

УДК 621.892

ПРИБОР ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ТРУЩИХСЯ МАТЕРИАЛОВ И МАСЕЛ

Б. И. Ковальский, О. Н. Петров, В. Г. Шрам, А. Н. Сокольников, А. А. Игнатъев

Сибирский федеральный университет
Россия, 660074, г. Красноярск, ул. Киренского, 26. E-mail: Labsm@mail.ru

Проведен анализ устройств для испытания смазочных масел на противоизносные свойства, предложено устройство для испытания трущихся материалов и масел.

Ключевые слова: машина трения, противоизносные свойства, диаметр пятна износа, смазывающая способность.

DEVICE FOR TEST OF RUBBING MATERIALS AND OILS

B. I. Kowalski, O. N. Petrov, V. G. Shram, A. N. Sokolnikov, A. A. Ignatyev

Siberian Federal University
26 Kirenskiy street, Krasnoyarsk, 660074, Russia. E-mail: Labsm@mail.ru

The literary analysis of devices for testing lubricants for anti-wear properties is presented, and device for testing rubbing materials and oils is offered.

Keywords: machine friction, anti-wear properties, Wear Scar Diameter, lubricity.

При подборе и оценке противоизносных свойств, смазывающей способности масел, температурной стойкости и других эксплуатационных показателей различных смазок необходимо использовать устройство для испытания трущихся материалов и масел.

Как показывает анализ, на первой стадии рационального цикла испытаний смазочных масел в лабораторных условиях предпочтение отдают четырехшариковой машине трения (ЧШМ) ввиду простоты и высокой воспроизводимости эксперимента [1]. Данная методика стандартизирована и имеет широкое применение (ГОСТ 9490–75, ASTM D 2783, DIN 51350). На рис. 1 представлена схема рабочего узла ЧШМ. Ко дну кюветы 1 прикреплены три равнорасположенных по окружности шарика 2. Сверху на них опирается прикрепленный к пуансону 4 шарик 3, который прижат к шарикам 2 с заданным усилием. Кювета 6 заполняется испытуемым маслом. Шарик 3 через оправку 4 приводится во вращение и скользит по закрепленным шарикам. Кювета 6 расположена на подшипниковой опоре 7, но удерживается от поворота тягой 8, соединенной с динамометром.

Динамометр регистрирует момент трения, величина которого записывается на ленте самописца. В тот момент, когда смазывающая способность масла исчерпывается, происходит схватывание верхнего шарика с нижними, момент трения резко увеличивается, что видно по записываемой кривой диаграммы, и испытание прекращается.

Время испытания используется как мера оценки противоизносной способности масла. Одновременно измеряется диаметр пятна износа, образовавшегося на каждом из трех закрепленных шариков. На некоторые масла диаметр пятна износа указывается в стандарте

или паспортных данных. Таким же образом определяется эффективность противоизносных присадок.

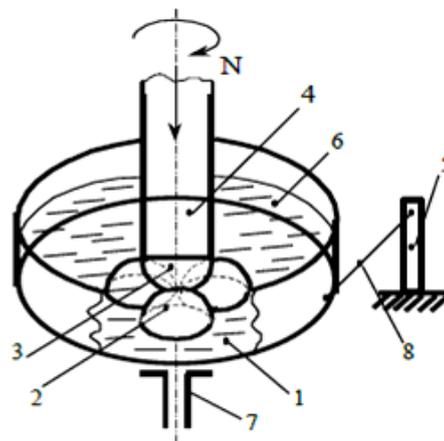


Рис. 1. Схема рабочего узла четырехшариковой испытательной машины

Широкое применение получили устройства, сущность которых состоит в триботехническом испытании сопряжения с точечным или линейным контактом, образованным вращающимся с постоянной и малой скоростью образцом и тремя (или одним) неподвижными образцами, при постоянной нагрузке и возможности изменения от внешнего источника тепла объемной температуры образцов и окружающего их смазочного материала, регистрацией момента трения во время испытания.

Устанавливаются шесть схем испытаний (рис. 2):

A – испытания при контакте вращающегося шара с тремя неподвижными шарами;

Б – испытания при контакте вращающегося шара со сферическим пояском на пересечении торцевой поверхности внутреннего отверстия нижнего образца, выполненного в виде кольца;

В – испытания при контакте вращающегося шара с тремя образцами с плоскими рабочими поверхностями;

Д – испытания при контакте вращающегося конического образца с тремя цилиндрическими образцами, равнорасположенными относительно оси вращения образца;

Е – испытания при контакте вращающегося конического образца с коническим пояском на пересечении торцевой поверхности и внутреннего отверстия нижнего образца, выполненного в виде кольца.

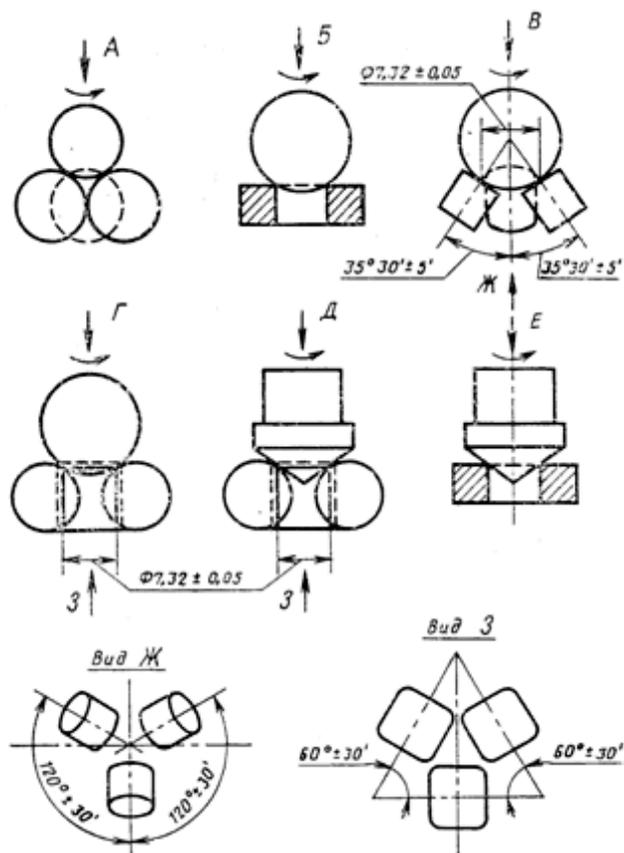


Рис. 2. Схемы испытания метода определения температурной стойкости при трении

Испытания по схемам *А*, *В*, *Г*, *Д* могут быть распространены на испытания смазочных материалов для зубчатых колес, подшипников качения, сопряжений «кулачок – толкатель» и «поршневое кольцо – гильза цилиндра двигателя внутреннего сгорания».

Испытания по схемам *Б* и *Е* могут быть распространены на испытания смазочных материалов для подшипников скольжения и сопряжений «поршневое кольцо – гильза двигателя внутреннего сгорания».

Объемную температуру узла трения и окружающего его смазочного материала измеряют с помощью термпары, спай которой должен быть прижат к одному из нижних образцов на расстоянии 1...3 мм от зоны трения. Смазочный материал и узел трения пе-

ред каждым определением нагревают при собранном узле трения, но без приложения нагрузки. При достижении заданной температуры узел трения нагружают, включают самописец динамометра и привод шпинделя машины. В процессе испытания самописец на трибограмме регистрирует изменение момента трения. Продолжительность вращения шпинделя с верхним образцом – 60 с погрешностью не более ± 1 с. Затем привод шпинделя и самописец выключают, нагрузку снимают.

Широкое распространение имеют и трехшариковые машины трения со схемой трения «шар-цилиндр» [2–4], преимущества которых заключаются в контакте трех шаров с цилиндром по индивидуальному дорожке трения, что позволяет исследовать рельеф изношенной поверхности и исключить влияние рельефа поверхностей других шаров на формирование пятна износа, что наблюдается в четырехшариковой машине трения.

В институте нефти и газа Сибирского федерального университета разработана более совершенная трехшариковая машина трения, общий вид которой представлен на рис. 3, *а*. Данная машина содержит станину 1 и установленную на ней перпендикулярно плиту 2. На плите шарнирно установлены три кронштейна 3, в которых установлены съемные держатели 4 контрообразцов (шаров) 5, и узлы нагружения 6, выполненные с горизонтальными платформами для установки нагрузки. Центральный контрообразец установлен вертикально, а боковые – под равными углами 45° и выполнены со смещением, так, чтобы каждый контрообразец контактировал с образцом по индивидуальной дорожке трения. Машина трения также снабжена ванночкой 7 для испытуемого масла, которая размещена в термостате 8, соединенном с блоком установки и автоматического поддержания температуры испытания 9, приспособлением для подвода стабилизированного напряжения к испытуемому образцу 10, установленному на приводе вращения образца, соединенного через центральный контрообразец с блоком питания, устройством регистрации тока, протекающего через испытуемый образец и граничный слой смазочного материала.

Устройство работает следующим образом.

На вал 11 электродвигателя в держатель 12 закрепляют образец 10 и с помощью микрометра 13 контролируют радиальное биение, добиваясь наименьшей его величины, в держатели 4 (рис. 3, *б*) устанавливают контрообразцы 5 и закрепляют их, устанавливают величину тока подаваемого через средний кронштейн 3 на контрообразец 5 с помощью регулятора величины тока 14, и используемое масло заливают в ванночку 12. Включают привод вращения образца 10 и при наборе установленной температуры масла кронштейны 3 опускают на образец 10 и прикладывают нагрузку. Во время трения от блока питания 15 (рис. 3, *в*), через потенциометры 16 (R1) и 17 (R2) и центральный кронштейн 3 с контрообразцом 5 на образец 10 подается ток, величина которого устанавливается регулятором 14 величины тока, далее ток поступает в блок 18 регистрации тока, где он преобразуется

в электронный вид и записывается на вычислительном устройстве (ВУ) 19 в виде диаграммы изменения тока (рис. 4).

По диаграммам определяют продолжительность суммарной деформации, скорость образования и разрушения защитных слоев на поверхностях трения, их

прочность и связь с основой твердого тела, что повышает информативность испытания.

После испытания производят измерения диаметра пятна износа с помощью микроскопа (рис. 5). Для этого кронштейны 3 поднимают в верхнее положение и извлекают контробразцы 5.

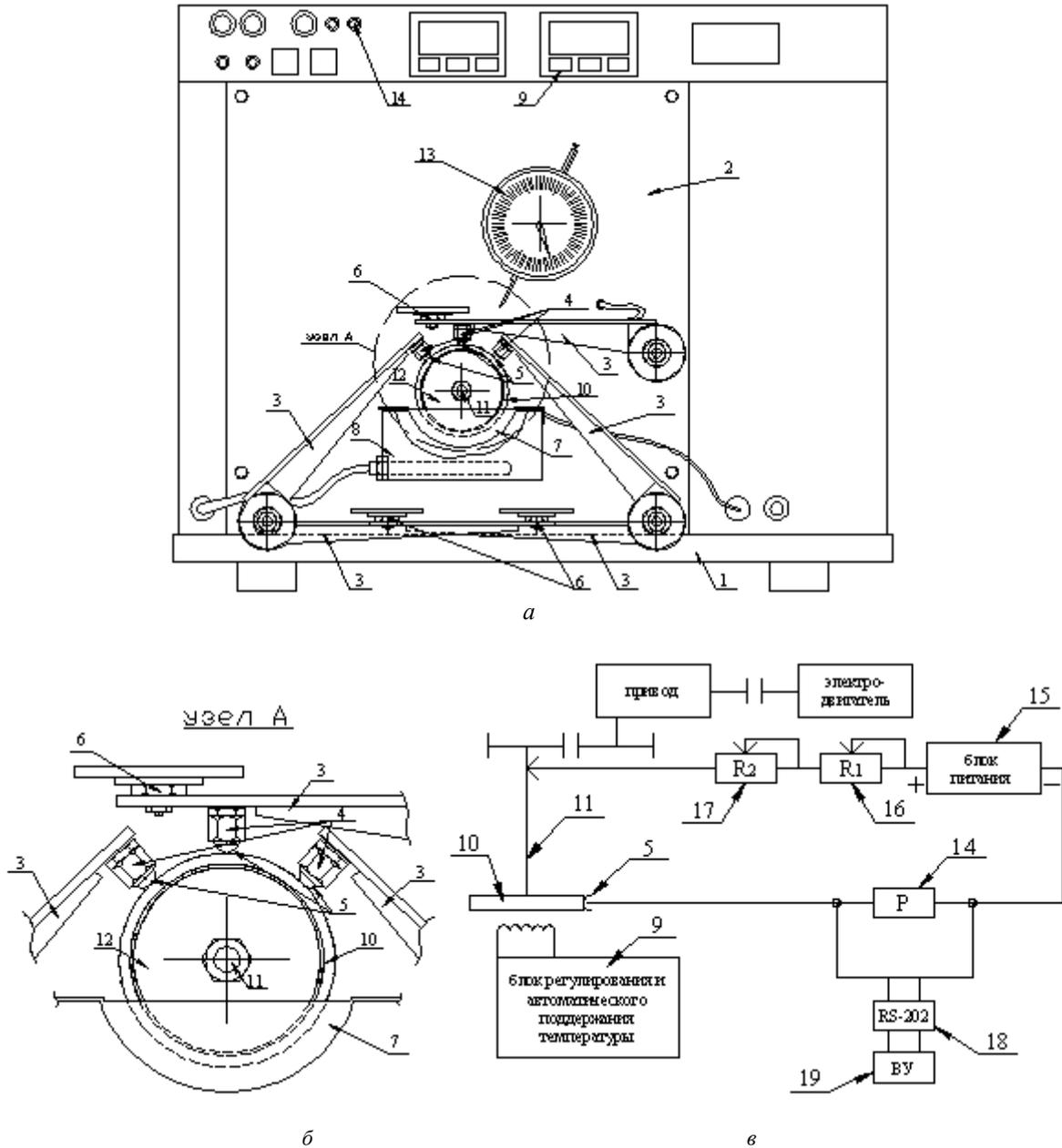


Рис. 3. Трехшариковая машина трения со схемой трения «шар–цилиндр»: а – общий вид; б – детализовка трибосоприжения; в – электрическая схема

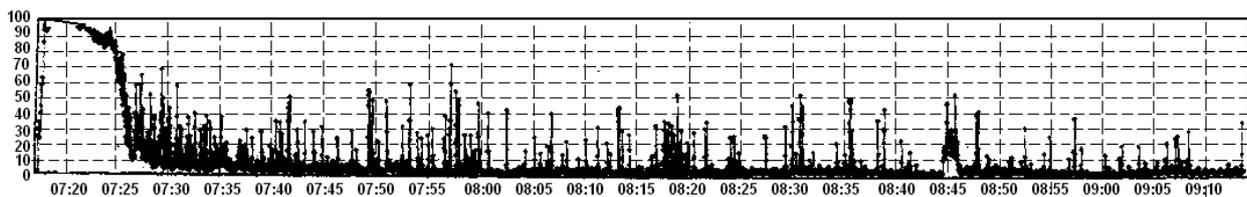


Рис. 4. Диаграмма записи тока

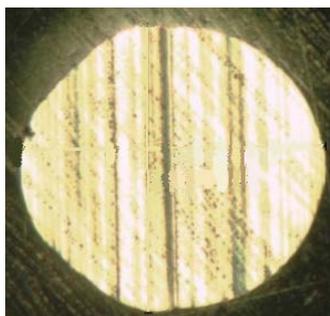


Рис. 5. Фотография пятна износа

Предложенное устройство просто в эксплуатации и позволяет получить все необходимые показатели качества трущихся материалов и масел с большей точностью и информативностью при меньшей трудоемкости испытаний по сравнению с предыдущими устройствами.

Библиографические ссылки

1. Беркович И. И., Громаковский Д. Г. Трибология, физические основы, механика и технические приложения : учебник для вузов / под ред. Д. Г. Громаковского ; Самар. гос. техн. ун-т. Самара, 2000. 268 с.

2. Матвеевский Р. М. Температурная стойкость граничных смазочных слоев и твердых смазочных покрытий при трении металлов и сплавов. М. : Наука. 1971.

3. А. с. № 983522 СССР. МПК G 01 N 19/02. Оpubл. 1982.

4. Ковальский Б. И., Безбородов Ю. Н., Петров О. Н., Тихонов В. И. Патент № 2428677 Российская Федерация, G01N 19/02. Устройство для испытания трущихся материалов и масел. Оpubл. 10.09.2011. Бюл. № 25.

© Ковальский Б. И., Петров О. Н., Шрам В. Г., Сокольников А. Н., Игнатъев А. А., 2012

УДК 519.7, 612.8

ВЛИЯНИЕ ЧИСЛА НЕЙРОНОВ СЕТИ НА ЕЕ ОБУЧЕНИЕ И ТОЧНОСТЬ ПРОГНОЗА

В. А. Лоренц¹, В. Л. Гавриков², Р. Г. Хлебопрос¹

¹Сибирский федеральный университет

Россия, 660074, Красноярск, ул. Киренского, 26. E-mail: forest555@yandex.ru

²Красноярский государственный педагогический университет имени В. П. Астафьева

Россия, Красноярск, ул. Перенсона, 7. E-mail: gavrikov@kspu.ru

Анализируется зависимость ошибок обучения нейронной сети от числа нейронов. Обнаружен эффект резкого ухудшения параметров обучения и прогноза при некоторых значениях числа нейронов, который может быть связан с влиянием начальных условий, вносящих случайную компоненту в стартовую конфигурацию значений весовых коэффициентов нейронной сети.

Ключевые слова: нейронная сеть, число нейронов, ошибка обучения, ошибка прогноза.

INFLUENCE OF NETWORK NEURONS NUMBER TO NETWORK TRAINING AND FORECAST ACCURACY

V. A. Lorents¹, V. L. Gavrikov², R. G. Khlebopros¹

¹Siberian Federal University

26 Kirenskiy street, Krasnoyarsk, 660074, Russia. E-mail: forest555@yandex.ru

²Krasnoyarsk State Teacher Training University named after V. P. Astafiev

7 Perensona street, Krasnoyarsk, Russia. E-mail: gavrikov@kspu.ru

The authors analyze neural network training error dependence on the neurons number. The effect of hard deterioration of training and forecast parameters at some values of neurons number has been found, which can be connected with entry conditions influence, bringing the casual component in the initial configuration of weight factors values of neural network.

Keywords: neural network, neurons number, training error, forecast error.