уплотнения могут работать как с серийной пассивной системой смазки, так и с использованием принудительной расходной системы смазки. Испытания показали, что даже при увеличенном по отношению к серийным долотам предварительном радиальном натяге уплотнения на 20 % момент трения уплотнения ниже на 50 %. Давление разгерметизации уплотнения внутренним избыточным давлением смазочного материала в опоре, создаваемым за счет принудительной расходной системы смазки, составляет 0,8 МПа, что приблизительно соответствует давлению разгерметизации долот с опорами типа НУ диаметром 215,9 мм, которые нами длительное время обрабатываются с применением принудительной системы смазки в виде наддолотных лубрикаторов. Увеличение избыточного давления смазочного материала в опорах до 0,3 МПа снижает момент трения уплотнения в 5 раз. Разработаны рабочие чертежи данной конструкции уплотнения и переданы в ОАО «Уралбурмаш».

Основной проблемой при разработке конструкций наддолотных лубрикаторов является обеспечение устойчивой подачи смазочного материала в систему смазки опоры шарошки. Для этого нами были аналитически и экспериментально обоснованы и изготовлены два типа регуляторов расхода смазочного материала, описание и конструкции которых даны в работе [4, с.67-78]:

1) регулятор для поддержания постоянного избыточного давления в полости опоры, работающий на принципе дифференциального клапана-отсекателя (а.с. № 1460179) [1];

2) регулятор для поддержания постоянного расхода смазочного материала через опору, работающий на принципе изменения его гидравлического сопротивления (длина щели) в соответствии с изменением перепада давления на долоте (а.с. № 1444502) [2].

По договору с Ижевским УБР ОАО «Удмуртнефть» разработаны, изготовлены и испытаны наддолотные лубрикаторы с поршнем, разделяющим смазку и промывочную жидкость и движущимся сверху вниз [4]. С лубрикаторами были использованы оба типа регуляторов. В качестве смазочных материалов применяли серийные масла МС-20 и гипоидное (ТУ НЗ-128-63), а также разработанное в УГНТУ масло СД-1. Испытания с лубрикаторами, оснащенными регуляторами названных типов, не выявили существенных преимуществ одного типа регулятора перед другим. Однако регулятор расхода был проще по конструкции и в обслуживании. В среднем по Ижевскому УБР получено увеличение проходки на долото на 85 % и стойкости долот на 68 %.

Промысловые испытания наддолотных лубрикаторов с движением поршня сверху вниз выявили его недостатки:

1) зашламовывание полости над поршнем и заклинивание его при заправке, если были нарушены правила эксплуатации;

2) при износе поршня и незначительном попадании бурового раствора в смазку раствор поступал в систему смазки долота.

Эти недостатки были устранены при создании лубрикатора с движением поршня снизу вверх [4]. Конструкция лубрикатора приведена на рисунке, его технические характеристики следующие: внешний диаметр 172-186 мм; общая длина 800 мм; объем резервуара для смазочного материала 1,5-2 л (превышает объем смазочного материала в системе смазки долота в 15-20 раз); смазочные материалы (масла): СД-1 (разработчик – кафедра бурения УГНТУ), МС-20, ТАД-17и.

В конструкции данного лубрикатора удалось устранить зашламовывание, отвод смазки в долото осуществляется с верхнего уровня. Лубрикаторы описанной конструкции испытаны на буровых АНК «Башнефть». Последние испытания наддолотных лубрикаторов с долотами типа 215,9ТЗ-ГНУ(RO5) показали более чем трехкратное увеличение стойкости долот и проходки на долото.

Чертежи усовершенствованного наддолотного лубрикатора с движением поршня снизу вверх также переданы для изготовления в ОАО «Уралбурмаш» с целью отработки данной конструкции.

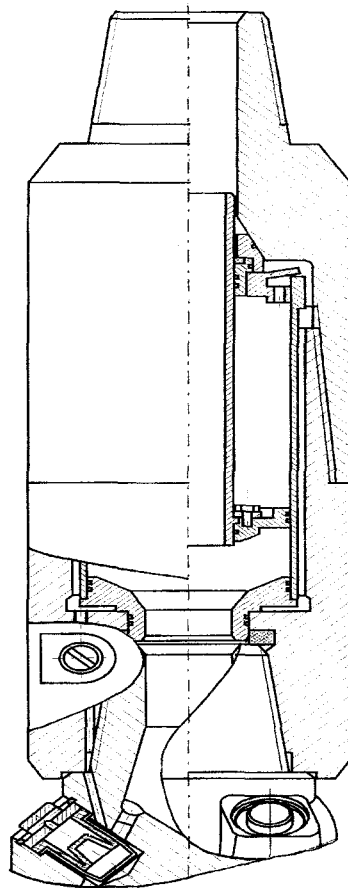
## ЛИТЕРАТУРА

1. А.с. 1460179 СССР. Наддолотный лубрикатор / Б.Н.Трушкин, А.Н.Попов, Г.И.Пьянзин, Ю.Г.Матвеев и Ю.И.Самоходов // Открытия. Изобретения. 1989. Бюл. № 7.

2. А.с. 1444502 СССР. Устройство для смазки опор шарошечного долота / А.Н.Попов, Б.Н.Трушкин, Ю.Г.Матвеев и Ю.И.Самоходов // Открытия. Изобретения. 1988. Бюл. № 46.

3. Жулаев В.П. Влияние избыточного давления смазочного материала в опорах шарошечных долот на их износостойкость / В.П.Жулаев, Ю.Г.Матвеев, А.Н.Попов, Б.Н.Трушкин // Технология бурения нефтяных и газовых скважин: Межвуз. науч.-техн. сб. Уфа: УНИ, 1987.

4. Матвеев Ю.Г. Конструкции и системы смазки опор шарошечных долот: Учебное пособие. Уфа: УГНТУ, 1996.



Наддолотный лубрикатор  
с движением поршня снизу вверх