

СТЕНДЫ И МЕТОДИКИ ИСПЫТАНИЙ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОПОР БУРОВЫХ ДОЛОТ

© 2010 М.В. Ненашев, Д.А. Деморецкий, И.Д. Ибатуллин, А.Ю.Мурзин,
И.В. Нечаев, Е.С. Балашов, Т.А. Шашкина, А.Р. Галлямов, С.А. Белокооровкин

Самарский государственный технический университет

Поступила в редакцию 31.03.2010

В статье описаны результаты разработки новых компьютеризированных стендов и методик ускоренных испытаний смазочных материалов для опор буровых долот. Показаны результаты сравнительных испытаний штатных и перспективных смазочных материалов.

Ключевые слова: *стенд, методика испытаний, смазочные материалы, буровое долото*

Одна из важнейших проблем отечественного долотостроения заключается в выборе смазочного материала, обеспечивающего высокие противоизносные и противозадирные свойства в опоре бурового долота в течение всего времени его эксплуатации на забое. Несмотря на большой ассортимент существующих марок пластичных смазок и множество предложений, поступающих в ОАО «Волгабурмаш» (несколько десятков в год) от отечественных и зарубежных фирм, опыт их применения в опорах буровых долот показывает, что высокие триботехнические характеристики, основанные на стандартных испытаниях и заявленные в паспортах, не гарантируют их работоспособности в долотах.

Для проведения испытаний на трение и изнашивание используются специальные машины-трибометры, с помощью которых в лабораторных условиях моделируются условия работы реальных пар трения. Отечественной и зарубежной промышленностями выпускаются универсальные машины для проведения испытаний на трение и изнашивание марок ЧШМ-К1, ИИ 5018, УМТ 2168, УТУ-1-УТУ-3, ПД-2, 2070 СМТ-1, ТЕ 92 Microprocessor controlled rotary tribometer (фирмы PLINT), Micro-Tribometer mod. UMT-2, трибометр фирмы «Боинг» и др. Несмотря на большое количество отечественных

и международных стандартов в области испытаний материалов на изнашивание, остается трудность создания при испытаниях режимов, близких к условиям работы реальных пар трения, что в существенной мере сказывается на корректности принятия технических решений, касающихся выбора материала и технологических режимов обработки материалов, нанесения покрытий и др. Так, например, анализ показал, что для исследования изнашивания элементов трехшарошечных буровых долот не существует ни одного подходящего стандарта. Это вынуждает долотные предприятия (ОАО «Волгабурмаш», ОАО «Уралбурмаш» и др.) осуществлять работы по проектированию и изготовлению специализированных стендов для лабораторных и натурных испытаний узлов трения.

Известно, что условия работы опоры бурового долота очень напряженные: нагрузки 20-70 МПа, температуры в опоре на забое до 150°C и выше, граничное трение, вибрации и удары на забое. В паре трения «стеллит-серебряное покрытие» после износа серебряного покрытия толщиной 20-30 мкм условия трения резко ухудшаются, поэтому важно обеспечить совместимость используемой пластичной смазки с серебром и обеспечить износостойкость покрытия.

На протяжении последних лет в качестве штатной смазки в герметизированных опорах скольжения буровых долот применяют пластичную смазку марки JBL производства США. Однако в последние годы появилось множество новых перспективных пластичных смазок, для которых важно оценить совместимость с материалами опор буровых долот. В связи с этим возникает ряд задач, связанных: с созданием стендов и методик испытаний, адекватно отражающих условия работы в опоре долота; с оценкой работоспособности перспективных образцов смазочных материалов в опорах буровых долот; с разработкой обоснованных технических требований к смазочным материалам для применения в долотах.

Ненашев Максим Владимирович, доктор технических наук, проректор по научной работе. E-mail: max71@mail.ru

Деморецкий Дмитрий Анатольевич, доктор технических наук, профессор кафедры «Технологии твердых химических веществ». E-mail: tixb@samgtu.ru

Ибатуллин Ильдар Дуғласович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология машиностроения». E-mail: tribo@rambler.ru

Мурзин Андрей Юрьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии твердых химических веществ»

Нечаев Илья Владимирович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии твердых химических веществ»

Балашов Евгений Сергеевич, аспирант

Шашкина Тамара Александровна, аспирантка

Галлямов Альберт Рафисович, аспирант

Белокооровкин Сергей Александрович, аспирант

Для испытаний конструкционных и смазочных материалов, а также материалов покрытий для тяжело нагруженных опор скольжения в лаборатории наноструктурированных покрытий СамГТУ разработан торцевой трибометр (рис. 1), имеющий следующие технические характеристики: схема испытаний – «кольцо-плоскость»; среда – пластичные смазки, смазочные масла, пасты и др. (в соответствии с целями испытаний); давление – до 200 МПа

(форсированные испытания); пара трения – «сталь 40Х (вращающийся образец, HRC 45) – исследуемое покрытие»; частота вращения – от 600 до 1200 мин⁻¹; площадь поверхности трения – 15 мм²; приведенный диаметр поверхности трения – 5,5 мм; виды трения – сухое, граничное; виды изнашивания – абразивный, усталостный. Испытательный узел оснащен датчиками нормальной и касательной нагрузки и средней температуры саморазогрева узла трения.

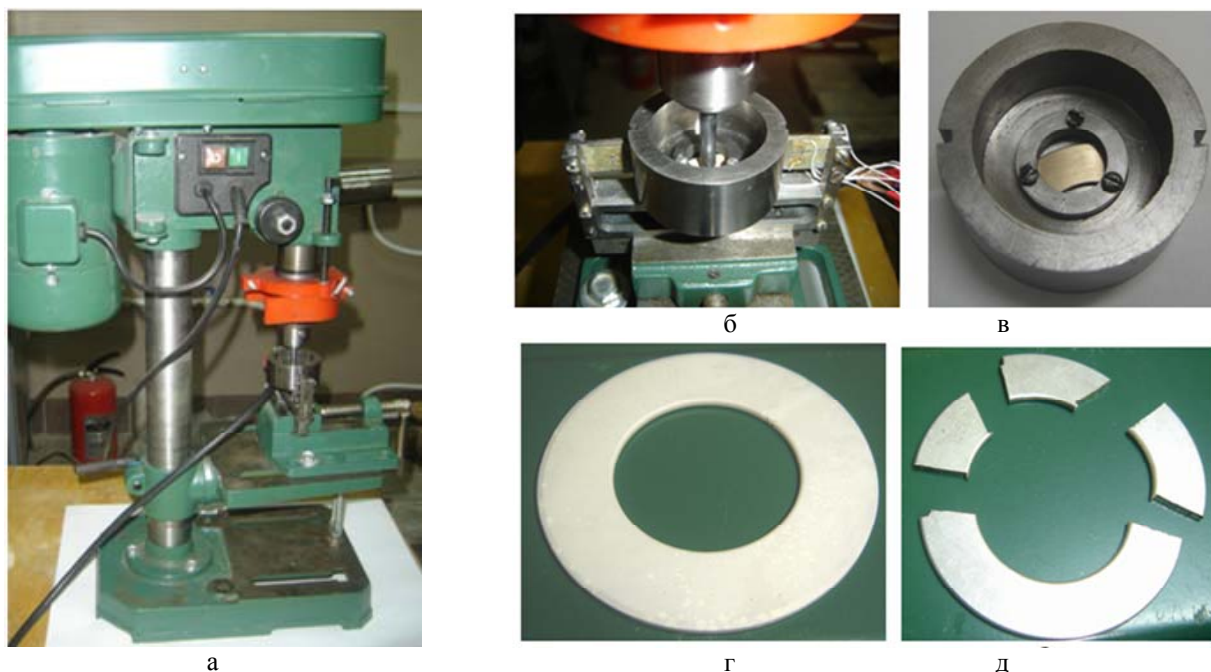


Рис. 1. Торцевой трибометр для испытаний смазочных материалов, антифрикционных и противоизносных покрытий: а) общий вид, б) испытательный узел, в) расположение образца в чашке, г) внешний вид шайбы с антифрикционным покрытием (серебро), д) нарезанные образцы

Методика ускоренных испытаний по оценке противоизносных свойств смазочных материалов состоит из следующих этапов. Из штатной плавающей шайбы с нанесенным антифрикционным серебряным покрытием вырезают 6-7 образцов (каждый образец можно испытывать с двух сторон), не допуская перегрева и повреждения покрытия. Образец фиксируют прижимным кольцом на дне чашки (см. рис. 1). Затем наносят на поверхность покрытия пробу испытываемого смазочного материала (3-5 грамм) и размещают чашку на игольчатую опору датчика нормальной нагрузки, введя в боковой паз чашки пластину датчика момента трения. В зазор между прижимным кольцом и образцом вводят спай хромель-алюмелевой термопары. Запускают на компьютере программу POWERGRAPH и, опустив на поверхность образца шпиндель с контробразцом, включают стенд. Длительность испытаний составляет 1 час при постоянной нагрузке, создающей контактное давление 30 МПа (рабочее давление в опоре долота). В процессе испытаний с помощью системы сбора данных E14-440 производится автоматизированный сбор и мониторинг информации с датчиков

нормальной нагрузки, момента трения и температуры саморазогрева испытываемого узла трения. После извлечения испытанного образца из чашки производят оценку линейного износа с помощью профилографа-профилометра «Абрис-ПМ7». По результатам каждого испытания строятся графики (рис. 2) и формируется протокол.

Методика ускоренных испытаний по оценке несущей способности граничных слоев смазочных материалов состоит из следующих этапов. Несущая способность определяется по величине критической нагрузки. В данной методике испытаний через каждые 10 минут работы осуществляется ступенчатое повышение нагрузки с шагом 20 кгс. Достижение критической нагрузки характеризуются потерей стабильности момента трения, а нагрузки схватывания – резким скачком момента трения.

Вышеописанный стенд предназначен для предварительных экспрессных испытаний смазочных материалов в условиях, приближенных к эксплуатационным режимам работы долота.

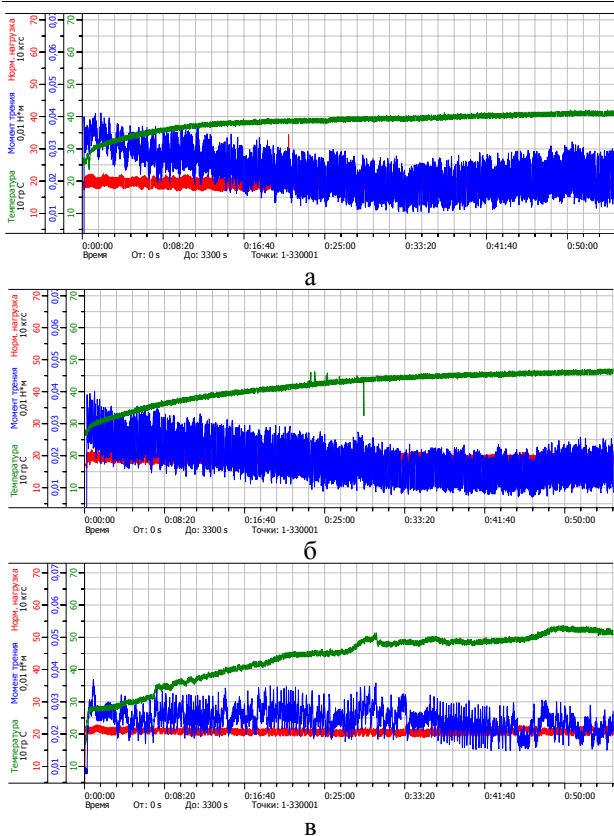


Рис. 2. Эпюры экспериментальных данных при триботехнических испытаниях пластичных смазок: а) проба А, б) проба С и в) JBL

Для получения более точных результатов разработан специализированный стенд (рис. 3), в котором в качестве пары трения используются натурные образцы – посеребренные плавающие шайбы, трущиеся по стеллиту. Стенд изготовлен на базе токарного станка. Площадь трения составляет 5,12 см². При помощи гидроцилиндра стенд позволяет развивать нагрузку на шайбу до 10 тс. При испытаниях по оценке критической нагрузки смазочных материалов проводят испытания при ступенчато-возрастающей нагрузке. Величина ступени 500 кгс, длительность наработки на каждой ступени – 15 мин. Критерием потери несущей способности смазочного слоя является достижение при испытаниях момента трения величины 10 кгс·м.

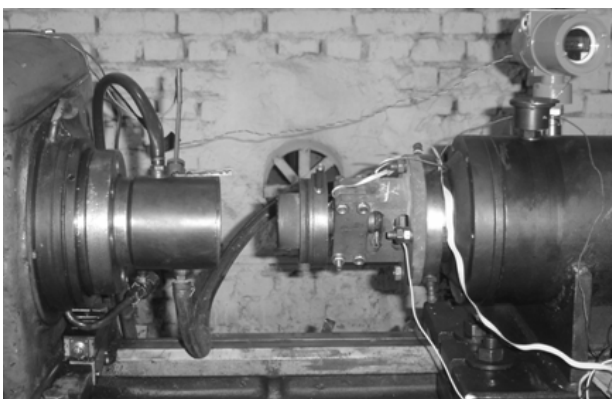


Рис. 3. Специализированный стенд ОАО «Волгабурмаш» для натурных испытаний плавающих шайб

По результатам испытаний наиболее известных марок пластичных смазок, рекомендованных для применения в тяжелонагруженных опорах, включая смазки фирм Томфлон, JBL, Geoterm, Beghem, Klueber и др. (рис. 4) установлено, что применяемая в настоящее время смазка JBL является одной из наиболее лучших по всем триботехническим показателям, однако наиболее высокие результаты по противоизносным свойствам по отношению к серебряному покрытию получены при использовании смазки фирмы Карл Бехем (Beghem) марок «proba А» и «proba С». Например, испытания на изнашивание при эксплуатационной нагрузке 1500 тс показали повышение износостойкости серебряного покрытия при использовании смазки Proba С (весовой износ ~ 35-45 мг) в 1,4-1,7 раз по сравнению со штатной смазкой (весовой износ ~ 55-87 мг). Испытания данных смазок при ступенчато-возрастающей нагрузке на стенде ОАО «ВБМ» (рис. 5) показали, что в рабочем диапазоне нагрузок (1500-2500 кгс) несущие способности смазок JBL, «proba А» и «proba С» имеют схожие значения, но при повышенных нагрузках штатная смазка имеет более высокий запас надежности.

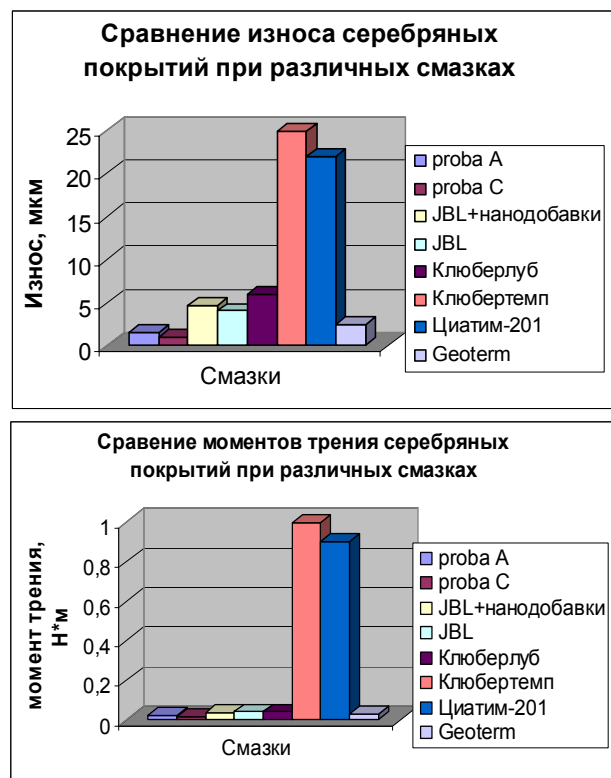


Рис. 4. Сравнительный анализ триботехнических характеристик пластичных смазок для опор буровых долот

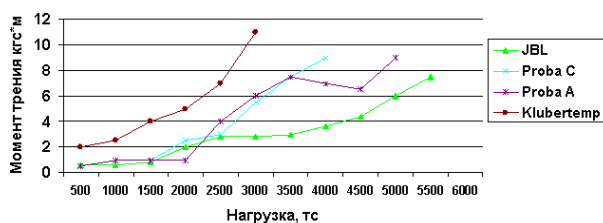
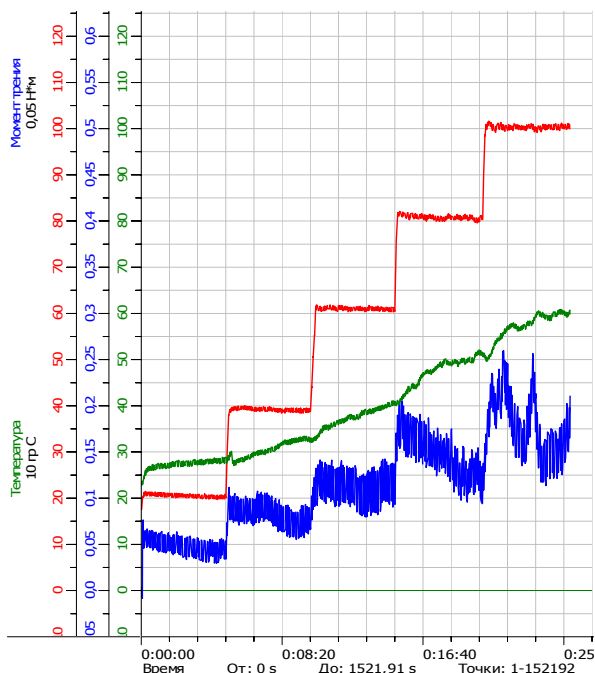
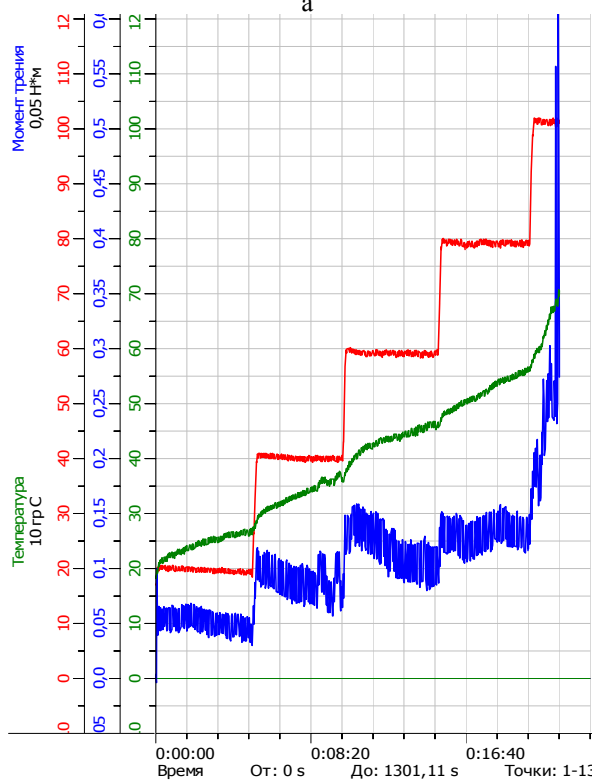


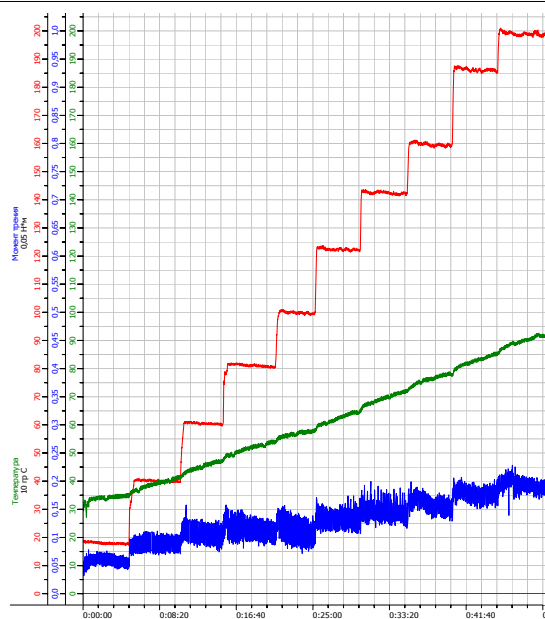
Рис. 5. Натурные испытания плавающих шайб на стенде ОАО «ВБМ»



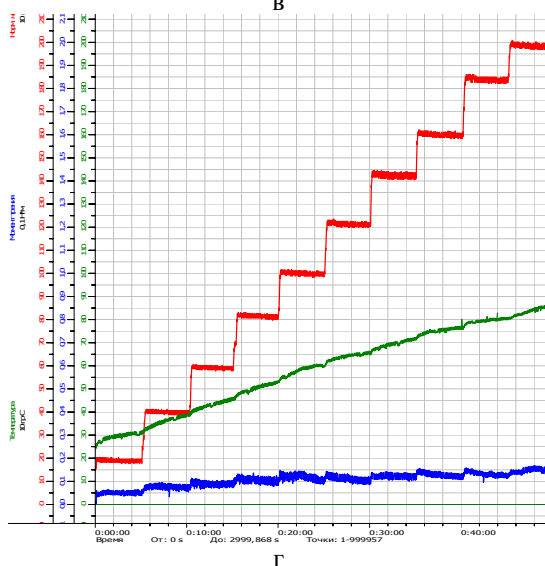
а



б



в



г

Рис. 6. Результаты оценки несущей способности пластичных смазок: а – проба А; б – JBL; в – проба А с присадкой SMT; г – JBL с присадкой SMT

С целью повышения несущей способности пластичных смазок проведено исследование влияния противоизносных, противозадирных присадок на триботехнические свойства штатной и перспективных смазок. Значительное повышение несущей способности при испытаниях получено в результате введения в пластичную смазку 6% синтетического кондиционера металла второго поколения SMT (рис. 6). Испытания показали, что введением присадки SMT в пластичную смазку удастся существенно повысить критическую нагрузку. При этом противоизносные свойства смазок «проба А» и «проба С» сохраняются более высокими, по сравнению со штатной смазкой, что позволяет их рекомендовать для снаряжения опор скольжения буровых долот.

Работа проводилась при финансовой поддержке Федерального агентства по науке и инновациям.

**STANDS AND TESTING TECHNIQUES OF LUBRICANTS
FOR BASES OF DRILLING BITS**

© 2010 M.V. Nenashev, D.A. Demoretsky, I.D. Ibatullin, A.Yu. Murzin,
I.V. Nechaev, E.S. Balashov, T.A. Shashkina, A.R. Gallyamov, S.A. Belokorovkin

Samara State Technical University

In a paper results of development of the new computerized stands and techniques of accelerated tests of lubricants for bases of drilling bits are described. Results of comparative trials of regular and perspective lubricants are displayed.

Key words: *stand, testing technique, lubricants, drilling bit*

*Maxim Nenashev, Doctor of Technical Sciences, Deputy
Rector on Scientific Work. E-mail: max71@mail.ru*
*Dmitriy Demoretskiy, Doctor of Technical Sciences,
Professor at the Department "Technology of Firm Chemical
Substances". E-mail: ttxb@samgtu.ru*
*Ildar Ibatullin, Candidate of Technical Sciences, Associate
Professor at the Department "Technology of Machine Building".
E-mail: tribo@rambler.ru*
*Andrey Murzin, Candidate of Technical Sciences, Associate
Professor at the Department "Technology of Firm Chemical
Substances"*
*Iliya Nechaev, Candidate of Technical Sciences, Associate
Professor at the Department "Technology of Firm Chemical
Substances"*
Evgeniy Balashov, Post-graduate Student
Tamara Shashkina, Post-graduate Student
Albert Gallyamov, Post-graduate Student
Sergey Belokorovkin, Post-graduate Student