

ЛЕКЦИЯ-24

ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ

Трибометры для исследования коэффициента трения и износостойкости

В трибометрии сфера, штифт или плоская поверхность рабочего элемента трибометра прикладываются к поверхности испытываемого образца, причем величина усилия очень точно измерена. Штифт установлен на жестком рычаге, конструктивно являющимся датчиком силы, передающим усилие без трения. Во время испытаний определяется коэффициент трения путем измерения прогиба упругого рычага трибометра. Коэффициенты износа материалов штифта и диска рассчитываются исходя из потерь объема материала в процессе испытаний. Этот простой метод позволяет исследовать процесс трения и произвести оценку износа комбинаций почти всех твердых материалов с применением или без применения смазывающего вещества. Более того, контроль таких параметров испытаний как скорость, частота, контактное нажатие, а также параметров времени и окружающей среды (температуры, влажности и наличие или отсутствие смазки) позволяют моделировать реальные рабочие условия с наработкой информации по износу материалов в конкретной ситуации.

Трибометры – это уникальные приборы, обеспечивающие сверхвысокую точность при измерении усилий воздействия. С их помощью можно производить измерения усилий как в режиме линейного возвратно-поступательного, так и вращательного движений. Все трибометры имеют характерную особенность, заключающуюся в том, что при достижении заранее установленной пороговой величины коэффициента трения либо при определенном количестве циклов, происходит автоматическая приостановка эксперимента.

Трибометры поставляются со специальными защитными кабинами для проведения исследовательских работ в контролируемых условиях окружающей среды, с изменяемой влажностью или составом микроатмосферы. Компаниями были разработаны специализированные варианты трибометров для работы при высоких и низких температурах, в режиме возвратно-поступательного движения и для экспериментальных работ в вакуумном пространстве. Трибометры могут быть оснащены датчиком измерения глубины для отображения информации о глубине в реальном масштабе времени, что очень важно для изучения параметров износа материалов в зависимости от времени. Кроме того, опция

электропроводности позволяет проводить испытания для измерения электроизолирующих свойств покрытий.

Отличительные особенности трибометров

Высокая разрешающая способность при уникальной конструкции датчика усилия, свободного от трения.

Простой и автоматизированный порядок настройки.

Движение мотора, контролируемое высокоточной обратной связью.

Точно настроенный прибор для определения трения и износа.

Линейное и вращательное перемещение образцов.

Возможность производить нагрев образцов (до 1000 градусов Цельсия).

Автоматическое выключение прибора при достижении порогового значения коэффициента трения либо наработки общего числа циклов.

Проведение испытаний в соответствии с требованиями ASTM G99 & DIN 50324.

Проведение испытаний в жидких средах, в условиях контролируемой влажности либо в среде инертных газов внутри изолирующей кабины из плексигласа.

Непрерывное измерение глубины износа (дополнительно).

Непрерывная запись электрического контакта (дополнительно).

Трибометры для проведения замеров в режиме линейного возвратно-поступательного движения

Линейный трибометр воспроизводит возвратно-поступательное движение, являющееся типичным для целого ряда механизмов, широко применяемых в повседневной жизни.

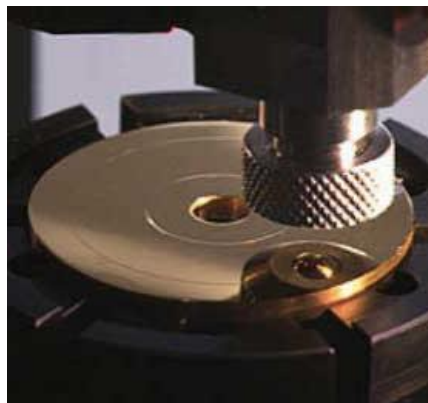
Прибор производит измерение коэффициента трения как при перемещении вперед, так и назад фазы рабочего хода, а программное обеспечение производит обработку и обобщение данных по частоте, по статическим параметрам и скорости износа образца. Техника возвратно-поступательного движения очень полезна для изучения статического коэффициента трения во времени – в отличие от динамического коэффициента трения, измерение которого производится в штифто-дисковой конфигурации. Большинство наиболее известных контактных геометрий может быть воспроизведено на трибометрах – это штифто-дисковая конфигурация, шариково-дисковая и вариант – «плоский элемент на диске» (остальные конфигурации по запросу). Линейный трибометр может быть оснащен нагревательным и охлаждающим диском для проведения испытаний в широком диапазоне температур.

Вакуумные трибометры

Все трибометры также выпускаются в вакуумном варианте для проведения испытаний в высоком вакууме. Такой полностью автоматизированный прибор позволяет полностью контролировать трибологические условия.

Машины трения

Машины трения со скрещенными цилиндрами. В прежние годы трение и износ исследовали главным образом на приборах, в которых сферический ползун скользил по плоской пластинке. Зона контакта ограничивалась достаточно четко и ее положение при испытании не изменялось. Это известным образом облегчало изучение трения скольжения. Однако опыт показал, что при изменении сферического ползуна, скользящего по плоской пластинке, связано с определенными ограничениями. Если ползун изготовлен из мягкого материала, то он обычно разрушается через весьма короткое время. При этом характер контакта изменяется, и эксперимент в течение значительного времени проходит в условиях, отличных от тех, которые соответствовали исходной форме ползуна.



1. Машина для испытания материалов на трение и износ ИИ-5018 (образцы «диск-диск», «диск-колодка», «вал-втулка» трение в условиях нормальных температур);
2. Стенд высокоскоростных (до 100 м/с) испытаний по схеме «диск-палец» на базе машины трения УМТ-1 (ASTM G-99-95a);
3. Машина трения возвратно-поступательного движения 77 МТ (трение в условиях нагрева до 200 0С, методика испытаний отраслевая);
4. Машина трения БХ4 для испытаний на абразивный износ (трение резинового диска об образец с подачей абразива, ГОСТ 23.208-79);
5. Четырехшариковая машина для испытания смазок (ГОСТ 9490-75);

6. Машина трения для испытаний по схеме «диск-плоскость» (ГОСТ 23.204-78)
7. Высокотемпературный (до 1000 °С) стенд триботехнических испытаний по схеме «кольцо – плоскость» и «диск-палец»;
8. Машина трения универсальная МТУ-01 для испытаний «кольцо – плоскость», «диск – палец».

Приборы контроля поверхности трения

1. Кинетический микротвердомер (система микроиндентирования на основе компактной платформы CSM-instruments M H T – Z – AE – 0 0 0 (Швейцария), 2009г., S/N 01-03586). Микро-Hardness Tester состоит из системы микроиндентирования на основе компактной платформы CSM, моторизованный XY-стол (120 x20 мм) с автоматической подачей по оси Z, электронный блок управления, ПК с 17” ЖК дисплеем; видеомикроскоп с камерой прогрессивной развертки, видео ПО 2Hd 17” ЖК монитором, инсталляционный комплект инструментов; антивибрационный стол для компактной платформы с воздушным компрессором. В РФ это единственная установка позволяющая записывать диаграмму вдавливания в условиях нагрева до 400 °С.

2. Профилометр модели 130, изг. ОАО «Завод Протон – МИЭТ», Россия.

3. Приборы для измерения износа: оптический микрометр ИКВ-1; весы электронные.

4. Приборы для измерения твердости: по Роквеллу (ГОСТ 9013-59); по Бринеллю ГОСТ 9012-59); микротвердость (ГОСТ . 9450-60).

5. Вспомогательные приборы – микроскопы металлографические, цифровые, стереоскопические, аналитические весы.

Масштабы производства и особенно применения смазочных материалов в современной технике чрезвычайно велики. Смазочные материалы, в том числе и пластичные смазки, используются практически во всех областях техники, где имеются движущиеся детали от качества смазочных материалов во многом зависит работоспособность машин и механизмов, их надежность и долговечность. Решение большинства вопросов, связанных с конструированием и эксплуатацией машин и различного оборудования, в настоящее время практически невозможно без глубокого изучения проблем трения, износа и смазки. Все возрастающее значение смазок в технике делает необходимым более глубоко исследовать их природу, свойства, уделять большее внимание выявлению оптимальных условий их применения. Можно с уверенностью утверждать, что возможности

пластичных смазок как эффективных и высококачественных смазочных материалов полностью не выявлены и пока используются ограниченно.

Так как полимерные материалы часто используются в узлах трения и в качестве покрытий, большое практическое значение имеет изучение механизмов их трения и износа. Процессы трения низкомолекулярных твердых тел и полимеров при разных температурах имеют и общие черты, и существенные отличия. Наиболее специфично проявляется трение у полимеров, находящихся в высокоэластическом состоянии.

Существенная зависимость характера изменения силы трения при разных скоростях скольжения свидетельствует о релаксационном характере этого процесса. Важное значение имеет правильный учет площади фактического контакта при изменении взаимного расположения трущихся поверхностей. Наиболее резкие изменения трение претерпевает в областях кинетических (стеклование, размягчение) и фазовых (кристаллизация, плавление) переходов, что связано с изменением его механизма. Трение полимеров всегда связано с их износом. При этом износ может рассматриваться как процесс, характеризующий усталость поверхностных слоев полимеров (аналогично тому, как длительное разрушение характеризует объемную усталость). Механизмы износа твердых полимеров и эластомеров, как и характер их внешнего проявления, существенно отличаются.

Велика роль смазок и в работе узлов трения разнообразных машин и механизмов. В этом случае активные вещества могут играть двоякую роль на начальных этапах работы узла трения они ускоряют износ и тем самым приработку поверхностей трения в дальнейшем, защищая поверхности, они обеспечивают их минимальный износ. Изучение роли поверхностно-активных сред в процессах трения и износа выделяется в качестве самостоятельной крупной задачи физико-химической механики

Четырехшариковые машины трения.





В стандартной четырёхшариковой машине трения рабочий узел представляет собой четыре шарика, расположенных в виде пирамиды.




Верхний шарик приводится во вращение, а три из них удерживаются неподвижно в чашке. К шарикам прикладывают различную нагрузку и измеряют момент трения. Изучение следа износа на шариках позволяет получить дополнительную информацию о смазывающих свойствах испытуемых материалов. Достоинство такой машины трения — использование шариков от стандартных подшипников качения. Это резко снижает стоимость испытаний и имеет большое значение при массовом контроле. Испытуемый смазочный материал помещают в корпус, окружающий рабочий узел — пирамиду из четырех шариков. Силу трения регистрируют механическим способом. Испытания можно проводить при нагрузках до 1000 кГ, что соответствует удельному давлению около 800 кГ мм.

Оборудования для исследования трение и износа

№	Наименование	Техническое описание	Предназначение	Фотография
1	Машина трения ИИ 5018	<p>Привод машины — электромеханический с плавным регулированием скорости. Измеритель момента трения на вращающемся валу нижнего образца — электромеханический, с бесконтактным токосъемом. Прижим образцов — пружинный с электрическим измерением силы. Охлаждение — водяное (от водопровода).</p> <p>Обеспечиваются испытания по схемам:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Диск — диск. При различных коэффициентах проскальзывания, в т. ч. при 0% (технически чистое качение) и 100% (верхний диск неподвижен). 2. Диск — колодка. Моделирование тормозов. 3. Вал — втулка. <p>Производитель: Mahr GmbH, Carl-Mahr-Str. 1 37073 Göttingen, Германия, Тел.: +49 551 7073 800</p>	Предназначена для испытания на трение и износ металлов и сплавов, жестких конструкционных пластмасс и композитов	
2	Машина трения 2168 УМТ	<p><u>Машина трения</u> универсальная, Большой набор сменных приспособлений позволяет быстро перестраивать машину на различные схемы испытаний, моделирующих работу трибосопряжений в узлах</p>	Предназначена для испытания фрикционных, антифрикционных и смазочных материалов на трение и износ в широком диапазоне	

		<p>трения. Обеспечиваются схемы испытаний:</p> <p>при вращении: диск-палец ($K_{вз}=0$), кольцо-кольцо ($K_{вз}=1$, фрикционная теплостойкость), вал-штулка, диск-колодка (тормоз);</p> <p>при качательном движении: диск-колодка, вал-штулка, вал-трубки (виброизнос);</p> <p>при возвратно-поступательном движении: стержень-палец (линейный контакт).</p>	режимов.	
3	Измеритель шероховатости поверхности	<p>TR110 (профилометр)</p> <p>Модель TR 110 - модифицированный вариант профилометра TR 100 с современным дизайном корпуса и защитным чехлом для датчика</p> <p>Производитель: Mahr GmbH, Carl-Mahr-Str. 1 37073 Göttingen, Германия, Тел.: +49 551 7073 800</p>	Предназначен для изучения параметров шероховатости поверхности деталей в эксплуатационных условиях	
4	Профилограф-профилометр	<p>Профилограф-профилометр «СЕЙТРОНИК ПШ8-3 С.С.» предназначен для измерения шероховатости поверхности деталей в условиях лабораторий машиностроительных, приборостроительных предприятий, КБ, НИИ, метрологических центров (???) и проведения, с использованием компьютера, анализа</p>	Предназначен для изучения параметров шероховатости поверхности деталей в лабораторных условиях	

		<p>качества обработки деталей по всем нормируемым параметрам шероховатости.</p> <p>Измеритель шероховатости СЕЙТРОНИК ПШ8-3 С.С. позволяет производить измерение шероховатости поверхности за один проход щупа по параметрам: Ra, Rz, Rmax, Rp, Rv, Rq, Sm, S, lg, la, Lo, lo, D, Dq, Da, tr и поддерживать на высоком уровне технологический процесс производства и исследования в области шероховатости.</p> <p>Производитель: Mahr GmbH, Carl-Mahr-Str. 1 37073 Göttingen, Германия, Тел.: +49 551 7073 800</p>		
5	<p>Весы аналитические</p>	<p>PO 1615 Acculab VIC-3101 Весы аналитические 3100г</p> <p>Весы серии VICON обладают оптимальным соотношением "Цена / Возможности". В этой серии представлены модели с дискретностью от 1 мг и модели с НПВ до 10 кг, что делает их наиболее универсальным инструментом для использования как в лабораториях и образовательных учреждениях, так и в промышленности.</p> <p>Производитель: Mahr GmbH, Carl-Mahr-Str. 1 37073 Göttingen, Германия, Тел.: +49 551 7073 800</p>	<p>Предназначен для определения веса прдуктов износа</p>	

8	Измерительный микроскоп Микроинтерферометр	<p>Измерительный микроскоп Микроинтерферометр - бесконтактный оптический прибор, предназначен для измерения параметров шероховатости полированных и доведенных поверхностей, а также для измерения толщин пленок (высоты уступов, образованных краем пленки и подложки).</p> <p>Ширина, мм 300</p> <p>Длина, мм 300</p> <p>Высота, мм 420</p> <p>Производитель: Mahr GmbH, Carl-Mahr-Str. 1 37073 Göttingen, Германия, Тел.: +49 551 7073 800</p>	<p>Микроинтерферометр применяется в машиностроительной промышленности и в лабораториях научно-исследовательских институтов, занимающихся вопросами качества поверхностей.</p> <p>Интерференционную картину можно наблюдать как в белом, так и в монохроматическом свете и фотографировать на пленку фотокамерой, входящей в состав прибора.</p>	
---	---------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаркунов Д.Н. Триботехника (конструирование, изготовление и эксплуатация машин).-М.: Изд-во МСХА, 2002. – 616 с.
2. Гаркунов Д.Н., Корник П.И. Виды трения и износа. Эксплуатационные повреждения деталей машин. – М.: Изд-во МСХА, 2003. – 344 с.
3. Кербер М. Л., Виноградов В. М., Головкин Г. С. и др. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: учеб. пособие / Под ред. А. А. Берлина - СПб.: Профессия, 2008. - С. 54-55.
4. Мэттьюз Ф., Ролингс Р. Композитные материалы: механика и технология. - М.: Техносфера, 2004. - 408 с.
7. Наполнители для полимерных композиционных материалов / Под ред. Г. С. Кац, Д. В. Микевски, пер. с англ. - М.: Химия, 1981. - 736 с.
8. Баженов С. Л. Механика и технология композиционных материалов: научное издание. - Долгопрудный: «Интеллект», 2014. - 328 с.