

УСТАНОВКИ ДЛЯ АНАЛИЗА ЭРОЗИОННОГО ИЗНОСА И ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК



СОДЕРЖАНИЕ

Универсальные трибометры

УНИВЕРСАЛЬНАЯ ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ПЛАТФОРМА UNITEST	3
<u>УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ТРИБОМЕТР DUCOM POD-4.0</u>	17

Специализированные трибометры

<u>ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ МАШИНА ФРЕТТИНГ ИЗНОСА SRV-ТРИБОМЕТР</u>	33
УСТАНОВКА ДЛЯ АНАЛИЗА КАПЛЕУДАРНОЙ ЭРОЗИИ	41
УСТАНОВКА ДЛЯ АНАЛИЗА ЭРОЗИОННОГО ИЗНОСА DUCOM AIR JET EROSION TESTER	49
АБРАЗИМЕТР DUCOM	57
СИСТЕМА ТРИБОТЕХНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРИ МЕТАЛЛООБРАБОТКЕ DUCOM MFT 1.0	63
СИСТЕМА ТРИБОТЕХНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА TWIN DISC DUCOM	71
БИО ТРИБОМЕТР DUCOM	81

Анализ смазочных материалов

ЧЕТЫРЕХШАРИКОВЫЙ АНАЛИЗАТОР (FBT-3)	89
ТЕСТЕР СТАБИЛЬНОСТИ НА СДВИГ (KRL)	97
ВЫСОКОЧАСТОТНАЯ ВОЗВРАТНО-ПОСТУПАТЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА HFRR 4.2	103

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ТРИБОМЕТР UNITEST



ОТКРЫТАЯ АРХИТЕКТУРА, ШИРОКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ

UNITEST 750 – полностью конфигурируемый под задачи пользователя универсальный инструмент для проведения трибологических исследований, механических испытаний и визуализации процесса эксперимента. Разработан с целью реализации максимального количества видов триботехнических исследований при ограниченном бюджете.

UNITEST – компактный настольный модульный трибометр. Малые габариты в совокупности с различными сменными нагрузочными головками и двигательными модулями позволяет UNITEST 750 решать задачи широкого круга лабораторий, ученых и исследователей по всему миру.

ВЕРХНЯЯ ПЛАТФОРМА ОСИ Z

Верхняя платформа Оси Z, перемещаемая двоянным приводом и контролируемая прецизионным встроенным датчиком позиционирования

ВСТРОЕННЫЙ МИКРОСКОП И ПРОФИЛОМЕТР

Цифровой микроскоп, 3D профилометр для поверхностного анализа и визуализации профиля поверхности. Обеспечивает автоматическое получение 2D цифрового изображения и 3D профиля поверхности нанометрического разрешения

БЫСТРАЯ ЗАМЕНА

Использование быстроразъемных соединений обеспечивает надежную и быструю смену испытательных модулей прибора

НИЖНИЙ СМЕННЫЙ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ УЧАСТОК

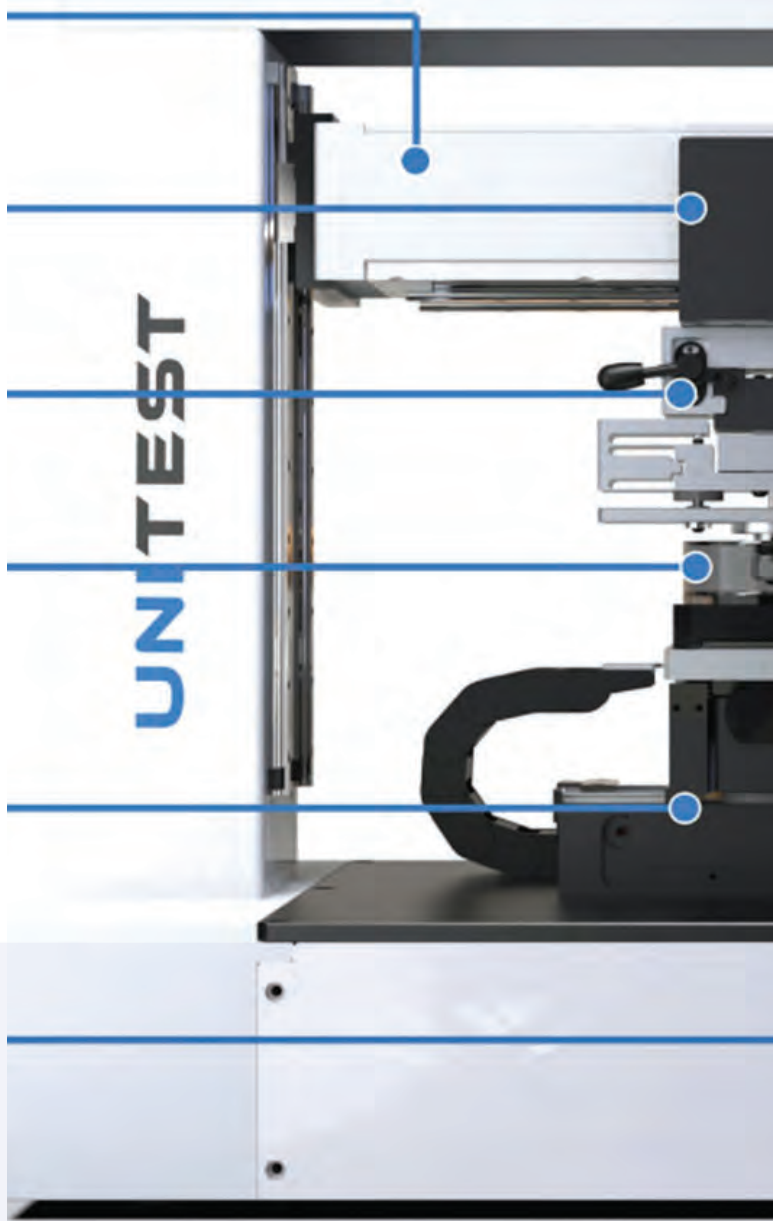
Сменный испытательный участок для реализации нескольких схем испытаний на одной платформе: ротационная, возвратно-поступательная, блок-кольцо, фреттинг, скрэтч, и др. Модули устанавливаются с использованием быстросъемных соединений.

КОНТРОЛЬ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (ТЕМПЕРАТУРА, ВЛАЖНОСТЬ, СМАЗКА)

Высоко- и низко-температурные опции, контроль влажности и смазочные модули.

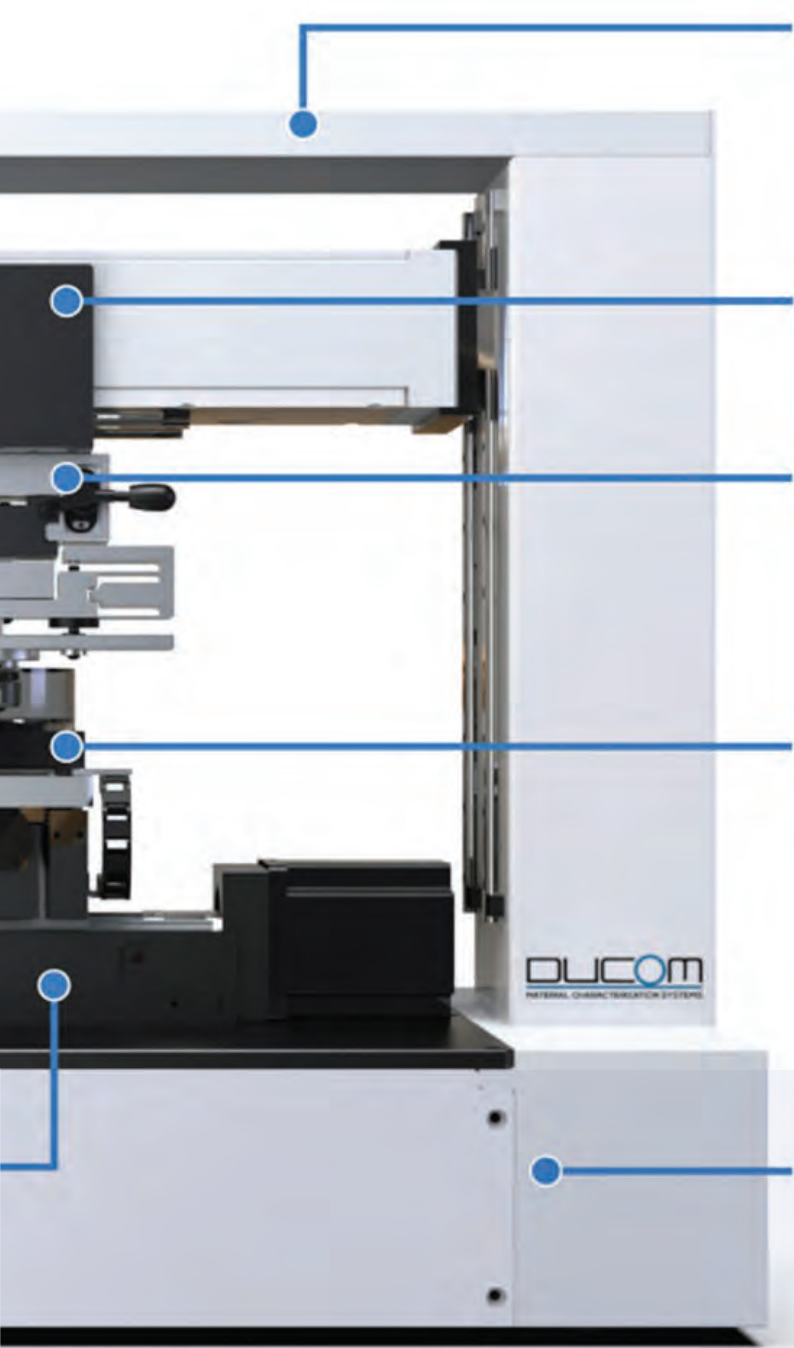
МУЛЬТИПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЕ ОПЦИИ

Контроль температуры, влажности, электрического (контактного) сопротивления, акустической эмиссии и трибокоррозионных параметров.



Благодаря настольному форм-фактору и полной конфигурируемости, UNITEST 750 - самая универсальная и масштабируемая платформа тестирования на рынке. Его уникальная архитектура с открытой рамой позволяет пользователям адаптировать прибор для удовлетворения любых потребностей в исследованиях. Минималистичный дизайн скрывает мощные возможности, которые можно быстро и легко использовать при выборе широкого спектра модулей.

UNITEST 750 разработан для обеспечения максимальной гибкости при конфигурировании и измерениях. Управление испытаниями осуществляется с помощью интуитивно понятного программного интерфейса, позволяющего легко настраивать даже самые сложные протоколы испытания. Простота в использовании и преднамеренно упрощенный дизайн гарантируют надежность проведения исследований и минимизацию человеческого фактора, что позволяет использовать прибор в области промышленных и научных исследований, а также контроля качества материалов.



ИЗОЛЯЦИЯ ОТ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Рама, обеспечивающая отсутствие влияния акустических и термических внешних воздействий на процесс эксперимента

ВСТРОЕННОЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ПО ОСИ X

Перемещение по Оси X встроено в передвигаемую платформу и обеспечивает высокоточное позиционирование

ГОЛОВКА НАГРУЖЕНИЯ

Сменные головки нагружения, обеспечивающие широкий диапазон нагрузок (от мН до кН) и возможность точного приложения нагрузки в 2-осевом, 3-осевом и 6-осевом режиме нагружения

СМЕННЫЕ ПРИВОДНЫЕ МОДУЛИ

Приводные модули для сверх-низких и очень высоких скоростей движения различного характера: Линейное возвратно-поступательное движение (Фреттинг, Скрэтч, Длинноходовое), Вращательное движение (Штифт-Диск, Шарик-Плоскость, Блок-Кольцо, Нагружение по Тимкену), Многоосное перемещение (Биотрибологические профили)

КОНТРОЛЬ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ И СБОР ДАННЫХ

Специализированный производительный бесшумный контроллер высокого разрешения обеспечивает максимальную скорость сбора и обработки данных



ОТКРЫТАЯ АРХИТЕКТУРА

Большая область тестирования в компактном форм-факторе настольного ПК, вмещает множество тестовых модулей и аксессуаров. Размещение UNITEST 750 возможно на стандартном лабораторном столе

НАСТРОЙТЕ UNITEST 750 ПОД ВАШИ ЗАДАЧИ

UNITEST 750 имеет широкий спектр совместимых модулей. Выбирая соответствующие модули, система может изменить свои возможности тестирования, чтобы охватить очень широкий спектр применения. Пользователь имеет возможность быстрой настройки собственной системы испытаний или предустановленных программ испытаний по уже известным стандартам.

ИНДИКАЦИЯ И ИЗМЕРЕНИЕ

Прибор UNITEST может быть оснащен различными легко заменяющимися нагрузочными и сенсорными головками, имеющие возможность измерения силы в 1-, 2-, 3- и 6- осевом режиме. Элементы нагружения могут быть тензометрическими, емкостными или пьезоэлектрическими.

Запатентованные многоосный датчик нагрузки DUCOM обеспечивает непревзойденную производительность в компактном форм-факторе, а датчик усилий предназначен для полного механического разделения усилий для обеспечения высокой производительности.

Каждая нагрузочная головка поставляется в стандартной комплектации с 2D датчиком силы, способным измерять силу по осям Z и Y. Другие модули для измерения силы можно заказать дополнительно.

- 3D Датчик силы (оси X,Y,Z)
- Датчик акустической эмиссии (AE)
- 6D Датчик силы (оси X,Y,Z и θX , θY , θZ)
- Датчик контактного сопротивления (ECR)

ВЫСОКОТОЧНОЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ПО ОСИ Z

Автоматизированная и управляемая с обратной связью ось Z позволяет быстро и точно позиционировать модуль нагружения для испытаний, а также модуль изображения для поверхностных измерений.

ВСТРОЕННЫЕ ДАТЧИКИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Встроенные датчики окружающей среды позволяют измерять и отображать температуру и влажность окружающей среды

За счет замены нагрузочных головок возможности тестирования и измерения платформ UNITEST могут варьироваться от нано-масштаба до макро-масштаба. Наши варианты головок для нагружения - это запатентованная головка нагружения MicroForce для многомасштабного тестирования, головка нагружения DecaForce, головка нагружения HectoForce и головка нагружения KiloForce. Также доступна наша специально разработанная BioForce Load Head, предназначенная для биотрибологического применения.

- MicroForce (10 mN to 10 N)
- DecaForce (1 N to 100 N)
- BioForce (40 N to 400 N)
- HectoForce (50 N to 500 N)
- KiloForce (100 N to 1000 N)

Точные и контролируемые движения являются основополагающими для многих механических испытаний и всех трибологических испытаний. UNITEST предлагает широкий спектр модулей движения, что позволяет адаптировать тестовую систему в соответствии с конкретными требованиями к движению. Все модули движения управляются программным обеспечением и программируются. Некоторые из наших стандартных модулей движения включают линейный микро-привод, линейный макро-привод, линейный высокопроизводительный привод и поворотные приводы. Также доступны другие специализированные диски, покрывающие требования к перемещению для целого ряда применений, начиная от испытания штифтов на диск и испытания поршней и гильз цилиндров и заканчивая испытаниями на фреттинг износ.

- Стандартный линейный привод
- Стандартный вращательный привод
- Стандартный комплексный привод
- Привод блок-кольцо
- Высокопроизводительный поворотный привод
- Высокопроизводительный линейный привод



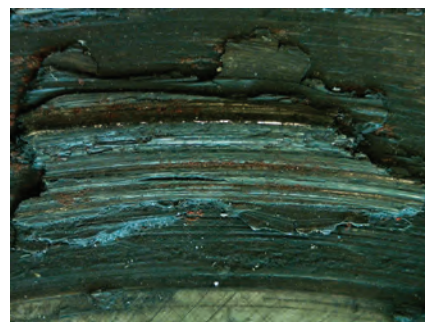
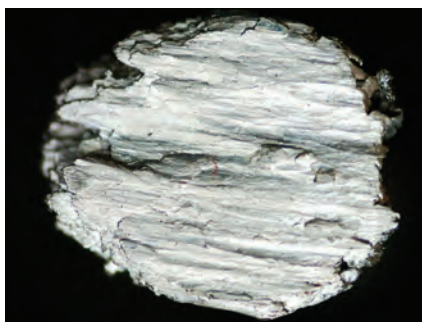
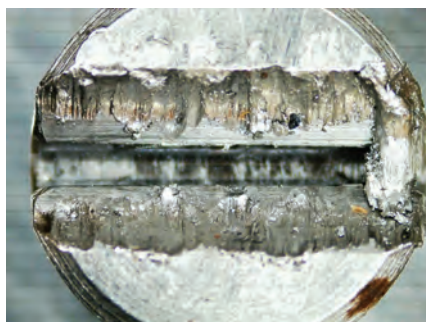
ВЫБОР СРЕДЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ

Варианты испытания при температуре для окружающей среды до -120°C и от окружающей среды до 1200°C доступны для испытания зависящих от температуры свойств материалов. Также доступны системы управления окружающей средой, такие как модули смазки, модули коррозии и модули влажности.

- Модуль для испытаний в смазочной среде;
- Модуль рециркуляции жидкости;
- Трибокоррозионный модуль
- Камера влаги;
- Низкотемпературный модуль;
- Высокотемпературный модуль
- Вакуумная среда

ЦИФРОВАЯ МИКРОСКОПИЯ

Используя модуль цифровой микроскопии по типу «Plug and Play», пользователь может просматривать образцы непосредственно в процесс испытания. Благодаря встроенным режимам Brightfield Microscopy и Darkfield Microscopy модуль цифровой микроскопии может быть установлен на поперечной балке большой платформы, которая вмещает образцы от малого до крупного размера.



ЛЕГКО КОНФИГУРИРОВАТЬ. ВСЕГО 4 ШАГА

Быстрая взаимозаменяемость, обширная экосистема тестирования и множество модулей на выбор делают UNITEST мощным и адаптируемым. Прибор поставляется в стандартной комплектации с синхронизированной системой с двойным приводом и встроенной высокоточной Y-ступенью. В обе оси встроены высокоточные датчики положения. Конфигурация прибора оптимизирована для обеспечения простоты обслуживания и высокого уровня надежности в течение длительного срока эксплуатации.



*Выберите
головку нагружения*



*Выберите
привод*



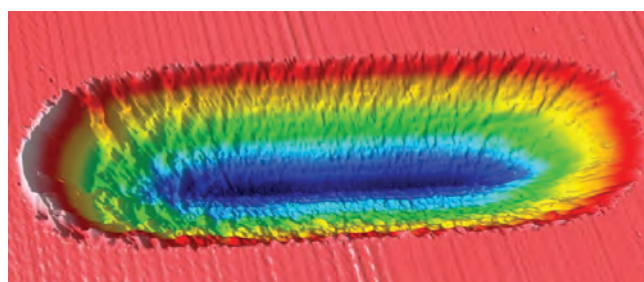
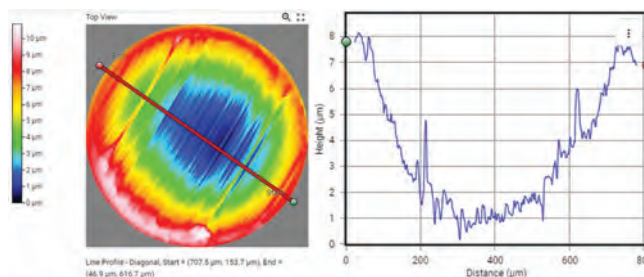
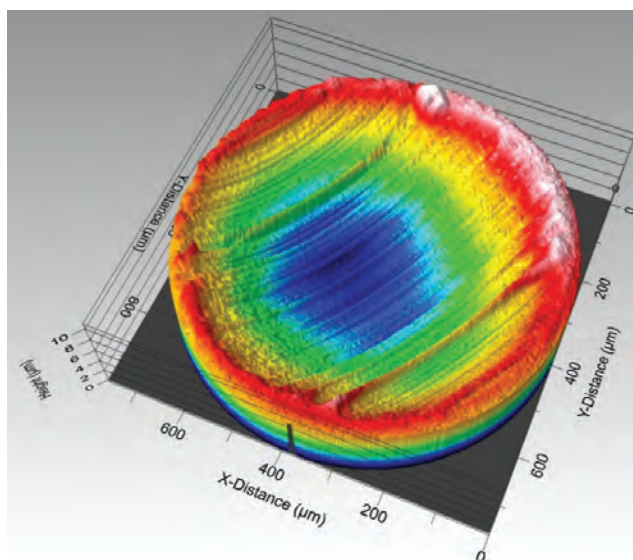
*Выберите модуль
испытательной среды*



*Выберите способ снятия
изображения поверхности*

3D ПРОФИЛОМЕТРИЯ

В UNITEST можно добавить бесконтактный модуль для 3D измерения поверхности. Установленный на движущейся по оси Z балке, модуль профилометра располагается над интересующей областью на образце и обеспечивает получение 3D изображения в высоком разрешении. Интегрированное программное обеспечение работает с высокой степенью автоматизации. Тестовые Результаты испытания, цифровые изображения и 3D-данные профилометрии могут быть объединены в единый отчет по одному щелчку мышки.



UNITEST SCRATCH

Ducom UNITEST Scratch (Рис. 1) используется при оценке трибологических характеристик покрытий:

- оценка сопротивления царапинам или трению;
- оценка критической нагрузки до разрушения;
- сила адгезии;
- оценка характера повреждений при высоком контактном напряжении.



Индентер прижимают к образцу для испытаний (Рис. 2А) с контролируемой нормальной нагрузкой, скоростью царапания и длиной царапины. Нормальная нагрузка с сервоуправлением находится в диапазоне от 0,01 Н до 1000 Н. Скорость царапания может быть установлена от 10 мкм/с до 5 мм/с. Измеряемые параметры: сила трения, пластическая деформация и акустическая эмиссия.

Система визуализации в приборе UNITEST Scratch может регистрировать царапины в момент образования (см. Рис. 2В) для определения характеристик разрушения покрытия после испытаний. Программное обеспечение WinDucom на основе LabView используется для сбора и отображения операционных и измеренных параметров.

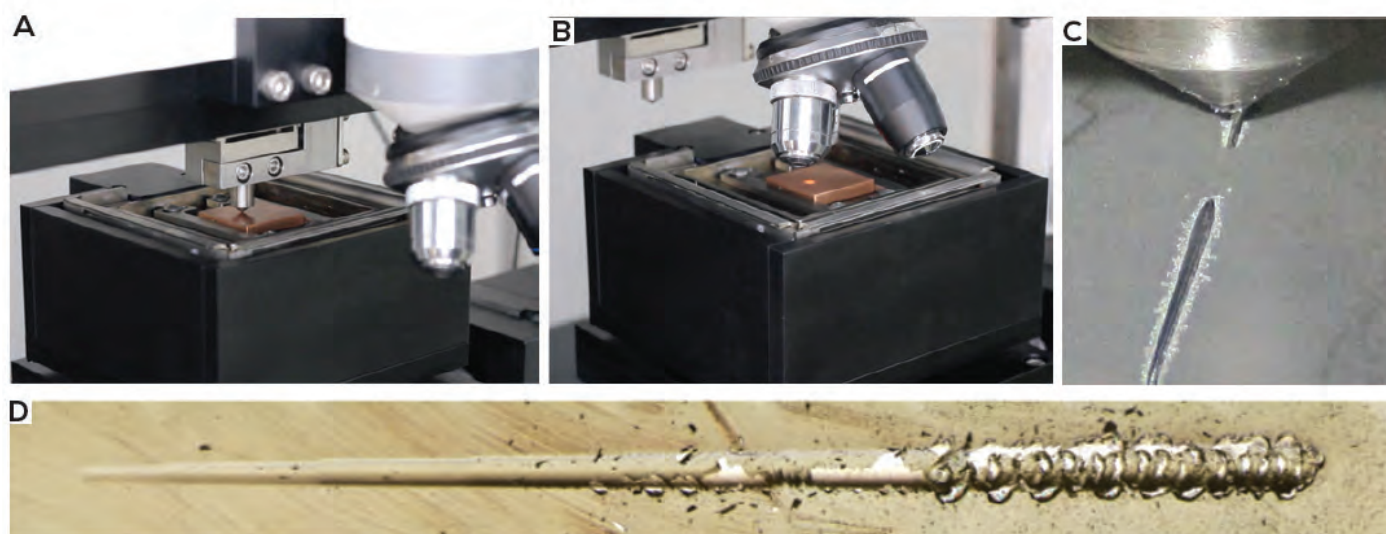


Рис. 2. Прибор Ducom UNITEST Scratch с (А) индентером и (В) встроенной системой отображения.
(С) Пример царапины и (D) изображение пятна износа, полученное с помощью системы визуализации.

ПРИМЕНЕНИЕ

- Определение критической нагрузки для твердых и хрупких покрытий, таких как нитриды титана, нитриды бора, алмазоподобное углеродное покрытие и т.д.
- Поведение антибликовых покрытий по устойчивости к царапинам отдельных частиц и его сравнение с эрозией
- Оценка прочности связи на границе раздела подложка-покрытие.
- Разработка продукта и контроль качества продукта поверхностной инженерии.
- Устойчивость к царапинам стоматологических материалов в физиологических и агрессивных средах.

ПРИНЦИП РАБОТЫ

Прибор Ducom UNITEST Scratch состоит из индентера, который устанавливается на оси Z тестера, испытуемый образец помещается ниже на платформу X-Y и прочно удерживается в тисках или зажимном приспособлении (Рис. 3). Движение по осям X и Y контролируется серводвигателем с шарико-винтовой передачей. Индентер прижимается к исследуемому образцу с требуемой силой с помощью сервоуправляемого нагрузочного устройства, которое обеспечивает высокий уровень точности, несмотря на неровности поверхности.

Сила трения измеряется во время создания царапины. Изменение силы трения может означать отслоение покрытия (Рис. 4) и вместе с оптическими изображениями царапины может дать четкую характеристику разрушения покрытия.

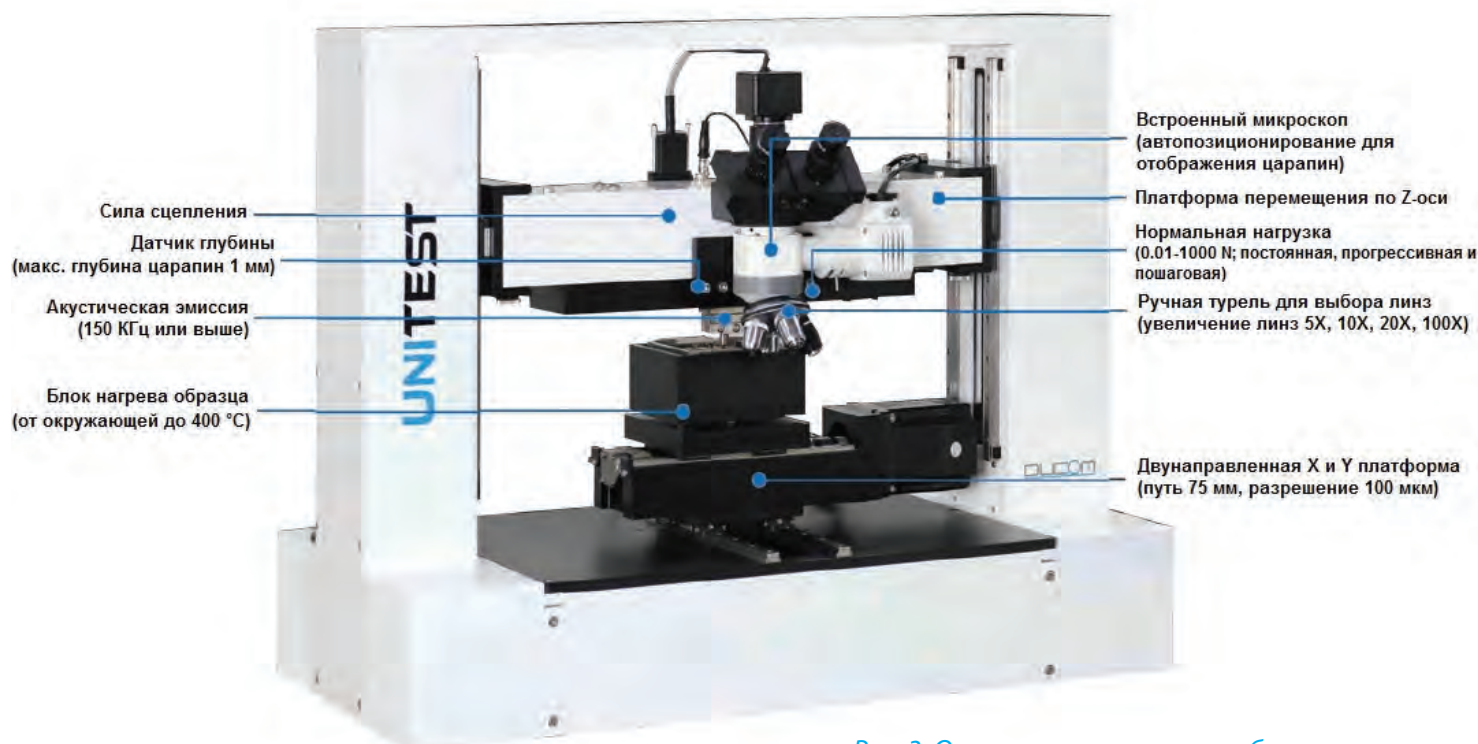


Рис. 3. Основные элементы прибора
Ducom UNITEST Scratch.

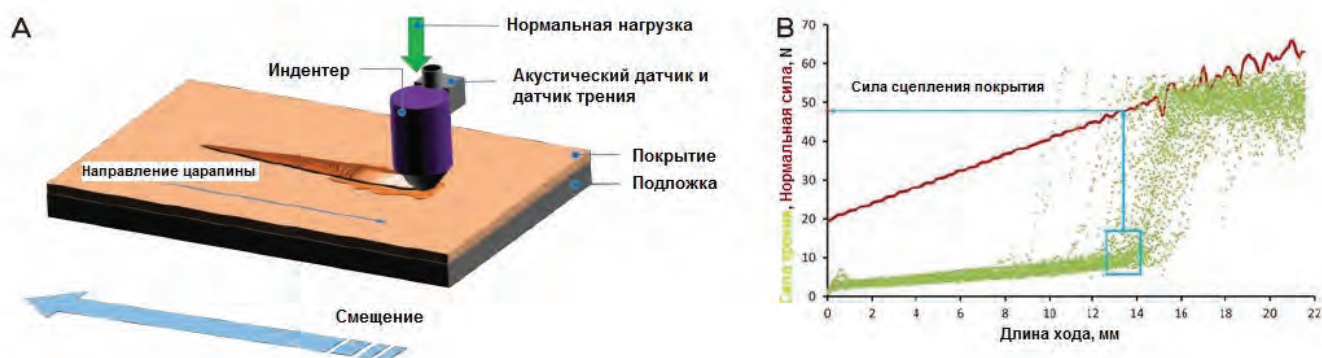


Рис. 4. (А) Схема испытательной зоны в приборе UNITEST Scratch.

(В) Эволюция силы трения в зависимости от нормальной силы и длины хода.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

- Автоматизированные блоки управления нагрузкой - Малая нагрузка (от 0,01 Н до 5 Н); Стандартная нагрузка (от 2 Н до 200 Н); Высокая нагрузка (от 20 до 1000 Н)
- Датчик акустической эмиссии
- Система визуализации (IAS)
- Датчик глубины царапины
- Программное обеспечение для сшивания изображений для продольной визуализации царапины по всей длине
- Коррозионная чашка для смазки с контролем температуры

УПРАВЛЕНИЕ ПРИБОРОМ И СБОР ДАННЫХ

Ducom UNITEST Scratch управляется программным обеспечением WinDucom на основе LabView. Данные измеряются и отображаются онлайн. Сшитое изображение царапины масштабируется в соответствии с длиной царапины и накладывается на график (Рис. 5). Изображение дополняется параметрами нормальной нагрузки, силы трения, акустической эмиссии, коэффициента трения и глубины царапины. Полученные данные можно представлять несколькими способами. Графики отдельного теста можно распечатать. Результаты разных тестов можно накладывать друг на друга для сравнительного просмотра. Данные можно экспортировать в Excel.



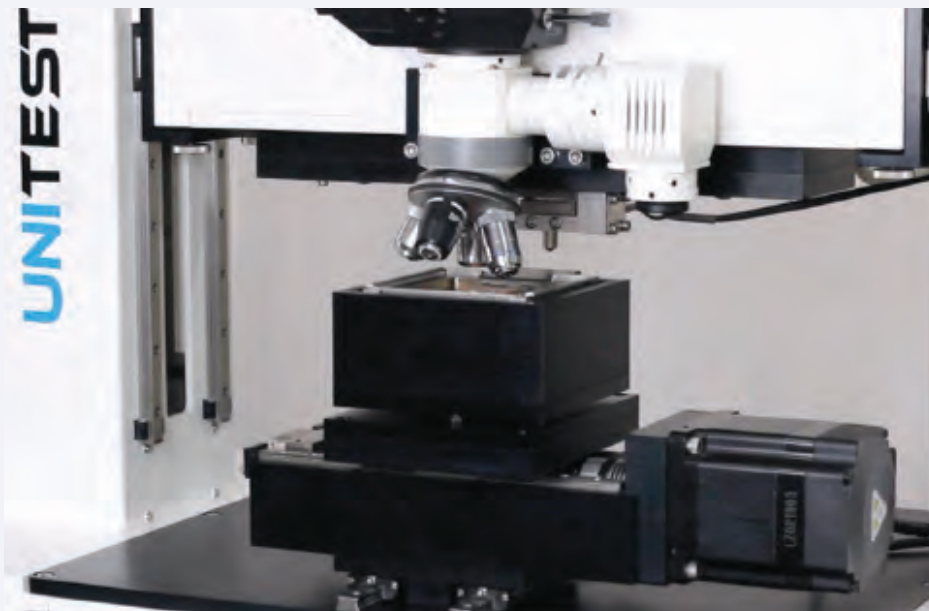
Рис. 5. Сравнительные графики в ПО WinDucom.

ЦИФРОВОЙ МОДУЛЬ

МООНА - это цифровой лабораторный помощник с мощными функциями, который может помочь сохранить ваш прибор в отличном состоянии, а данные испытаний в безопасности и с легким доступом. Его функции автоматического ведения журнала и отчетности обеспечивают надежную защиту данных от несанкционированного доступа. Узнать больше можно по ссылке www.ducom.com/digital



ГАЛЕРЕЯ ФОТОГРАФИЙ



Прибор
Ducom UNITEST Scratch
со встроенным микроскопом



Универсальный
держатель образцов



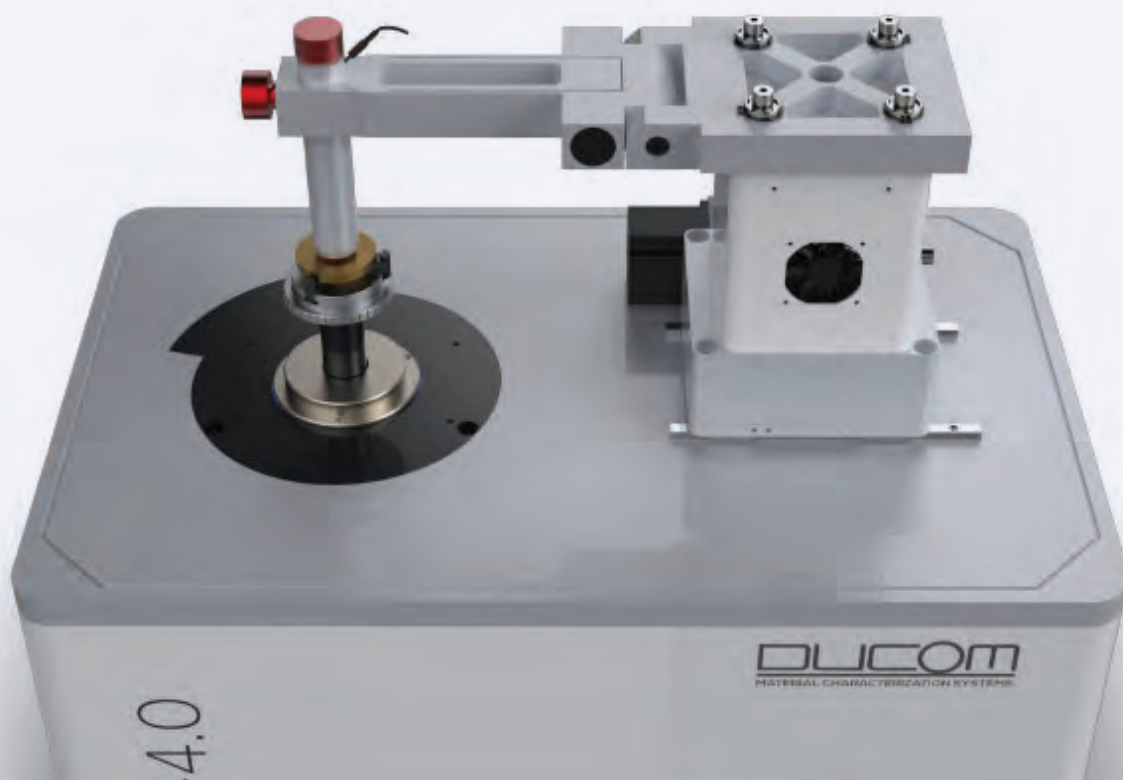
Индентер



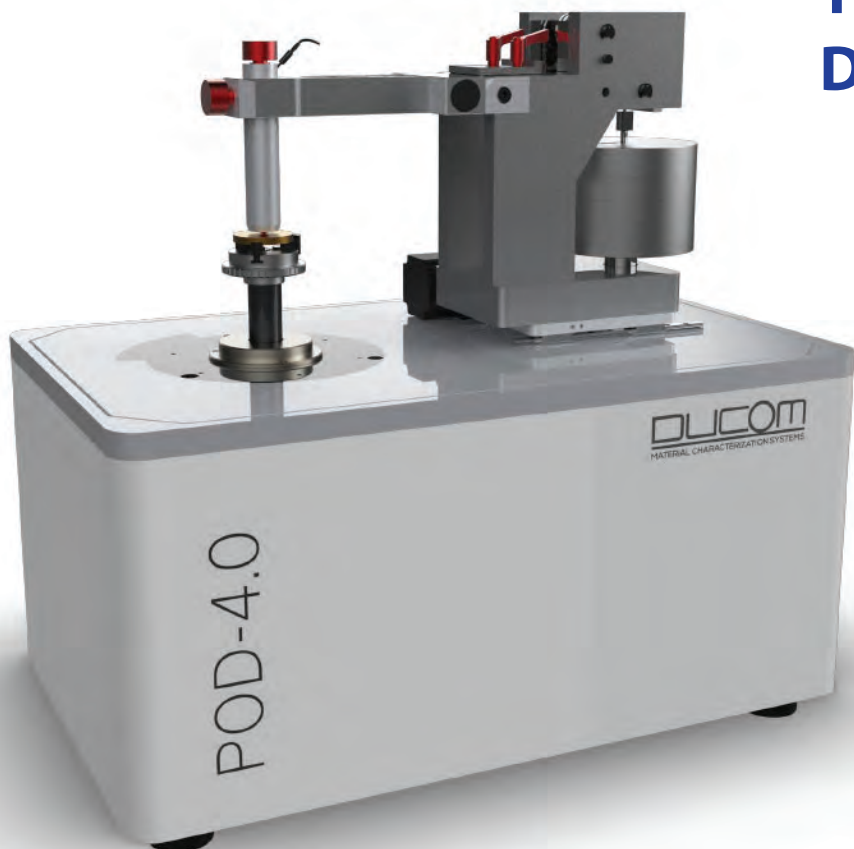
Головка для малой нагрузки

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ТРИБОМЕТР POD-4.0

ПО СИСТЕМЕ ШТИФТ/ШАРИК – ДИСК



УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ТРИБОМЕТР DUCOM POD - 4.0



Трибометр DUCOM POD-4.0 предназначен для проведения испытаний в соответствии со стандартами ISO, ASTM и DIN и обеспечивает высокую точность и повторяемость результатов при исследованиях на трение и износ.

Установка DUCOM POD-4.0 предназначена для исследования трибологических свойств материалов при однонаправленном скольжении (по часовой стрелке и против часовой стрелки), а также двунаправленном скольжении (вращательное и линейное).

Управление модулем движения производится с помощью точной системы позиционирования следа изнашивания (вручную или автоматически).

Высокий уровень автоматизации и возможность полностью запрограммировать процесс эксперимента в установке DUCOM POD-4.0 позволяет пользователю проводить трибологические испытания в различных средах и условиях при минимальном участии оператора.

Для удовлетворения потребностей в исследовании при различных условиях трибометры DUCOM POD-4.0 могут быть оснащены широким спектром дополнительного оборудования.



КОНСТРУКЦИЯ ПРИВОДА

Установка DUCOM POD-4.0 обладает мощным ротационным приводом, демонстрирующим высокую производительность на минимальных и максимальных скоростях вращения.

Специализированная система управления DUCOM Advanced Motion Control (AMC) обеспечивает точное, конфигурируемое пользователем угловое сопряжение, возвратные и возвратно-поступательные режимы движения.

Варианты конфигурации двигателя:

Стандарт

200 - 2000 об/мин

Высокая производительность

0.1 к 3000 об/мин

Усовершенствованный

Advanced Motion Control Package (AMCP). В дополнение к опции «Высокая производительность», AMCP обеспечивает возможности углового сопряжения образца, возвратно-поступательные движения рабочего тела.

СИСТЕМА НАГРУЖЕНИЯ

Возможность точной регулировки дорожки трения является основой для проведения качественных триботехнических испытаний. Установка DUCOM POD 4.0 оснащена высокопрочной модульной системой нагружения, и обеспечивает возможность наиболее выверенной регулировки дорожки трения.

Схема нагружения, примененная в DUCOM POD-4.0, обеспечивает независимость задания нагрузки рабочего тела (штифта или шара) от консоли трения, что снижает вероятность возникновения вибраций в системе и улучшает качество испытания.



Установка DUCOM POD-4.0 поставляется в двух вариантах конфигурации:

РУЧНАЯ СИСТЕМА НАГРУЖЕНИЯ

При данной конфигурации установки величина нагрузки на образец задается и контролируется пользователем в ручном режиме.

ВАРИАНТЫ РУЧНОГО НАГРУЖЕНИЯ

от 0,1 до 100 Н

от 5 до 200 Н

АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА НАГРУЖЕНИЯ

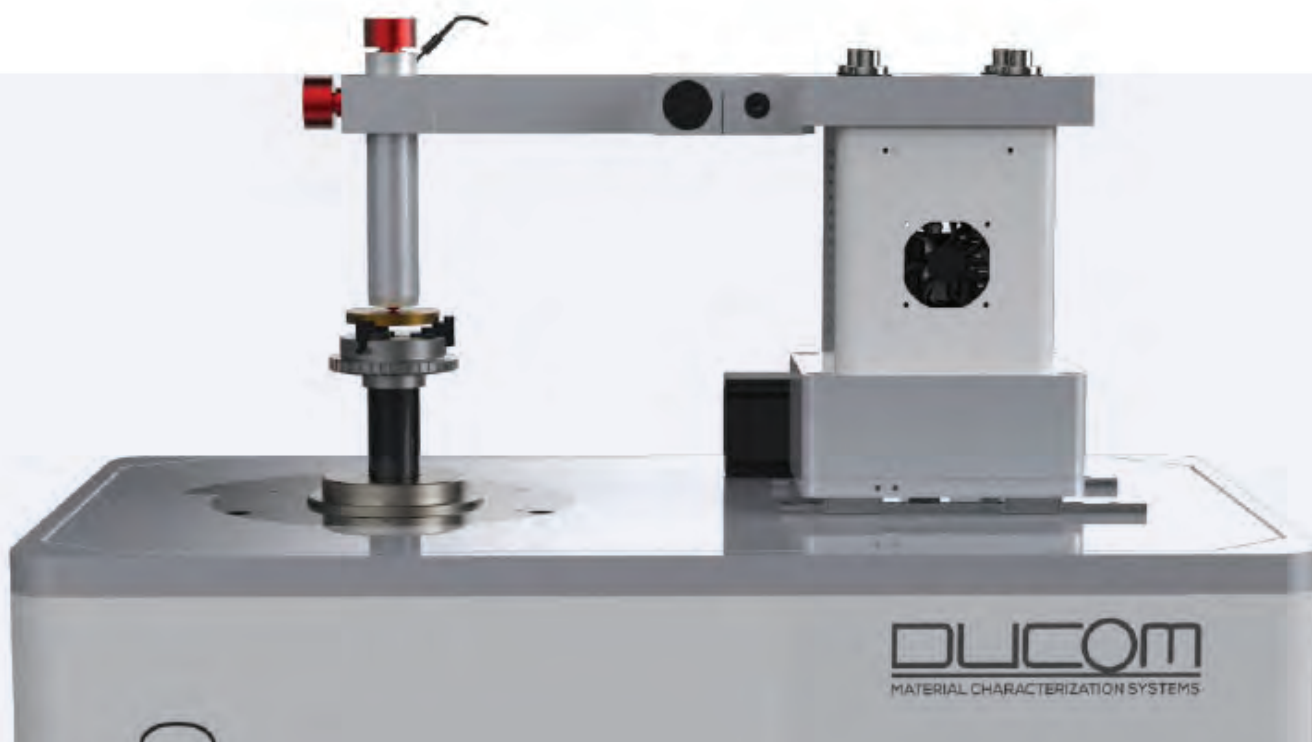
Автоматическая система нагружения обеспечивает возможность точного программируемого задания, поддержания и автоматизированного переключения последовательности нагрузок на образец.

Опция автоматизированной корректировки следа изнашивания позволяет пользователю проводить длительные много-дорожечные испытания без вмешательства оператора.

ВАРИАНТЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО НАГРУЖЕНИЯ

от 0,1 до 100 Н

от 5 до 200 Н



ПАРАМЕТРЕЗИЦИЯ ДОРОЖКИ ТРЕНИЯ

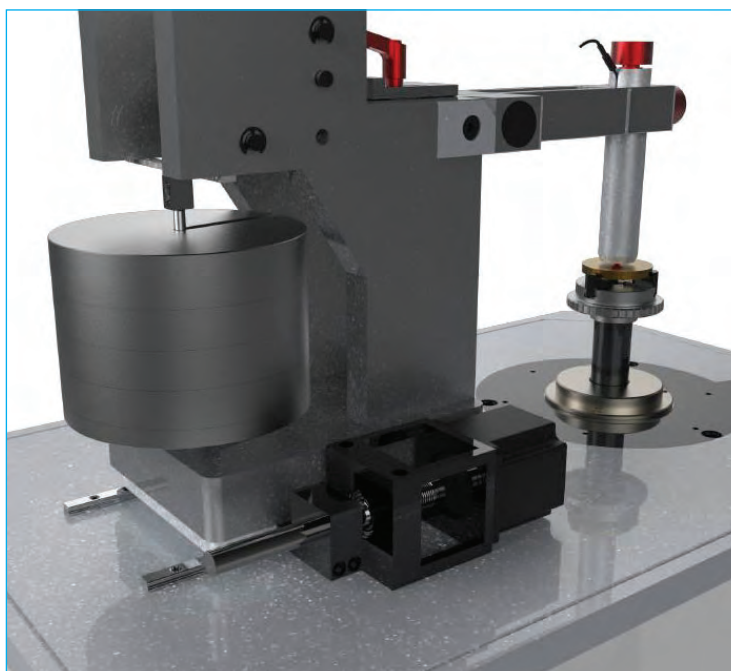
Универсальный трибометр DUCOM POD-4.0, в зависимости от комплектации установки, может быть оснащен двумя механизмами для формирования следа изнашивания.

При использовании ручного модуля подстройки следа изнашивания, оператор может устанавливать позицию образца используя микрометрическую головку; это простой, быстрый и дешевый способ.

Автоматизированный модуль корректировки следа изнашивания предназначен для параметризации следа изнашивания в автоматическом режиме, с использованием программного обеспечения.

Преимущество автоматизированного метода: вычисление скорости изнашивания и регистрация данных с автоматической записью в отчет об эксперименте.

Вне зависимости от комплектации системы, установка DUCOM POD-4.0 обеспечивает возможность создания следа изнашивания с линейным перемещением до 50 мм.

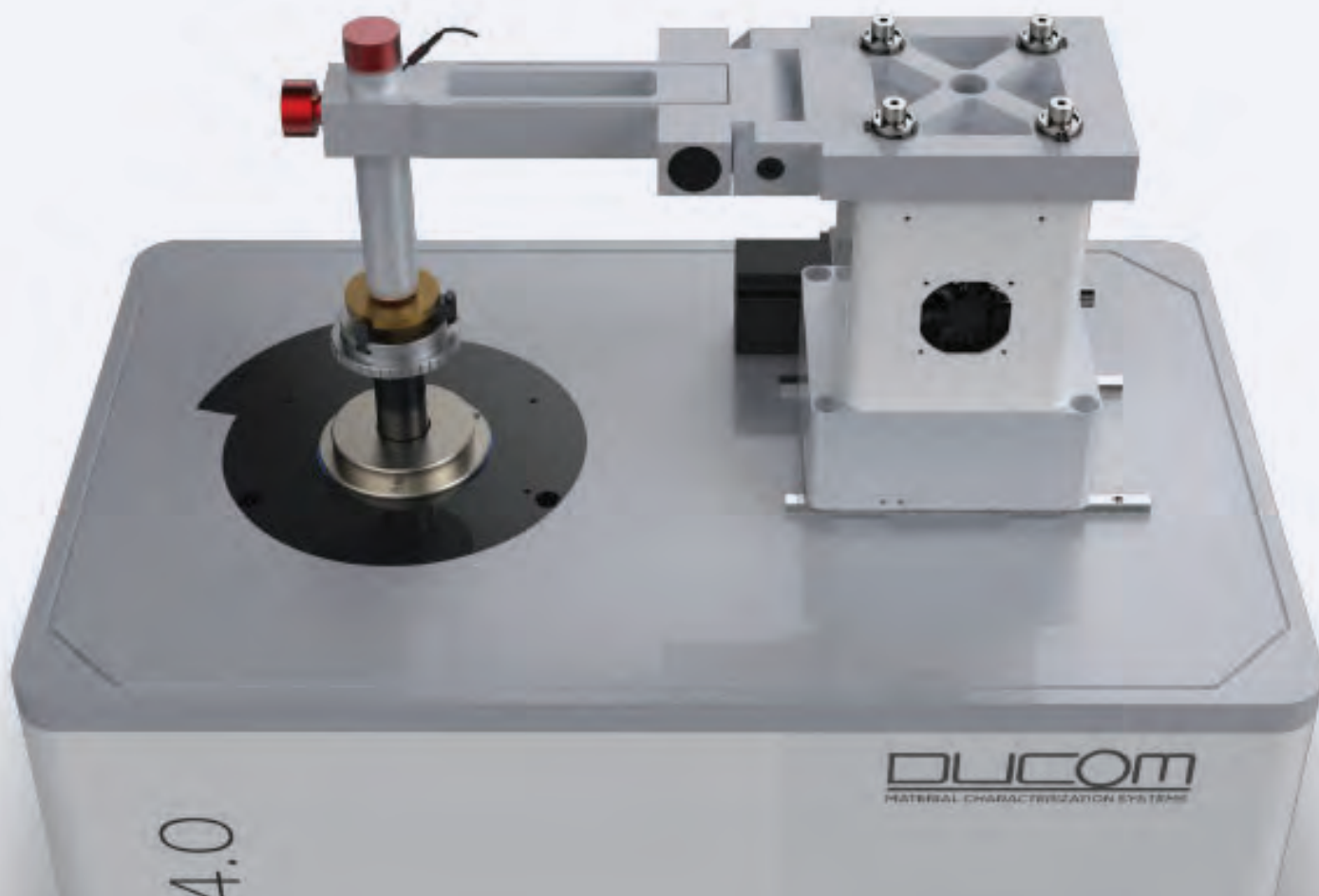


ИЗМЕРЕНИЕ СИЛЫ ТРЕНИЯ

Универсальная консоль трения, предназначенная для придания жесткости при нагружении, отвечает за точные измерения трибологических характеристик. Консоль спроектирована таким образом, чтобы минимизировать теплопередачу к датчикам при использовании высокотемпературного модуля. Двойные измерительные датчики силы трения минимизируют тепловое расширение.

Варианты комплектаций:

- Измерение силы трения в диапазоне до 100 Н
- Измерение силы трения в диапазоне до 200 Н

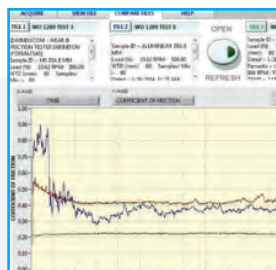
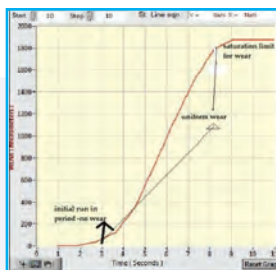


ИССЛЕДОВАНИЕ ТРЕНИЯ И ИЗНОСА В РЕЖИМЕ ЛИНЕЙНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ

Модуль для исследования трения и износа в линейном режиме (Linear Reciprocating Module, LRM) – специализированная опция для трибметра DUCOM POD-4.0, которая позволяет воспроизводить линейное возвратно-поступательное движение, плоский, штыревой или шаровой наконечник нагружается определенным весом. Испытываемые образцы могут иметь различную форму (например, цилиндрическую). Длина дорожки может быть отрегулирована до начала измерения. Как только испытание начинается, наконечник создает линейную дорожку износа.

Силы трения регистрируются как при движении вперед, так и при движении назад. Скорость движения соответствует синусоидальной волне с максимумом скорости в середине дорожки. Трение будет меняться в каждой позиции дорожки, в зависимости от скорости и направления движения. Скорости износа для контртела и образца рассчитываются из массы потерянного материала.

Модуль линейного износа обеспечивает точное и простое измерение силы трения.



Стандарты:

ASTM G133 / ASTM G171

Параметры, анализируемые в режиме «Линейный»:

коэффициент трения / износ / электрическое сопротивление / исследования в смазке и коррозионные исследования / зависимость трения от скорости / твердость при царапании / статический коэффициент трения и другие.

Контртело.

Материал – алмаз, карбид вольфрама, сталь и другие материалы: шар 1, 3, 6 или 10 мм, пользовательский размер шара, плоская поверхность, произвольная геометрия.

Опциональное оборудование:

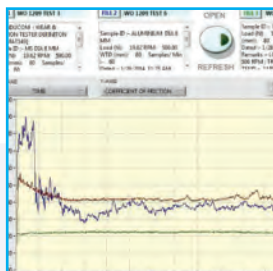
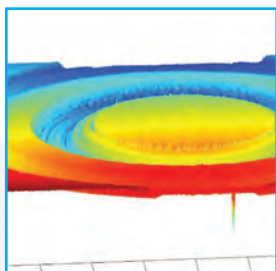
- печь на 400 °C
- емкость для жидкости и емкость для жидкости с нагревом до 120 °C

Крепление образцов:

тиски, клипсы, пользовательские захваты для образцов различной геометрии.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРЕНИЯ И ИЗНОСА В РЕЖИМЕ ВРАЩЕНИЯ

Трибологические испытания в режиме вращательного перемещения воспроизводят вращательные движения, которые часто встречаются в реальных механизмах. Контртело в виде шарика, иглы или стержня прикладывается к исследуемому образцу с заданной нагрузкой и на определенном расстоянии от центра вращения. При движении контртело создает канавку износа на образце. Коэффициент трения вычисляется с помощью прецизионного датчика нагрузки и может быть определен для любой интересующей точки или зоны на каждом цикле испытаний. Кроме того возможно быстрое и плавное изменение скорости вращения от 0,1 до 2000 об/мин для получения зависимости коэффициента трения от скорости. Скорости до 0,1 об/мин имеют важное значение для изучения трения в статической области и для понимания процесса перехода от статического коэффициента трения к динамическому. Интенсивность износа можно вычислить из 2D или 3D-профиля канавки износа.



Стандарты:

ASTM G99 / DIN 50324 / ASTM D3702 / ASTM D2266 /
ASTM D4172 / ASTM G132

Параметры, анализируемые в режиме вращения:

коэффициент трения / износ / электрическое сопротивление / исследования в смазке /
зависимость трения от скорости / кривая штрибека / твердость при царапании / статический
коэффициент трения и другие.

Контртело.

Материал — алмаз, карбид вольфрама, сталь и другие материалы: шар 1, 3, 6 или 10 мм,
пользовательский размер шара, плоская поверхность, произвольная геометрия.

Опциональное оборудование:

- полностью съемная печь на 1000 °C
- емкость для жидкости и емкость для жидкости с нагревом до 120 °C

Крепление образцов:

тиски, клипсы, пользовательские захваты для образцов различной геометрии.

ИСПЫТАНИЯ ПРИ ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

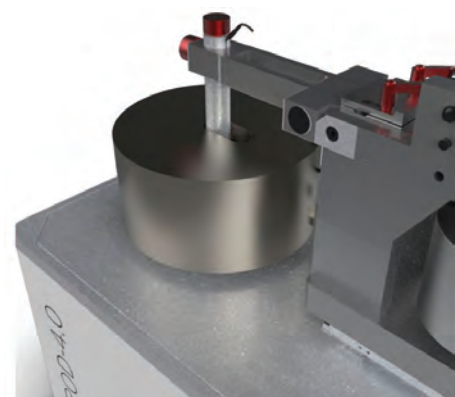
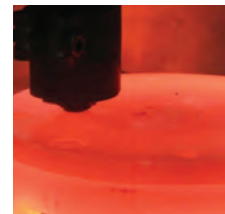
Трибометры DUCOM POD-4.0 позволяют проводить исследования износа материалов при повышенных температурах до 1000 °С в режиме вращения и до 400 °С в режиме линейного перемещения. Встроенные в печь термопары обеспечивают равномерность и стабильность распределения температуры вокруг образца.

Надежность работа установки при высокотемпературных испытаниях обеспечивается за счет использования термостойких сплавов в узлах прибора, работающих в условиях экстремально-высоких температур. Привод защищен от температурного воздействия и перегрева благодаря использованию выверенно подобранных изоляционных материалов и специализированной конструкции подшипников и валов.

Установка спроектирована по блочно - модульному принципу и позволяет проводить различные виды испытаний. Печь может быть заменена на низкотемпературную камеру, которая позволяет проводить испытания при температуре до -40 °С.

Система охлаждения может поставляться в двух вариантах:

- Водяное охлаждение на базе чиллера, требует периодического обслуживания;
- Сверхгерметичная печь: не требует обслуживания и дополнительных утилит.



Стандарты:

ASTM G99 / ASTM G133

Анализируемые параметры:

Коэффициент трения, износ, зависимость коэффициента трения и износа от температуры.

Возможности программного обеспечения:

- трение и износ при различных температурах
- изменение скорости во время теста и другие.

Контроль.

Материал – алмаз, карбид вольфрама, сталь и другие материалы: шар 1, 3, 6 или 10 мм, пользовательский размер шара, плоская поверхность, произвольная геометрия.

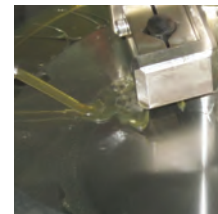
Крепление образцов:

тиски, клипсы, пользовательские держатели различной геометрии.

ИСПЫТАНИЯ В ЖИДКИХ СРЕДАХ

Трибометр DUCOM POD-4.0 обеспечивает исследования износа и трения в жидкостях/смазках для линейного модуля и модуля вращения. Различные растворы могут быть использованы для моделирования процессов износа, происходящих в условиях приближенных к реальным. Установка позволяет исследовать износ и трение материалов в жидкости или смазке для различных промышленных применений.

Реализована возможность нагрева жидкости до 150 °С. В капельном режиме возможно исследование даже при очень высокой скорости вращения 2000 об/мин.



КАМЕРА ДЛЯ ПОДАЧИ СРЕДЫ

Предназначена для проведения трибологических исследований в среде инертного газа или вакуума. Камера герметична и оборудована двумя портами подачи, входным и выходным. Прозрачная крышка позволяет оператору осуществлять визуальный контроль образцов во время испытания. Полностью съемная конструкция обеспечивает простой, удобный и безопасный доступ к зоне испытания.



Стандарты:

ASTM G99 / ASTM G133

Анализируемые параметры:

Коэффициент трения, износ, зависимость коэффициента трения и износа от температуры, зависимость коэффициента трения и износа от скорости.

Контртело.

Материал—алмаз, карбид вольфрама, сталь и другие материалы: шар 1, 3, 6 или 10 мм, пользовательский размер шара, плоская поверхность, произвольная геометрия.

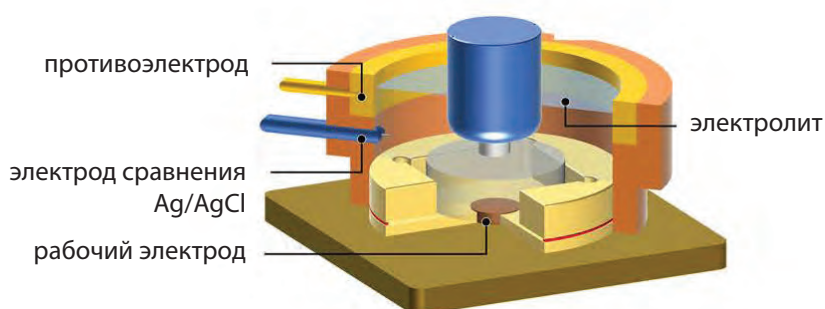
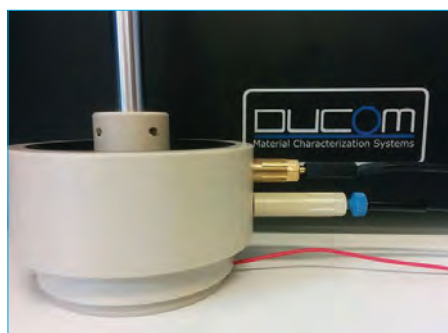
Крепление образцов:

тиски, клипсы, пользовательские держатели различной геометрии.

ТРИБОКОРРОЗИОННЫЙ МОДУЛЬ

Предназначен для оценки электрохимического поведения материалов в ходе испытаний на трение и износ установлен трибокоррозионный модуль Ducom Multi Autolab.

Система до-оснащена специализированным модулем Multi Autolab, который представляет собой многоканальный потенциостат/гальваностат. Он позволяет определить сопротивление, скорость коррозии (мм/год), ток коррозии, потенциал коррозии согласно ASTM G59 и ASTM G102. Все приспособления выполнены из диэлектрических материалов.



ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

ПАРАМЕТР	РАЗМЕРНОСТЬ	ЗНАЧЕНИЕ
Разность потенциалов	В	±10
Напряжение	В	±20
Максимальный ток	мА	±400
Диапазон тока	-	±10 мА до 10А
Точность потенциала	%	±2
Разрешение потенциала	нВ	3
Импеданс	ГОм	>100

ИЗМЕРЯЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Ток коррозии, линейные поляризационные кривые, потеря массы.

ОСОБЕННОСТИ

Трехэлектродная электрохимическая ячейка устанавливается для измерения потенциала и тока. Одновременное получение данных фрикционного изнашивания с током коррозии.

ПРИМЕНЕНИЕ

Определение потерь массы из-за коррозии материалов во время кривых линейной поляризации.

Стандарты: ASTM G59 и ASTM G102.

Анализируемые параметры:

Коэффициент трения, износ, сопротивление коррозии, трибокоррозия.

Возможности программного обеспечения:

Износ при стационарном потенциале, износ при анодном/катодном потенциале, электрохимическая импедансная спектроскопия, контроль скорости.

Условия окружающей среды:

Различные растворы для имитации реальных условий, ускорение/замедление коррозии.

Контртело:

Материал—алмаз, карбид вольфрама, сталь и другие материалы:
шар 1, 3, 6 или 10 мм, пользовательский размер шара, плоская поверхность, произвольная геометрия.

Крепление образцов: Тиски, клипсы, пользовательские держатели различной геометрии.

КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

Универсальный трибометр POD-4.0 модуль вращения (базовый комплект)

Нагрузка от 0,5 до 60Н / 100Н / 200Н
(ASTM G99, DIN50324)

Скорость от 1 до 2000 об/мин

Трение от 0 до 60Н / 100Н / 200Н

Линейный износ от 0 до 2 мм

Частота колебаний от 0 до 5 Гц

Амплитуда от 10 до 90°

Захват штифта или шарика:
3 мм, 6 мм, 10 мм, 12 мм

Диаметр следа изнашивания:
от 2 мм до 30 мм/60 мм

Универсальный трибометр POD-4.0 модуль линейного перемещения (Т < 200°C)

Частота от 0,5 до 50 Гц

Длина хода от 1 до 50 мм

Нагрузка от 2 до 60Н / 40 / 200Н
(ASTM G133)

Сила трения от 0 до 60Н / 40Н / 200Н

Захват штифта или шарика:
3 мм, 6 мм, 10 мм, 12 мм

Захват диска: 50 мм x 50 мм x 5 мм

Универсальный трибометр POD-4.0 модуль линейного перемещения (Т > 600°C)

Частота от 0,5 до 50 Гц

Длина хода от 1 до 50 мм

Ручная нагрузка от 2 до 50Н)

Сила трения от 0 до 100Н

Захват штифта или шарика:
3 мм, 6 мм, 10 мм, 12 мм

Захват диска: 50 мм x 50 мм x 5 мм

Дополнительные опции

- Цифровой Мультиметр
- Емкость для работы со смазкой, с возможностью нагрева до 200 °C
- Система циркуляции жидкости
- Трибокоррозионный модуль
- Универсальный держатель
(в режиме вращения диаметр образца до 54 мм, используется только при комнатной температуре)
- Профилометр (игольчатый)
- Высокотемпературный модуль до 400 °C
- Высокотемпературный модуль до 600 °C
- Высокотемпературный модуль до 1000 °C
- Модуль автоматической системы нагружения (до 2 кН)
- Двигатель (скорость вращения до 5000 об/мин)
- Низкотемпературный модуль до -40 °C
- Контроль влажности (от 30 до 85 %)
- Камера с подачей инертного газа и вакуума
- Сенсор акустической эмиссии



ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

ПАРАМЕТР	ЗНАЧЕНИЕ	
Диапазон величины задаваемой нормальной нагрузки	От 0,1 до 100Н	От 5 до 200Н
Диапазон величины задаваемой силы трения	До 100 Н	До 200 Н
Скорость вращения рабочего тела	Стандартный: от 200 до 2000 об/мин	
	Высокочастотный: от 0,1 до 3000 об/мин	
Вращающий момент двигателя	2 Нм	
Возвратно-поступательное движение (угловое)	Движение: от +/-5 до +/-150 град. Частота: от 0,1 до 10 Гц	
Возвратно-поступательное движение (линейное)	Движение до 25 мм нажима Частота: 10 Гц	

Особенности

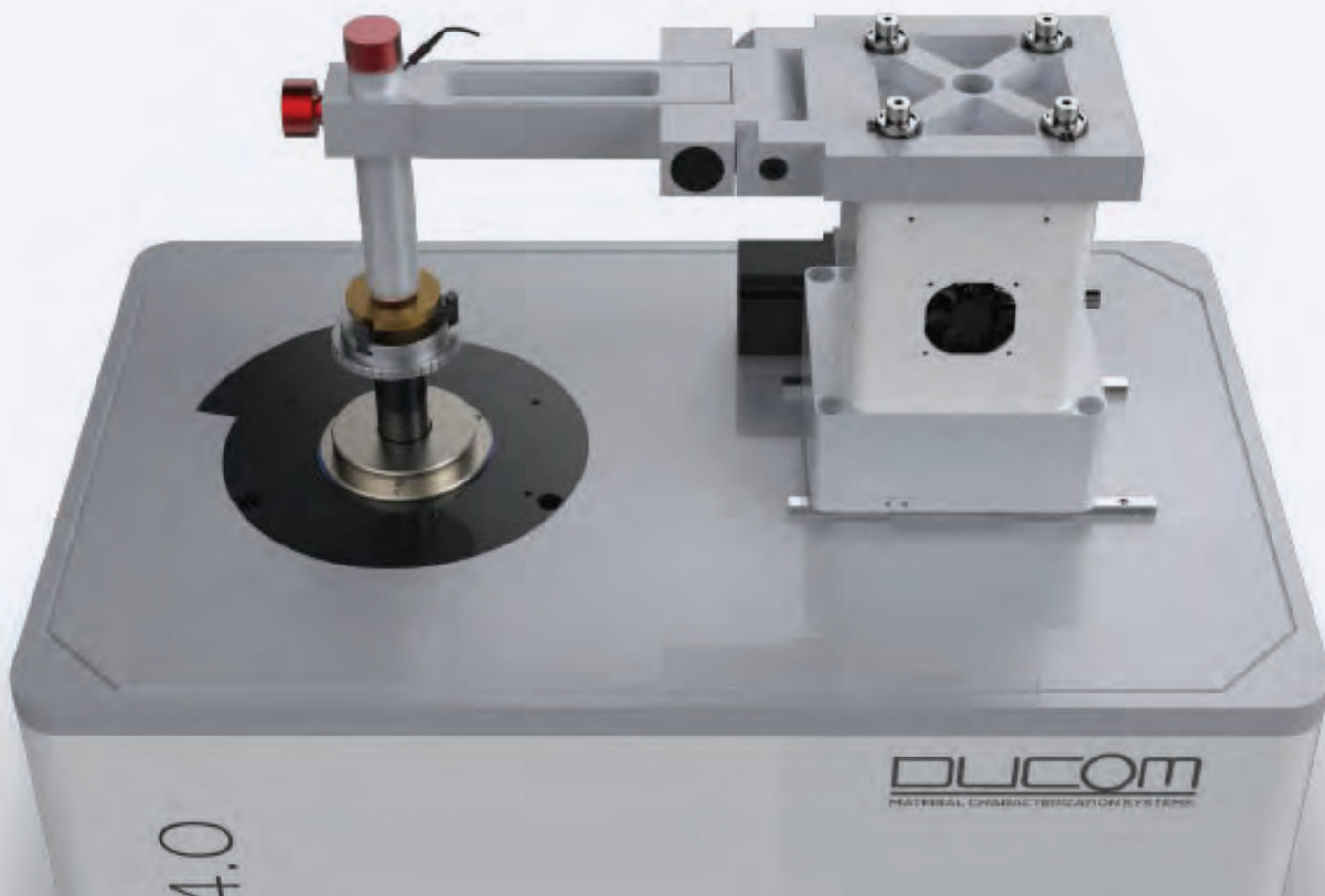
- Система анализа данных DAQ в реальном времени
- Удобство скоростного использования DAQ
- Измерение силы трения в режиме реального времени и графическое отображение в зависимости от времени, циклов и расстояния скольжения
- Интегрированный программный модуль для контактного давления, радиуса контакта и контактной зоны
- Встроенные датчики измерения температуры
- Автоматическое формирование отчета об эксперименте

О НАС

Основной вид деятельности ООО «ФИАНУМ ЛАБ» разработка и производство специализированного исследовательского и испытательного лабораторного оборудования. Мы - технологическая компания, нацеленная на постоянное развитие и разработку новых технологий в области лабораторных исследований. Костяк нашей команды состоит из отраслевых профессионалов с многолетним опытом научной и производственной деятельности.

Однако, оборудование без должного сопровождения (техническое обслуживание, обучение пользователей, постановка эксперимента и др.) не имеет ценности. Наша компания в обязательном порядке обеспечивает всех заказчиков полным спектром услуг по сервисной, технической, методологической, метрологической и консультационной поддержке.

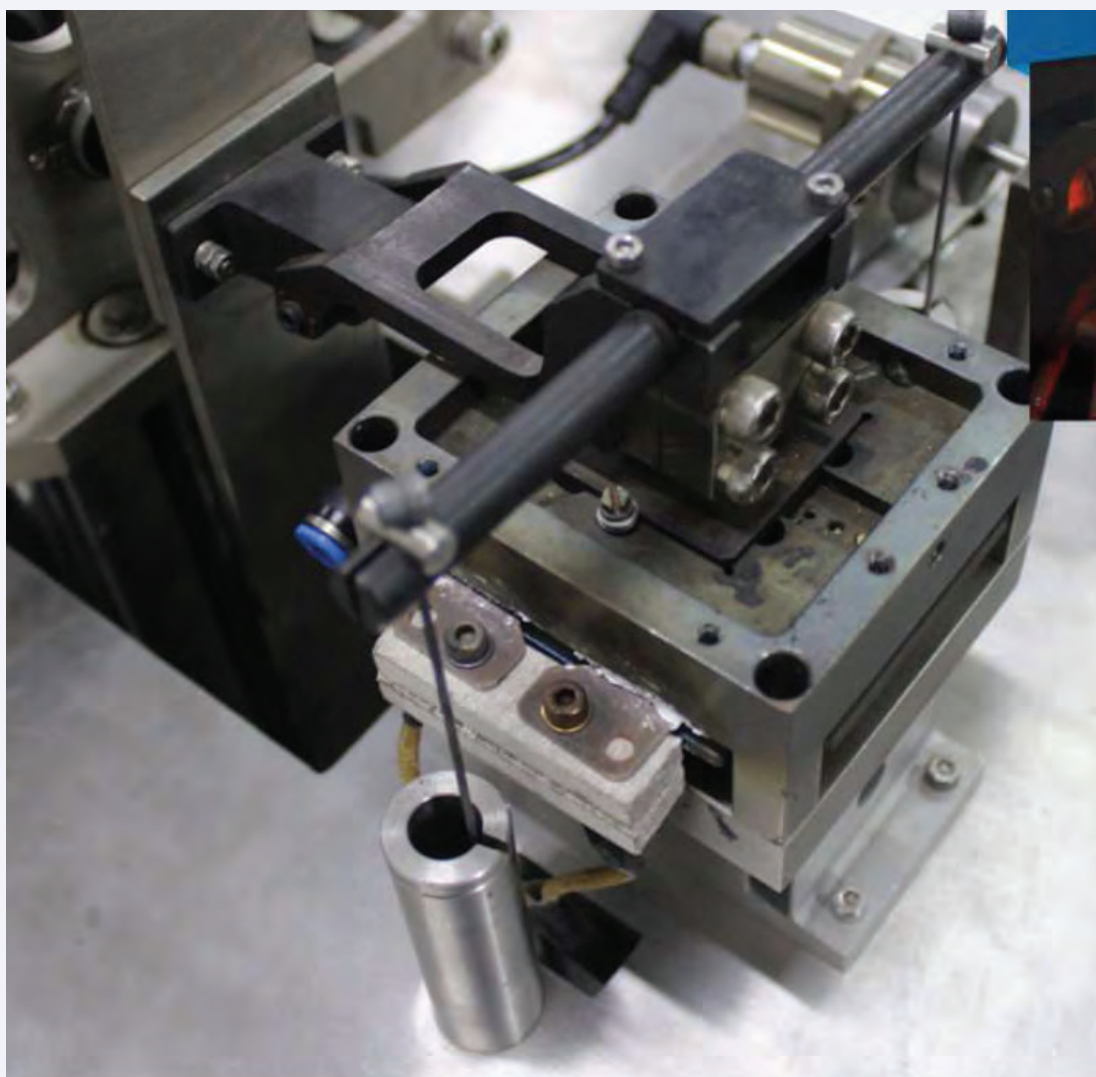
Приоритетом для ООО «ФИАНУМ ЛАБ» является качественное решение задач, стоящих перед конечными пользователями. Каждый проект - это детальная инженерная проработка потребностей клиента, индивидуальный подход, высокий уровень вовлеченности технического и административного персонала нашей организации.



ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ МАШИНА
ФРЕТТИНГ ИЗНОСА

SRV

ТРИБОМЕТР





ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ МАШИНА ФРЕТТИНГ ИЗНОСА DUCOM (SRV-ТРИБОМЕТР)

Испытательная машина фреттинг износа DUCOM (Рис.1) типа SRV-трибометр предназначена для определения характеристик истирания материалов, покрытий и смазок, которые находятся в условиях циклического движения малых амплитуд. Она может работать с образцами различной геометрии для моделирования точечных, линейных и площадных контактов. Могут быть поставлены индивидуальные держатели образцов для имитации конформных контактов, таких как секционированная гильза цилиндра, с поршневым кольцом и контактами седельного клапана двигателя. Система управляется компьютером, полностью автоматизирована и включает систему сбора данных, которая используется для получения, просмотра, сравнения и анализа результатов.

Испытательная машина фреттинг износа DUCOM может создавать автоматическую нагрузку силой до 1000 Н, имеет широкий диапазон частот от 1 до 500 Гц и ход 0.05-10 мм. Дополнительные модули, интегрируемые в базовый прибор, включают модуль нагрева до 800 °С, контроль влажности до 90%, модуль трибокоррозии (Рис. 2), вакуум до 10⁻⁷ Торр и модуль смазки для температур 200 °С и выше.

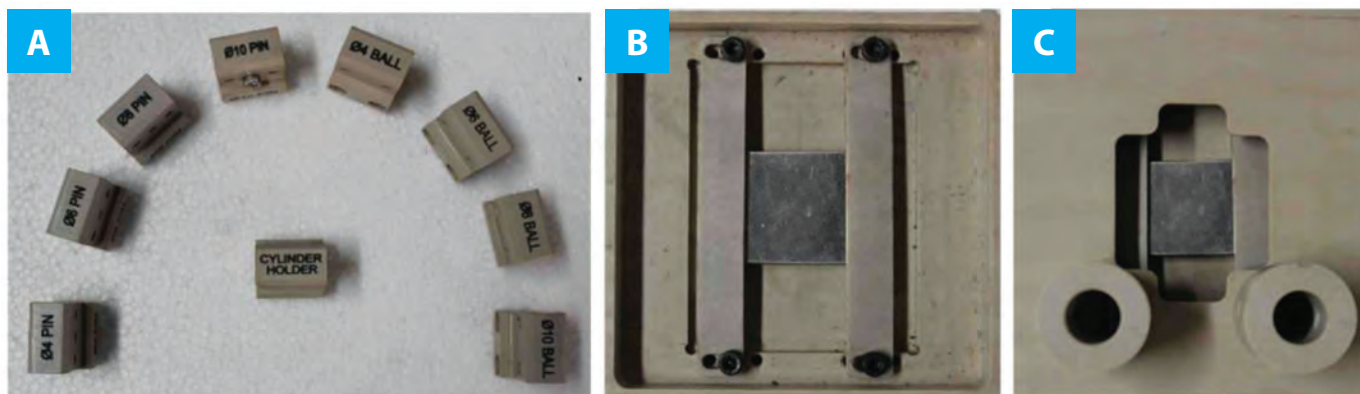


Рис. 2.

А. Варианты различных верхних PEEK-держателей образцов (штифт, шарик, цилиндр);

В. Нижний держатель для дискового образца;

С. Приспособление для подключения электродов (счетчик, электрод сравнения) во время трибокоррозионных испытаний.

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

- Вызванный вибрацией износ труб парогенераторов на электростанциях.
- Характеристика покрытий, используемых в биомедицинских устройствах (TiN, DLC, PCD и др.) при износе и трибокоррозии.
- Усталостное истирание и износ современных суперсплавов и покрытий, используемых в таких компонентах газовых турбин, как соединение лопаток “ласточкин хвост” и узлы сопло-втулка.
- Смазка и консистентная смазка в условиях нехватки и повышенных температур.
- Фреттинг-износостойкость консистентных смазок.
- Испытания материалов для космической отрасли в условиях высокого вакуума и температуры.
- Влияние влажности на скорость фреттинг-износа на гидроэлектростанциях.
- Высокотемпературный истирающий износ в седле клапана двигателя и компонентов турбокомпрессора.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

- Автоматическая нагрузка: нагружение управляется программным обеспечением через сервопривод. Могут применяться статические, ступенчатые и плавно возрастающие нагрузки. Предлагается нагрузка до 1000 Н с точностью $1 \pm 1\%$ от измеренного значения в Н. Шаг задания нагрузки – 0,1 Н.
- Линейный возвратно-поступательный модуль с компьютерным управлением: электромагнитный привод, приводимый в действие линейной обмоткой, обеспечивает фреттинг-движение. Данный модуль предлагает широкий диапазон частот от 1 до 500 Гц с точным контролем хода от 0,05 до 10 мм. Прибор позволяет исследовать различные режимы фреттинга: от прихвата до частичного скольжения или полного скольжения.
- Модуль смазки: чаша для смазки дает возможность погрузить нижний образец в смазку. Он также имеет режим контролируемой капельной смазки для моделирования различных условий работы в смазочной среде (например: двигатель в автомобилях).
- Высокотемпературный модуль: нижний образец может быть нагрет с использованием нагревательных элементов патронного типа и обеспечивает быстрый и стабильный нагрев. Максимальная температура до 800 °С может быть достигнута с точностью $\pm 1\%$ от измеренного значения в °С.
- Модуль влажности: относительную влажность в закрытой камере можно регулировать от 30% до 75%. Влажность контролируется с помощью набора соленоидного клапана и двух колонн в камере, которые: (1) генерируют сухой воздух и (2) генерируют насыщенный (влажный) воздух с помощью подачи сжатого воздуха.
- Сопротивление электрического контакта (ECR): Сопротивление контакта полезно для оценки стабильности смазки во время трения между верхним и нижним образцом, которое измеряется с помощью метода падения напряжения. Верхний и нижний держатели образцов изготовлены из непроводящих материалов.
- Модуль трибокоррозии: установка трибокоррозии с трехэлектродным потенциостатом для построения кривых линейной поляризации используется с целью определения потери массы из-за коррозии и механического износа.
- Акустическая эмиссия: помогает обнаружить образование трещин в условиях фреттинг-усталости.
- Система получения изображений: для быстрого и точного измерения пятен износа.

ПРИНЦИП РАБОТЫ

Испытательная машина фреттинг износа DUCOM состоит из нескольких блоков, как показано на рисунке 3. Датчики трения, температуры и смещения расположены на опорной плите. Конструкция базового блока способна поглощать все силы, возникающие во время испытаний, и минимизировать вибрации. Испытательная нагрузка прикладывается с помощью набора грузов или сервоуправлением (опция).

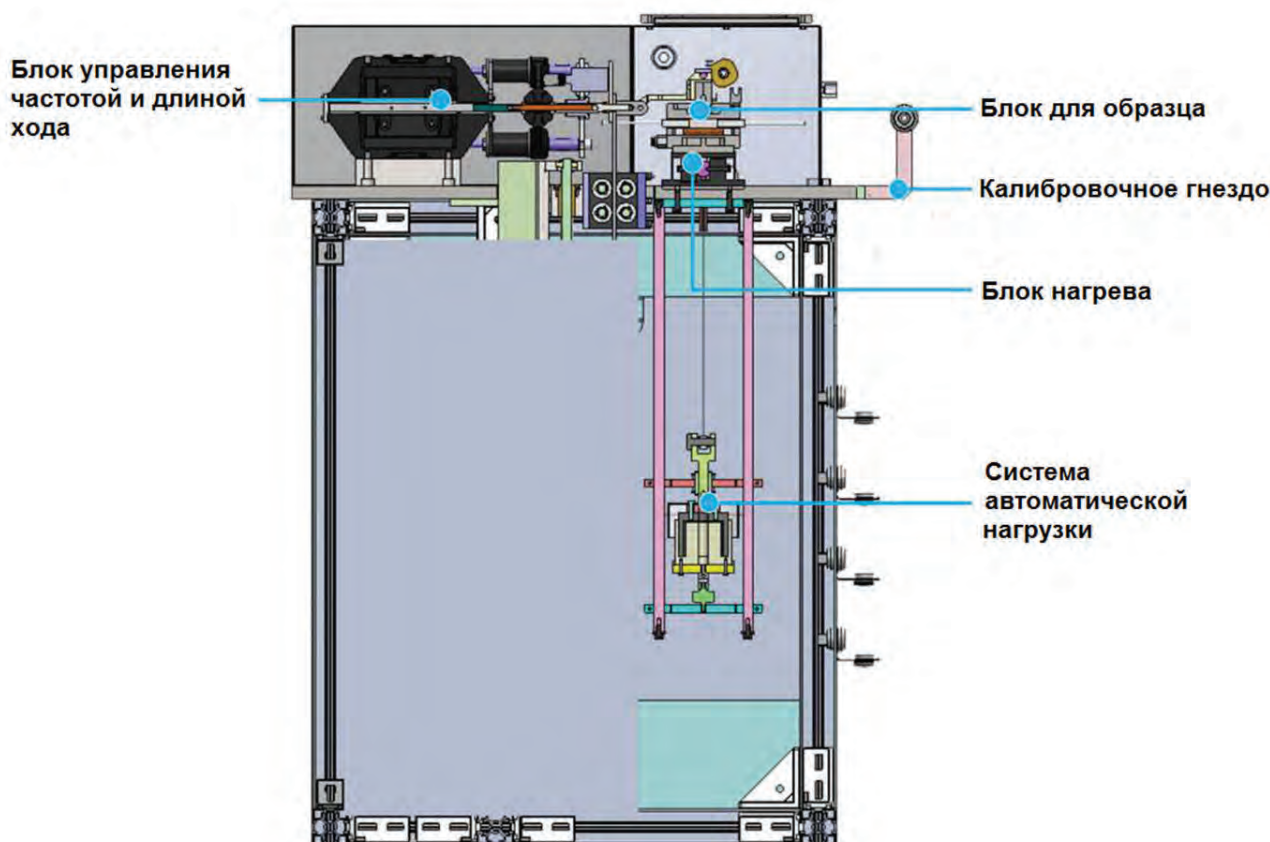


Рис. 3. Испытательная машина фреттинг износа DUCOM в разрезе

Линейное возвратно-поступательное движение осуществляется электромагнитным приводом (рис. 4). Вал электромагнитного привода соединен с возвратно-поступательным кронштейном, который, в свою очередь, соединен с нагружающим валом через пластину жесткости. Здесь крепится рычаг верхнего держателя образца. Регулировка длины хода полностью автоматизирована. Нормальная нагрузка прикладывается к верхнему образцу с помощью линейной обмотки (автоматическая нагрузка). Нижний образец прикреплен к чаше со смазкой, которая нагревается снаружи нагревателем патронного типа. Для охлаждения системы используется установка рециркуляции воды. Датчик нагрузки соединен с коленом, несущим пьезоэлектрический датчик, который используется для измерения силы трения, возникающей на границе контакта. Вся установка заключена в климатическую камеру с системой контроля влажности.

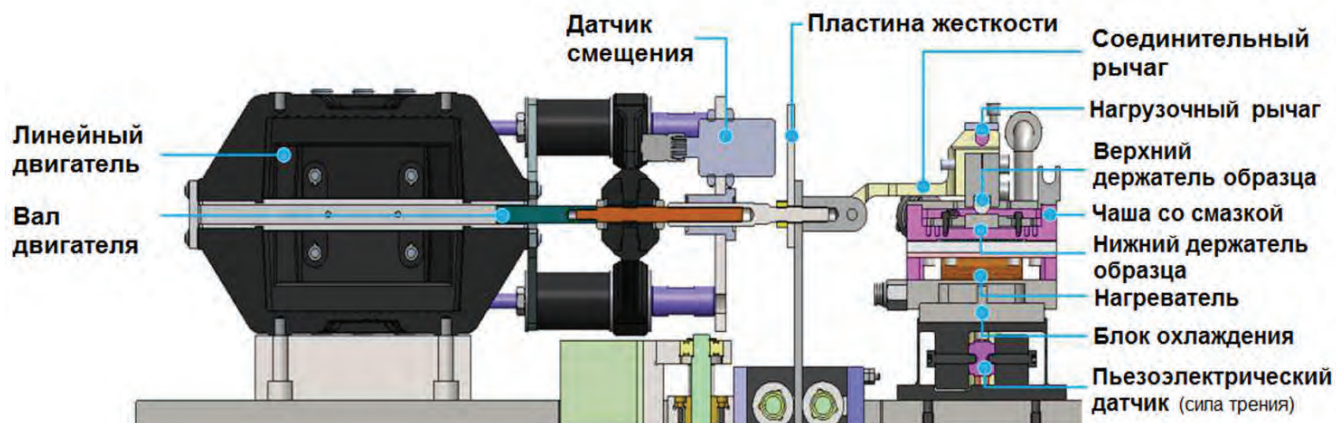
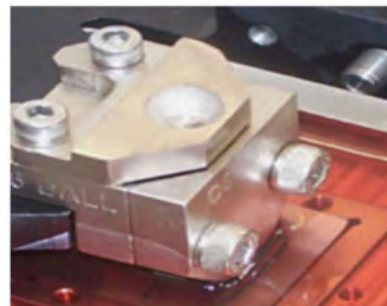


Рис. 4. Испытательная машина фреттинг износа DUCOM в разрезе

ОПЦИИ

- Автоматизированное управление нагрузкой (до 1000 Н)
- Высокочастотный модуль (до 500 Гц)
- Высокотемпературный блок (до 800 °С)
- Сопротивление электрического контакта
- Акустическая эмиссия
- Вакуумная камера (до 10⁻⁷ Торр)
- Камера смазки
- Система управления относительной влажностью (до 90%)
- Трибокоррозионный модуль
- Система получения изображений



Блок чаши со смазкой



Климатическая камера



Испытание при комнатной температуре

УПРАВЛЕНИЕ ПРИБОРОМ И СБОР ДАННЫХ

Испытательная машина фреттинг износа DUCOM управляется ПО WinDUCOM на основе LabVIEW. Оно контролирует частоту, длину хода, температуру и продолжительность испытания. Как показано на рисунке 5А, это программное обеспечение собирает и отображает в реальном времени значения нормальной нагрузки, силы трения, коэффициента трения и температуры. Результаты различных тестов могут быть наложены друг на друга для сравнительного просмотра, а данные могут быть экспортированы в другие форматы файлов, такие как Excel.

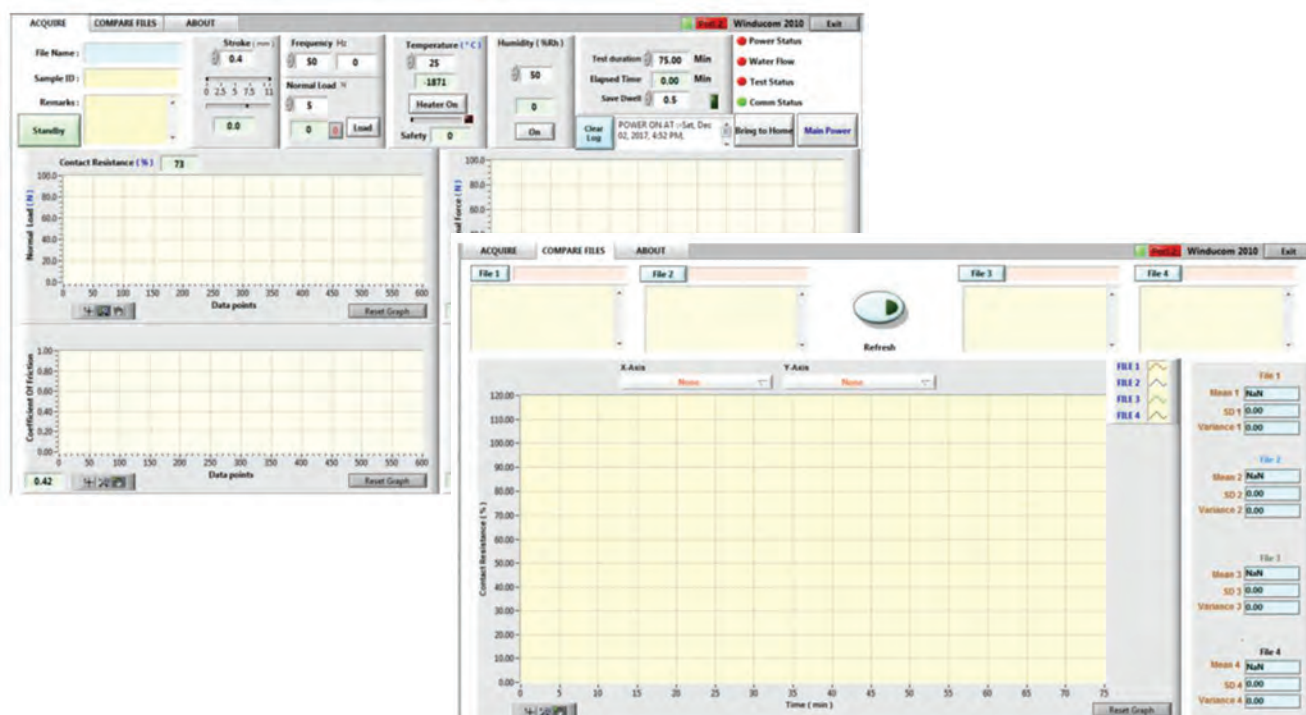
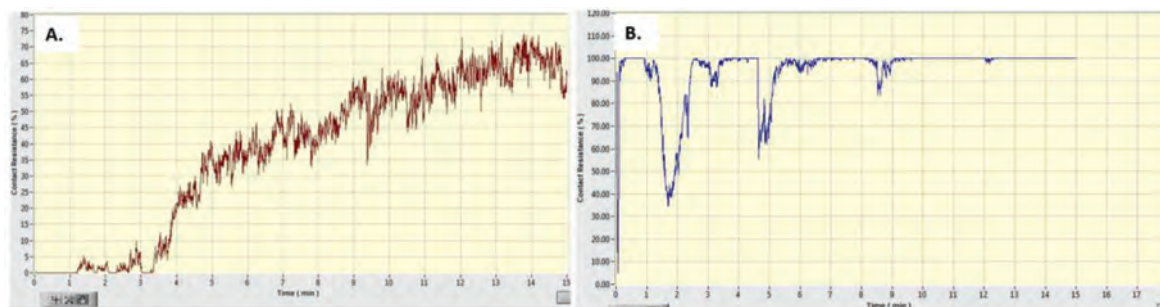
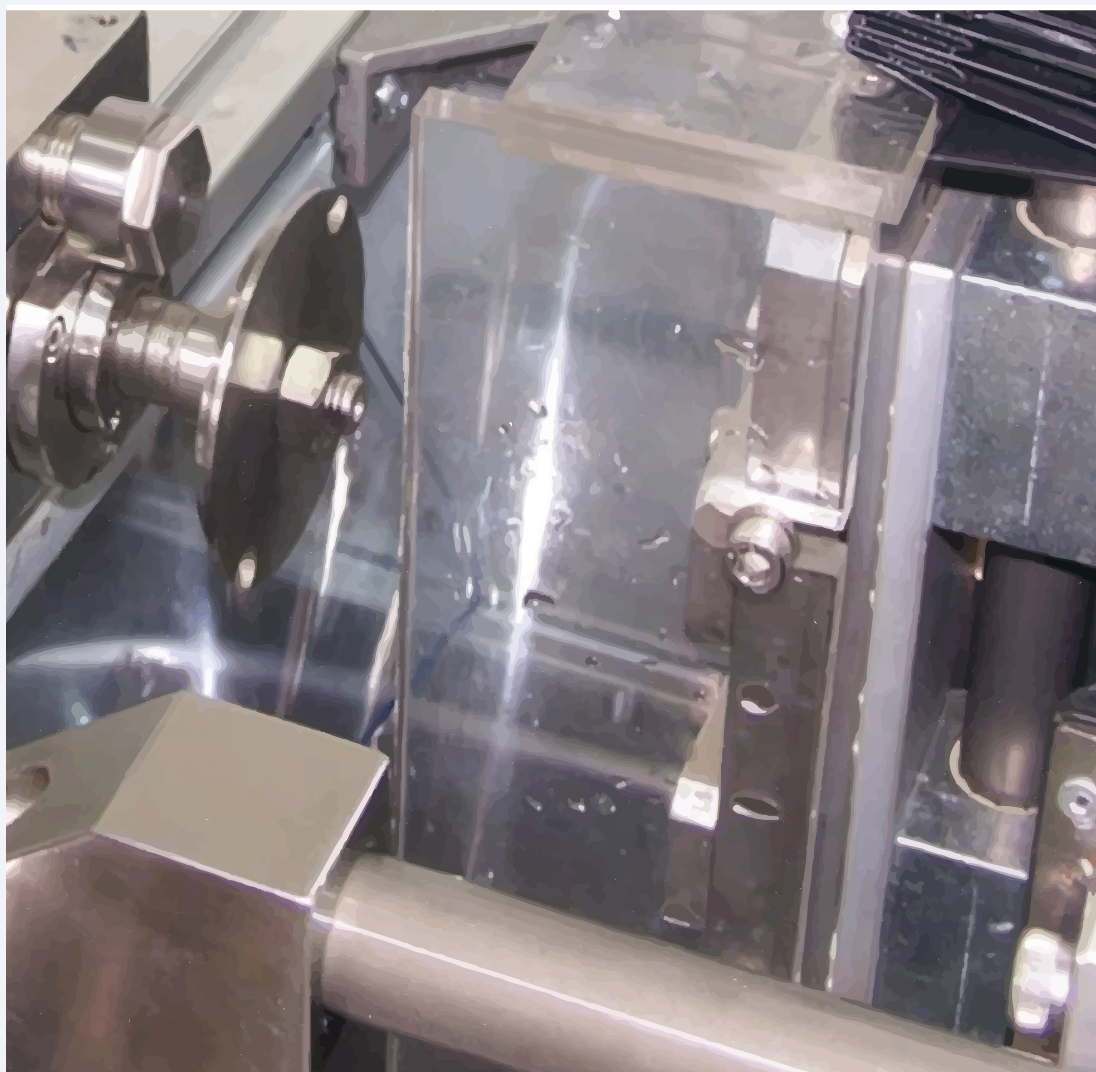


Рис. 5. Программное обеспечение прибора.



Потенциал электрического контакта в сухих условиях и в состоянии смазки

УСТАНОВКА ДЛЯ АНАЛИЗА КАПЛЕУДАРНОЙ ЭРОЗИИ





УСТАНОВКА ДЛЯ АНАЛИЗА КАПЛЕУДАРНОЙ ЭРОЗИИ DUCOM

Установка для анализа каплеударной эрозии DUCOM Water Droplet Erosion Tester (WDE) моделирует повреждения, вызванные падением воды на детали. Данный вид износа актуален в различных отраслях промышленности: в аэрокосмической (передняя кромка самолета), энергетической (ветровые турбины, лопасти компрессора, стальные трубы) и нефтегазовой (оборудование для регулирования расхода). Капли воды могут оказывать гораздо более разрушительный эффект, по сравнению с твердыми частицами, за счет высокого ударного давления, приводящего к специфичному волнообразному распределению напряжения вокруг зоны контакта.

Повторяющиеся воздействия капель воды на детали могут повлиять на эффективность их работы за счет увеличения шероховатости, образования кратеров и сквозных отверстий в экстремальных условиях.

DUCOM Water Droplet Erosion Tester позволяет воспроизводить и контролировать широкий спектр рабочих параметров, таких как:

- Скорость падения частиц (капель) воды: от 25 до 250 м/с
- Углы падения частиц: от 15 до 90 градусов
- Частота падения частиц: от 5 до 100 в секунду
- Размер частицы (капли): 2 мм

Эти параметры отражают реальные условия эксплуатации в аэрокосмической и энергетической отраслях промышленности.

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

- Эрозионностойкие покрытия и ленты используются на передних кромках лопаток ветровой турбины, а также в аэрокосмической промышленности для предотвращения повреждения конструкций летательных аппаратов и оконных материалов.
- Твердые покрытия, используются в дроссельных клапанах для управления потоком в нефтяной и газовой промышленности.
- Эрозионностойкие трубные материалы, используемые для транспортировки пара на электростанциях.
- Нетрадиционная технология обработки и текстурирования для труднообрабатываемых материалов.

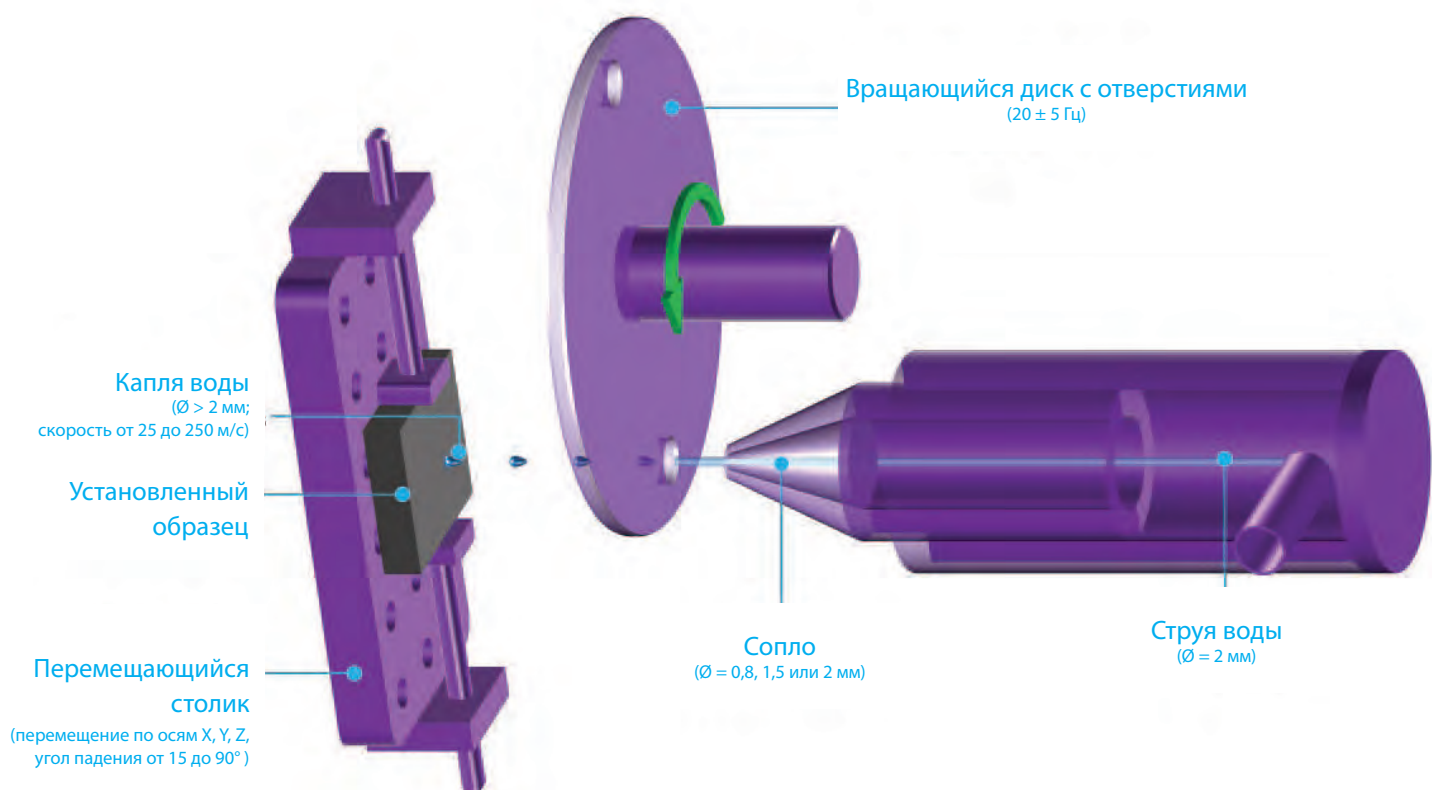
ПРИНЦИП РАБОТЫ

Водяной насос высокого давления используется для увеличения потенциальной энергии воды (P_{max}) и перемещения потока воды из резервуара в сопло для создания прямой струи воды. Струя воды выходит с высокой кинетической энергией со скоростью, оцененной по принципу динамики жидкости Бернулли.

$$V_{max} = \sqrt{\frac{2P_{max}}{\rho_{water}}}$$



Прямая струя воды разрезается на капли/сегменты за счет использования вращающегося диска с отверстиями (см. рис.2). Скорость диска и количество отверстий определяют частоту падения капель. Различные размеры сопла обеспечивают подвижность при создании капель воды с изменяющимся средним диаметром. Типичное устройство может генерировать капли воды диаметром 2 мм и ударной скоростью до 250 м/с. Эти капли воды падают на образцы, установленные под углом от 15 до 90°.



Программа WinDucum - отображение данных в режиме реального времени

Столик для установки образца может перемещаться по осям X и Y и использоваться для контроля положения соударения капель и проведения многократной эрозии образца при заданной тестовой настройке. Для удаления водяных пленок на образце используют воздушный поток. Прозрачный корпус с брызговиками обеспечивает видимость и удержание воды во время испытаний. Вода после удара собирается в основании установки и возвращается в рециркуляционный бак. Для определения износа используют анализ визуализация поверхности и гравиметрический метод. Порт для размещения высокоскоростной камеры для изображения капель воды и количественного определения размера и скорости может быть поставлен.

- Порт для размещения высокоскоростного устройства визуализации
- Моторизованный столик для настройки угла падения капли

УПРАВЛЕНИЕ ПРИБОРОМ И СБОР ДАННЫХ

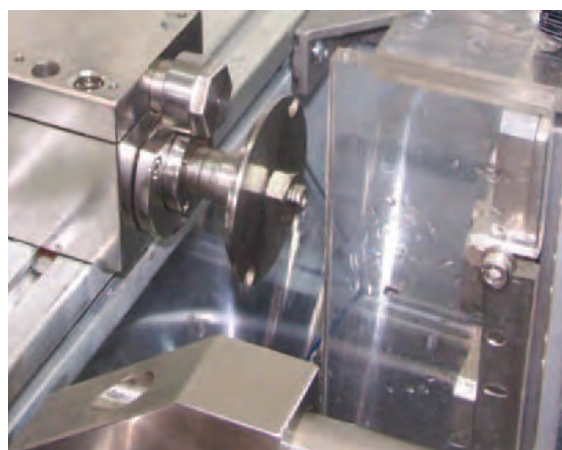
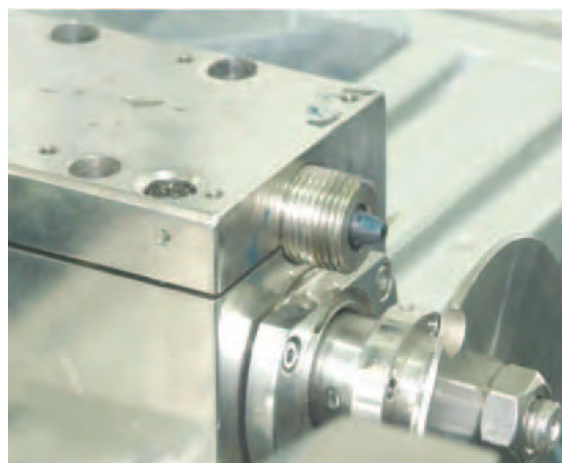
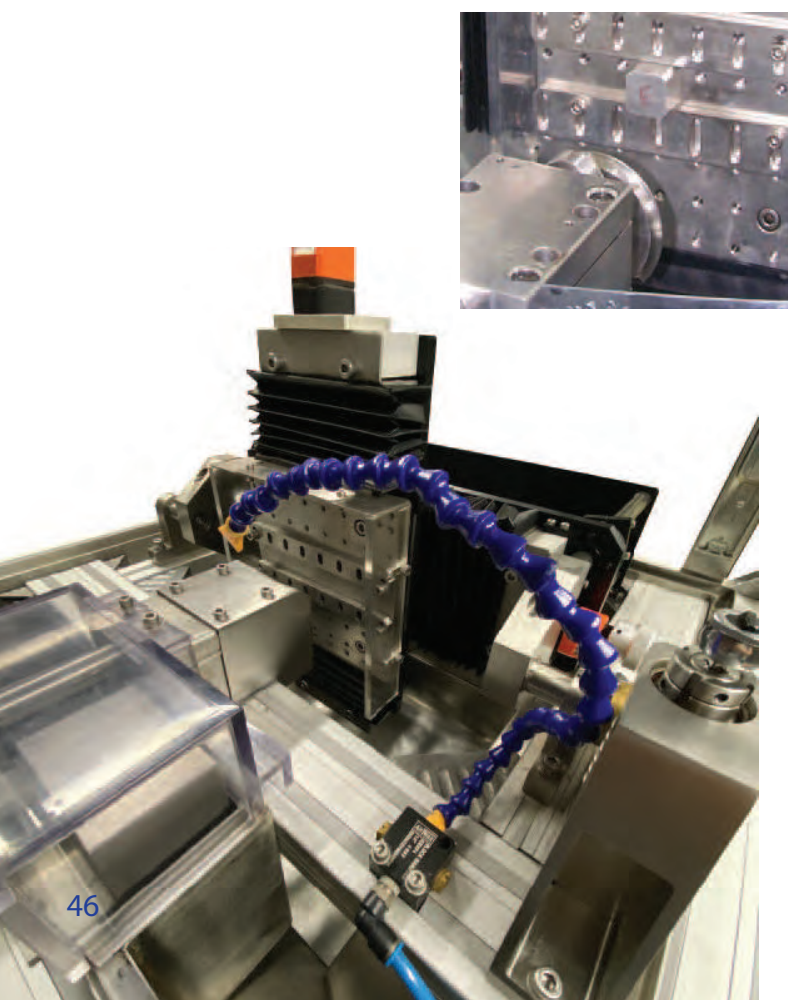
Блок управления обеспечивает независимое управление для различных параметров испытания, таких как (a) модуль таймера для задания длительности испытания (b) модуль управления скоростью вращающегося диска для изменения частоты удара капли (c) модуль давления для управления скоростью удара капли.



Электронный контроллер расположен в верхней части конструкции. Он регулирует выброс эродента, расход воздуха и продолжительность испытания при температуре окружающей среды. Эродентный разряд регулируется частотой двигателя и отображается на передней панели. Давление воздушной струи предназначено для установки скорости эродента, давление устанавливается поворотом регулятора воздуха до тех пор, пока не будет считано требуемое давление на манометре. Модуль таймера используется для установки длительности теста и отображается в минутах и секундах.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

ПАРАМЕТР	ДИАПАЗОН
Сопло	Ø 0,8 и 1,5 мм
Насадка для сопла	Карбид вольфрама
Диск	Ø от 50 до 200 мм
Время для изменения конфигурации установки (снятие или установка диска/сопла)	≤15 мин
Стандартный испытательный образец	25 x 25 x 4-8 мм
Размеры макс.	150 x 150 x 150 мм
Захват образца	Быстрая установка образца
	Никаких перемещений во время испытания
	Регулируемый держатель для образцов больших размеров
	Регулируемая вручную ось X-Y

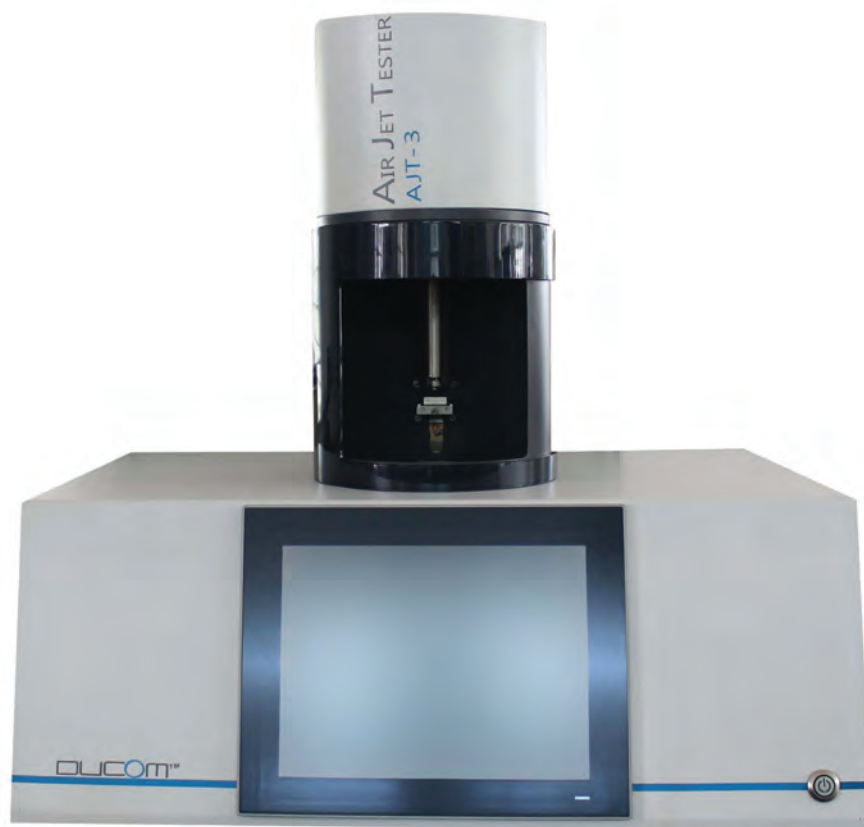


ПАРАМЕТР	ДИАПАЗОН	
Капли воды	Вращающийся диск	Ø диска от 50 до 200 мм
		Ø отверстия 2 мм
		Кол-во отверстий от 2 до 4
		Частота вращения (20±5) Гц
	Ø капли 2 мм	
Другие сопла	Легкая и быстрая замена сопла (≤15 мин)	
Настройки	Время испытаний	От 1 мин до 400 часов
	Скорость потока	8±0,5 л/мин
	Давление	(32+/-0,5) МПа
	скорость в момент удара	От 25 м/с до 250 м/с
	Угол удара для стандартного образца	15° - 30° - 45° - 60° - 75° - 90°
Сушка	Сжатый воздух 3 мбар для удаления водной пленки	
Безопасность	Кнопка экстренного торможения	
Рециркуляция замкнутого контура	Потребление 750 л макс.	
Габаритные размеры установки (2 места: насосный блок, испытательный блок)	3000 × 1300 × 1350 мм	
Масса (общая)	820 кг	
Требуемая мощность	415V/3Ф/50Hz, 40A,	
потребляемая мощность	15 кВт	
Сжатый воздух	2 бар, 15 лит/мин,	
Подача воды	800 л деионизированной воды для заполнения резервуара с водой	



УСТАНОВКА ДЛЯ АНАЛИЗА ЭРОЗИОННОГО ИЗНОСА

AIR JET EROSION TESTER



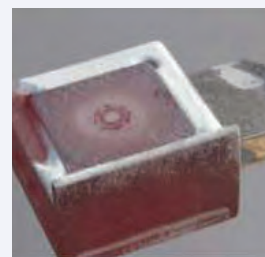
УСТАНОВКА ДЛЯ АНАЛИЗА ЭРОЗИОННОГО ИЗНОСА DUCOM AIR JET EROSION TESTER

Предназначена для определения эрозионной потери массы материалов, и для исследования эрозионной стойкости компонентов, используемых в энергетической, аэрокосмической и транспортной отраслях промышленности.

Испытательная установка **DUCOM Air Jet Erosion Tester** позволяет воспроизводить и контролировать широкий диапазон рабочих параметров:

- Температура: от 23 до 1200°C
- Скорость потока частиц: от 30 до 200 м/с
- Расход частиц: от 2 до 300 г/мин
- Угол удара частиц: от 15 до 90 градусов, что соответствует фактическим рабочим условиям в вышеупомянутых отраслях промышленности.

Установка **DUCOM Air jet Erosion Tester** позволяет проводить испытания по стандартам ASTM G76-13 и ASTM G211-14.



Тест на эрозионный износ при комнатной и повышенной температурах

Образцы после высокотемпературного теста на эрозионный износ

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ



- Лопатки газовой турбины в силовой установке;
- Износостойкие покрытия для кромок лопаток турбины и вертолетных лопастей;
- Котельные трубы, в угольной энергетике;
- Эрозионностойкие покрытия на внутренних поверхностях, используемых в нефти и газопроводах;
- Эрозионностойкие лакокрасочные материалы, используемые в транспортной промышленности.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ УСТАНОВКИ

Высокотемпературные испытания: Нагрев образцов производится спомощью высокотемпературной печи с возможностью нагрева до 1200° С. Воздушный поток несущий частицы может быть разогрет до 1200° С с помощью спирального нагревателя.

Возможность регулирования расхода и скорости потока частиц: Скорость потока частиц регулируется двигателем, шестеренчатой головкой и ленточным узлом, которые соединяются под бункером. Высокоскоростной двигатель обеспечивает расход в диапазоне от 2 до 300 г/мин. и скорость потока до 200 г/мин.

Адаптер для определения механических характеристик образца: Используется для определения прочности на растяжение и усталостной прочности компонентов газовой турбины вследствие эрозии твердыми частицами. Типовой образец для испытания на растяжение/изгиб имеет размеры 75x25x5 мм (другие размеры образца опционально). Угол атаки частицы от 0 - 75 градусов. Расстояние от сопла до образца от 10 до 50 мм.



ПРИНЦИП РАБОТЫ УСТАНОВКИ

DUCOM Air Jet Erosion Tester состоит из блока управления потоком сжатого воздуха, блока подачи порошка (бункер, воздуходувка, моторно-зубчатая система, смесительная камера, сопло), блока регулирования температуры (воздухонагреватель, печь для нагревателя образца), блока установки образцов и устройства сбора порошка (лоток и фильтр отработанного воздуха).



Схема прибора для определения эрозионного износа DUCOM Air Jet Erosion Tester

В смесительной камере смешивается сжатый воздух из пневморегулятора и твердые частицы из питателя. Сжатый воздух переносит твердые частицы в стальной трубе и выходит через сопло, соединенное с трубкой. За счет разницы в диаметре трубки (большого размера) и сопла (меньшего размера) создаются направленные потоки частиц, которые воздействуют на образец. Длина трубок достаточна для того, чтобы избежать турбулентности в потоке. Скорость удара частиц регулируется изменением давления сжатого воздуха. Скорость выхода частиц регулируется скоростью двигателя в блоке подачи порошка.

ИСПЫТАТЕЛЬНЫЕ МОДУЛИ

- Высокотемпературный модуль (опции: комнатная температура, до 600, 800 и 1200° C);
- Моторизованная ступень для установки угла атаки частиц;
- Модуль высокой скорости потока частиц (до 300 г/мин)

КЛЮЧЕВЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

Безопасность: Пылесборная камера с системой выпуска горячего воздуха обеспечивает безопасные условия работы. Надежная теплоизоляция позволяет избежать прямого воздействия высоких температур.

Простота эксплуатации: Легкая замена сопла и образцов после испытания. Возможность предварительного программирования параметров испытания (расход частиц, скорость подачи частиц, температура образца, продолжительность испытания и угол атаки) позволяют пользователю создавать шаблоны сценариев экспериментов. Пневматическая система управления обеспечивает автоматическое открытие и закрытие печи.

Модульная система: Установка спроектирована по блочно-модульному принципу. Пользователь имеет возможность приобретения базового комплекта, и оснащение его опциональными модулями в соответствии с возникающими задачами.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ И СБОРА ДАННЫХ

Установка оснащена современным электронным контроллером, который управляет подачей частиц, потоком воздуха и временем испытания при температуре окружающей среды. Скорость потока частиц управляется частотой двигателя и отображается на панели управления. Давление воздушной струи определяет скорость потока частиц.

В высокотемпературном модуле печь встроена в установку. Во время проведения высокотемпературных испытаний перемещение печи производят с помощью пневмоприводов. Данный модуль позволяет контролировать и отображать температуру образца с помощью встроенных термопар.



ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

ХАРАКТЕРИСТИКА	РАЗМЕРНОСТЬ	ЗНАЧЕНИЕ	КОММЕНТАРИИ
Скорость частицы	м/с	30 – 200	
Расход частиц	г/мин	1 – 300	
Угол атаки	градусы	15 – 90	Прочие углы по запросу
Диаметр сопла	мм	1,5	Отверстие сопла 2 или 3 мм для 800 °С и выше
Размер образца	мм	25x25x5 (ASTM G76) 75x25x5 (ASTM G211-14)	Держатель может быть предоставлен по запросу
Температура	°С	23 – 1200	Опционально: содержит нагревательную камеру и датчик температуры образца
Размер частиц	мкм	50 - 300	Частицы из оксида алюминия. Выбор размера частиц должен обеспечивать отсутствие засорения
Мощность	В/Гц/Ф	415/50/3	Только для установок с высокотемпературным модулем
		220/50/1	Для прочих вариантов комплектации
Давление воздуха	бар	1,5	Компрессор входит в комплект поставки

КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

Базовый комплект поставки DUCOM Air Jet Erosion Tester (ASTM 676 или ASTM 6211-14)

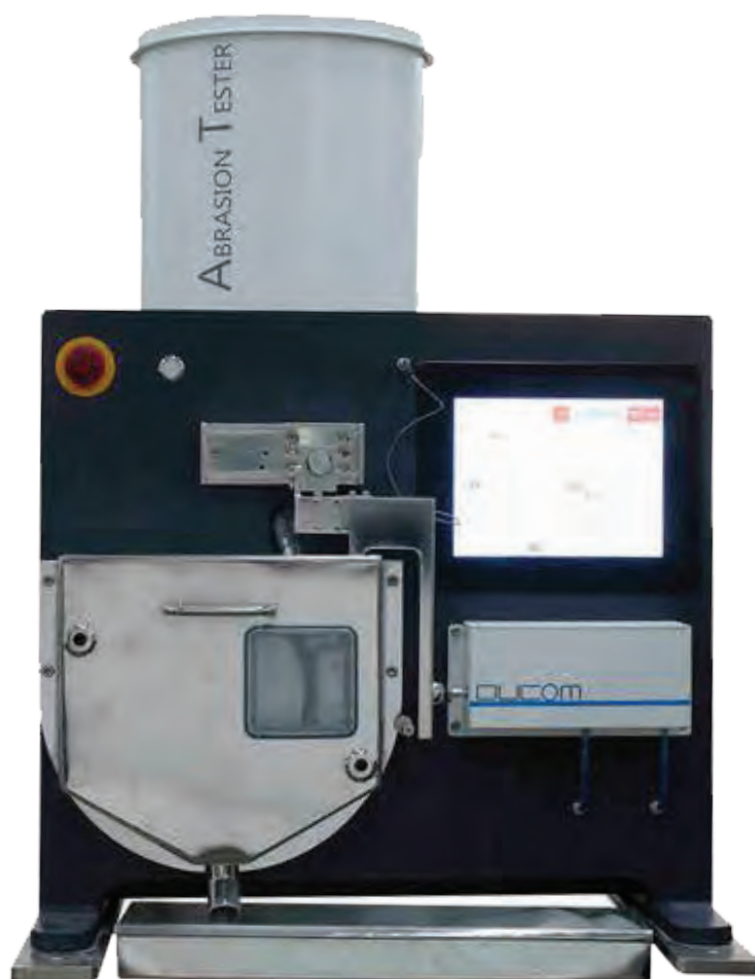
- Устройство захвата образцов для высокотемпературных модулей – 3 комплекта
- Устройство захвата образцов для испытаний при комнатной температуре – 1 комплект
- Сопло $\varnothing$ 1.5 мм для высокотемпературных испытаний – 2 шт.
- Сопло $\varnothing$ 1.5 мм для испытаний при комнатной температуре – 3 шт.
- Испытательные образцы – 20 шт.
- Абразив – 10 кг.
- Температурные датчики – 2 компл.
- Модуль измерения скорости частиц – 1 шт.
- Мешок пылеуловителя 1 шт.
- Устройство подачи сжатого воздуха для очистки системы – 1 шт.

ОПЦИОНАЛЬНЫЕ МОДУЛИ

- Высокотемпературный модуль 400°C
- Высокотемпературный модуль 600°C
- Высокотемпературный модуль 1000°C
- Высокотемпературный модуль 1200°C
- Высокоскоростной модуль подачи частиц (2 – 300 г/мин)



АБРАЗИМЕТР



АБРАЗИМЕТР DUCOM



Абразиметр DUCOM – компактная, настольная, триботехническая испытательная машина, предназначенная для испытаний материалов на трение и износ в контролируемой сухой или жидкостной абразивной среде.

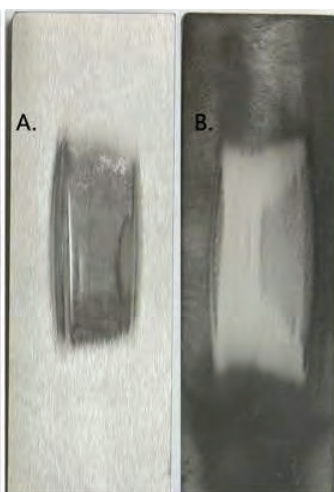
Система позволяет проводить испытания по стандартным методам: ASTM G65, G105 и B611.

Прибор разработан с целью проведения исследований в условиях, приближенных к реальным.

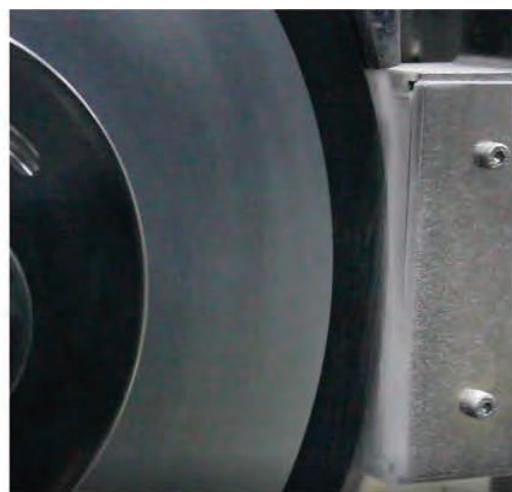
Установка полностью автоматизирована, обладает современной конструкцией настольного исполнения.



Вращающийся диск из резины



Исследуемые образцы



*Область испытания
в абразиметре DUCOM*

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

- Подбор материалов исходя из их абразивной стойкости (сухой и жидкостной).
- Разработка и контроль качества материалов пресс-форм для изготовления силикатного кирпича, с целью анализа и увеличения их стойкости к эрозионному износу.
- Анализ в области огнеупорной керамики.
- Испытания стойкости к абразивному износу твердых покрытий.

ПРЕИМУЩЕСТВА АБРАЗИМЕТРА DUCOM

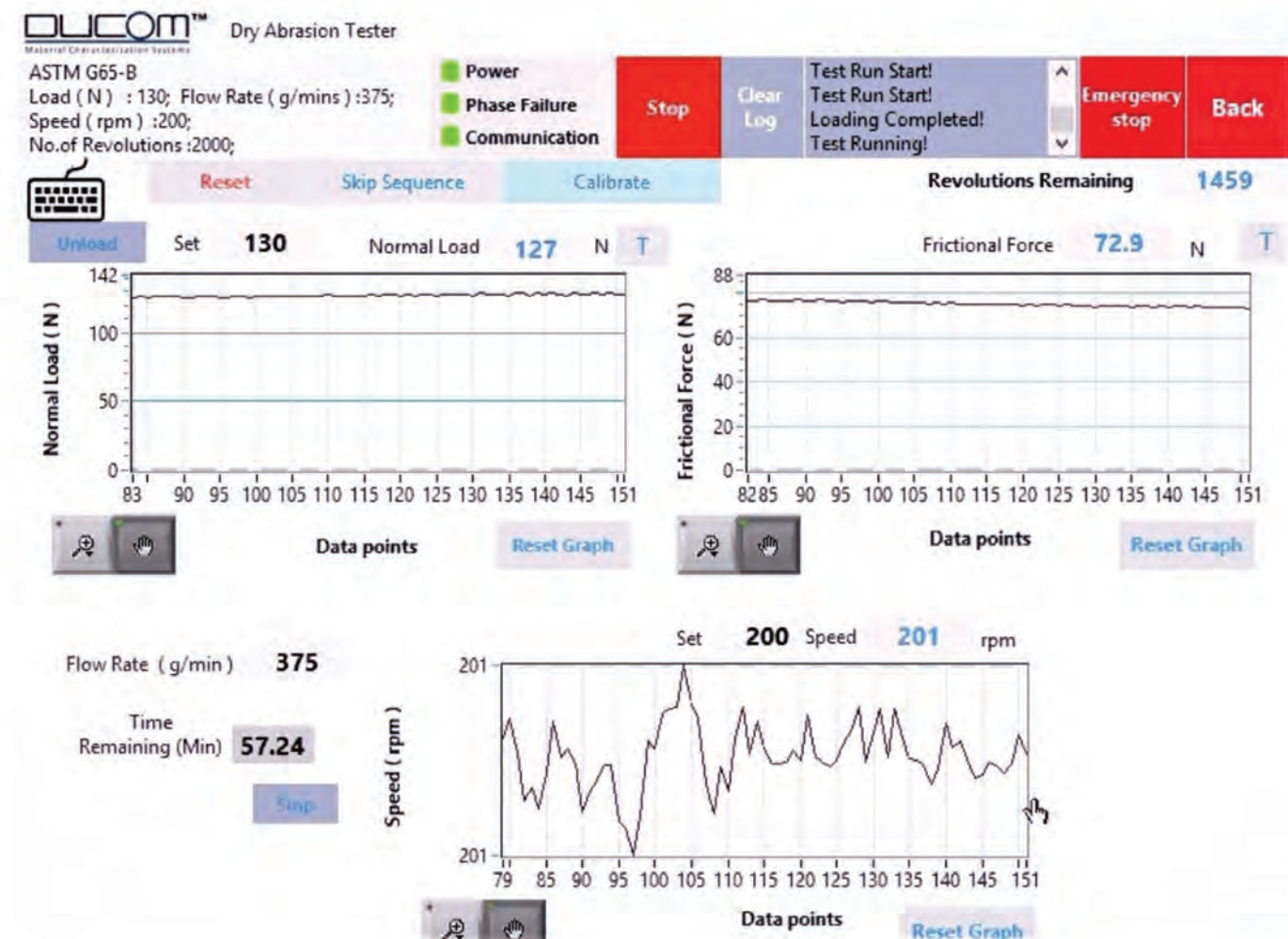
- **Универсальность:** Система позволяет моделировать различные условия абразивного износа, такие как сухой абразивный износ, жидкостной абразивный износ, абразивный износ при повышенном давлении и жидкостном нагреве. Прибор предлагает полный спектр решений исследовательских задач, связанных с абразивным износом.
- **Автоматизация:** Высокая степень автоматизации минимизирует влияние человеческого фактора на результативность эксперимента и гарантирует надежность и повторяемость экспериментальных данных.
- **Измерение силы трения:** Система позволяет измерять силу трения при истирании свободным абразивом в контакте двух поверхностей.

ПРИНЦИП РАБОТЫ

Управляемый компьютером Абразиметр DUCOM оснащен высокочувствительными датчиками для контроля нагрузки, расхода абразивного материала, скорости вращения и температуры. Испытательный блок передает нагрузку на вращающийся диск из резины/ керамики/металла с помощью пневматики. Вращение диска управляется двигателем, с датчиком скорости. Суспензионная среда может быть нагрета до 100°C. Абразивные частицы из бункера подают в электродвигатель, который управляет потоком частиц до контакта между колесом и блоком. Во время испытания датчик силы трения воспринимает трение между диском, блоком и абразивными частицами. Все данные датчика отображаются в программе WinDucum.

Схематичное изображение абразиметра DUCOM

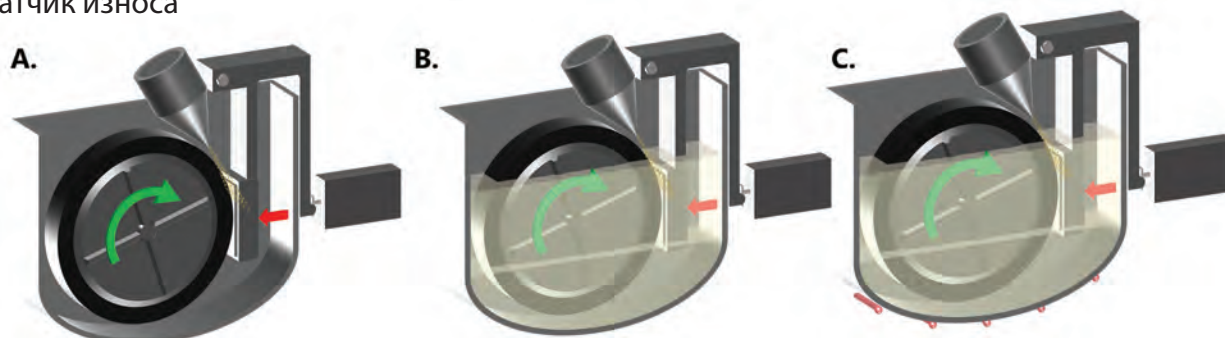




Программа WinDucot - отображение данных в режиме реального времени

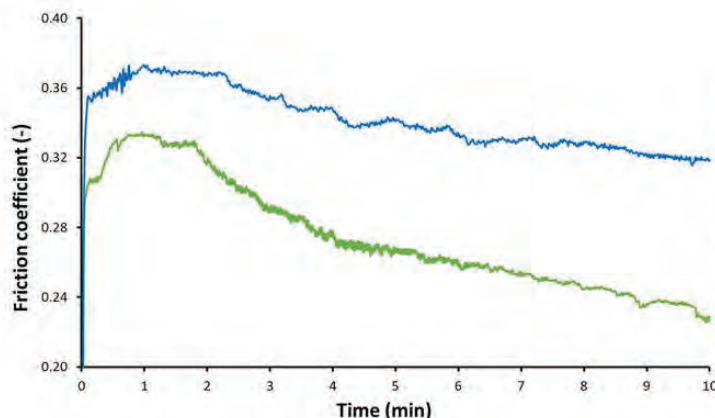
ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ УСТАНОВКИ

- Набор для сухой абразивной обработки (А)
- Набор для абразивной обработки жидкости (В)
- Модуль нагрева жидкости (С)
- Датчик износа



ТРЕБОВАНИЯ НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ АБРАЗИВНОГО ИЗНОСА

	ASTM B611	ASTM G65	ASTM G105
Нагрузка (Н)	200	130	222
Скорость (об/мин)	100	245	245
Подача абразива (г/мин)	-	300-400	-
Кол-во оборотов	1000	-	-
Материал диска	Отожженная сталь AISI 1020	Стальной диск с внешним слоем прессованной резины на основе хлорбутила	Стальной диск с внешним слоем неопреновой резины
Размер диска, мм	Ø 169 (max) Ø 165 (min) Ширина: 12.7	Ø 228.6	Ø 178 Ширина: 13
Материал образца	-	Инструментальная сталь AISI D-2 Инструментальная сталь AISI H-13 Сталь 4340	Любой металлический материал, подходящий для испытаний на абразивный износ
Размер образца, мм	Толщина: 5 (min)	25 x 76 (ДxШ)	57.2 x 25.4 (Д x Ш)
		3.2 to 12.7 (толщина) (прямоугольная форма)	6.4 to 15.9 mm (толщина)
Требования к абразиву	1 см ³ воды/ 4 г оксида алюминия	Коррунд AFS 50/70	0,940 кг деионизированной воды и 1,5 кг коррунда AFS 50/70



Sample A

Volume loss: 26.11 mm³

Sample B

Volume loss: 76.26 mm³

Коэффициент трения образцов
после испытаний с использованием
абразиметра DUCOM

СИСТЕМА ТРИБОТЕХНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРИ МЕТАЛЛООБРАБОТКЕ MFT 1.0



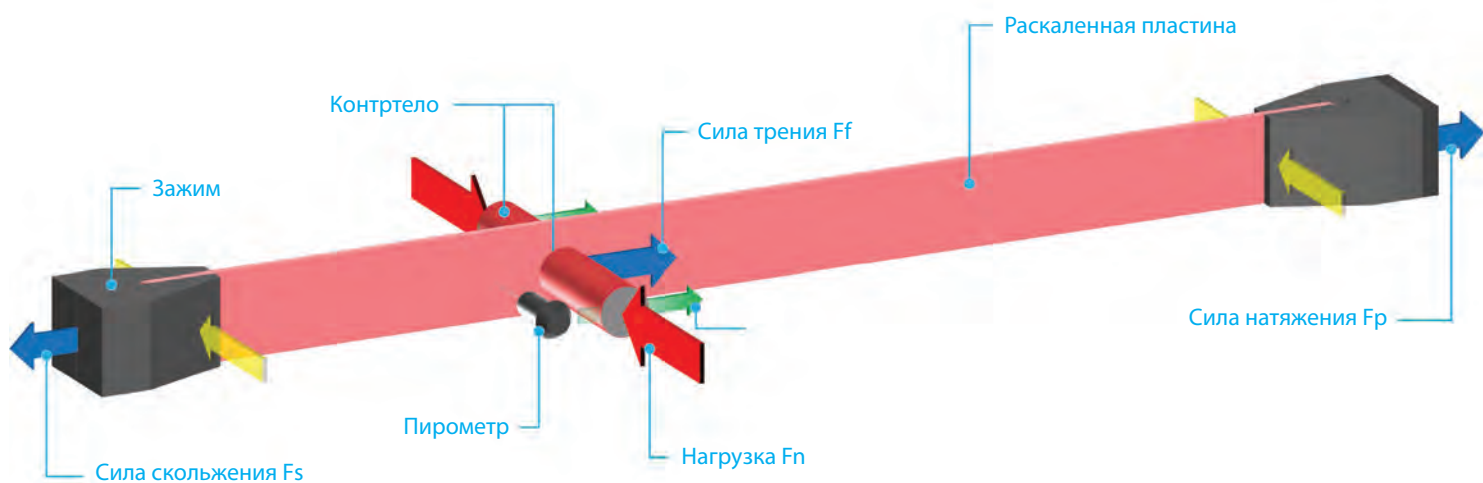
СИСТЕМА ТРИБОТЕХНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРИ МЕТАЛЛООБРАБОТКЕ DUCOM MFT 1.0

Технологический процесс горячей обработки металлов осуществляют при высоком давлении и температуре в зоне контакта с раскаленным металлом. Для оценки срока службы инструмента требуются данные о трении и износа. Высокотемпературный трибометр DUCOM MFT 1.0 предназначен для моделирование условий, близких к реальным.

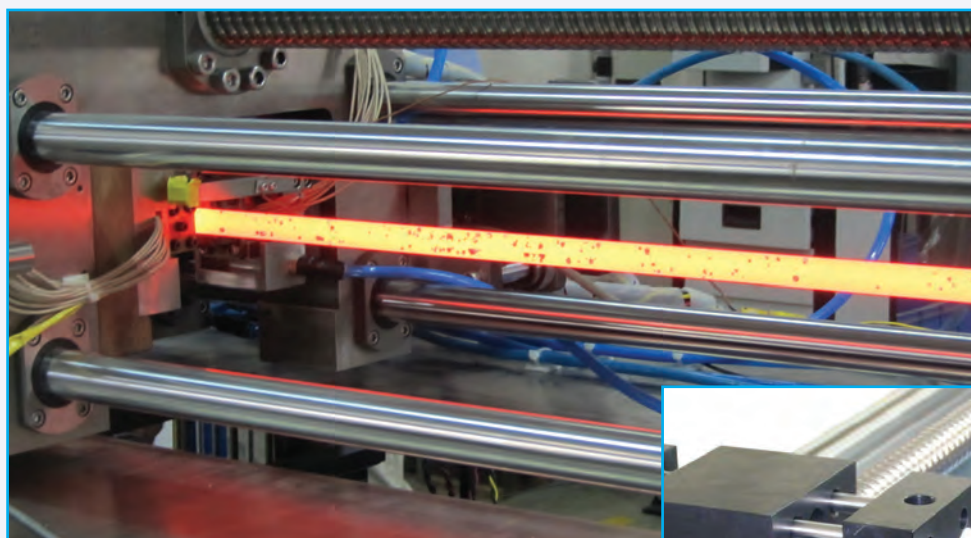


Рабочим телом является стальная пластина. Система захватов зажимает полосу в тиски, которые твердо прижимают пластину во время испытания с обоих концов. На пластину подается ток высокого напряжения, в результате чего пластина нагревается до заданной температуры. Контртело представляет собой штифты (пальцы) и может быть нагрето независимо от рабочего тела. Как только образец и контртело достигают заданной температуры, начинается проведение эксперимента. В случае необходимости, в любое время можно использовать суспензию для охлаждения и смазки поверхностей. Штифты зажимают пластину с задаваемой нагрузкой F_n и начинают перемещаться вдоль длины рабочего тела.

В конце испытательного цикла, полоса разгружается и установка готова к следующему циклу испытаний. Цикл останавливается после использования всех пластин, необходимых для требуемой длины скольжения.



Схематическое представление работы трибометра MFT 1.0



Металлическая раскаленная пластина



Тиски, прижимающие пластину

ГИБКАЯ ПОДСТРОЙКА ПОД ТРЕБОВАНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

Установка DUCOM MFT 1.0 выпускается по индивидуальному заказу. Проектирование и изготовление установки производится в тесном контакте с заказчиком, что позволяет учесть все индивидуальные требования лаборатории.

Услуги, входящие в комплект поставки:

- Разработка высокотемпературного трибометра
- Производство после согласования заказчиком технических характеристик
- Пробные исследования на образцах Заказчика
- Пуско-наладочные работы по установке трибометра в лаборатории Заказчика
- Обучение
- Гарантия один год на конструкцию и существенные дефекты
- Сервисная поддержка во время гарантии

Комплект поставки (типовой):

1. Трибометр DUCOM MFT 1.0 – основная система;

2. Контрольно-измерительное оборудование:

- термопары и бесконтактные пирометры
- тензодатчики для измерения нагрузки и тангенциальной силы
- емкостной или индуктивный датчик оценки толщины пластины
- датчик положения вала сервопривода мотора.
- Сбор данных - 16 каналов

3. АРМ на базе ПК последнего поколения и программным обеспечением для управления установкой позволяет обеспечить:

Управление работой системы:

Параметры для проведения исследования встроены в программу. Она включает испытательную нагрузку (F_n), скорость скольжения (v), температуру полосы (T_s), температуру инструмента (T_t), количество испытываемых полос и детали цикла подачи хладагента. Программное обеспечение позволяет проводить исследования в автоматическом режиме.

Сбор данных в непрерывном режиме:

Во время исследования происходит сбор следующих параметров:

- | | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| • Нормальная нагрузка (F_n) | • Электрический потенциал (EC) |
| • Фрикционная сила (F_t) | • Температура пластины (T_s) |
| • Коэффициент трения (μ) | • Температура инструмента (T_t) |
| • Величина акустической эмиссии (Ae) | • Индикатор испытательной полосы |

Обработка данных:

Построение графиков на основе экспериментальных данных в режиме онлайн:
Полученные данные могут выводиться как графически, так и в формате Excel.

4. Набор инструментов для проведения исследований и обслуживания прибора - 1 комплект
5. Паспорт и руководство по эксплуатации на русском языке
6. Спецификация на датчики, инструменты, узлы машины
7. Комплект для подключения к сжатому воздуху – 1 комплект



Ключевые особенности:

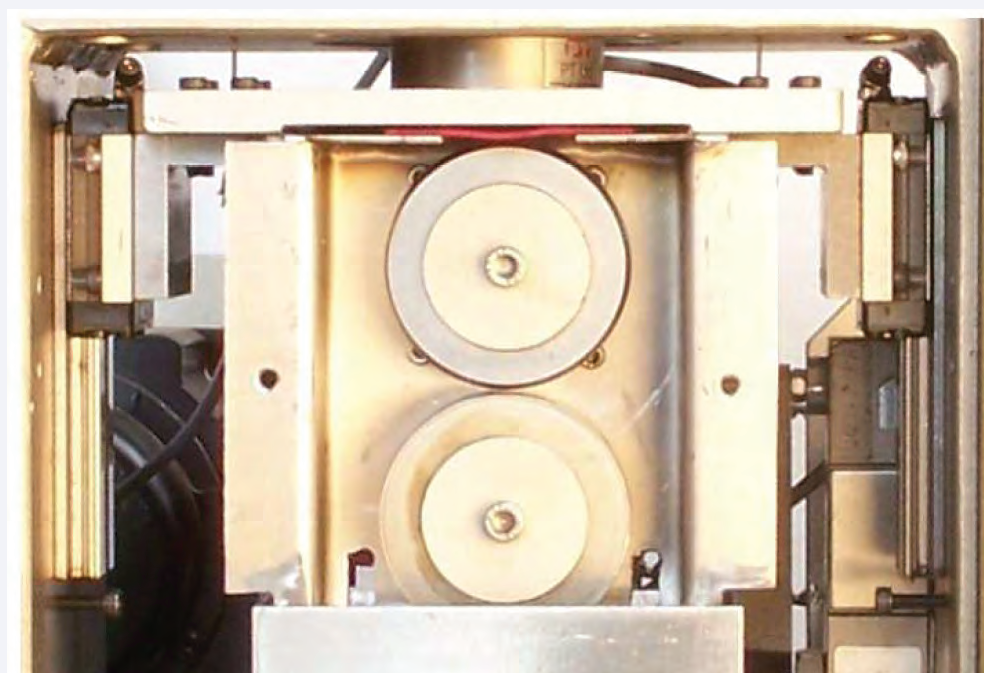
- Простая конструкция трибометра, компактный и современный дизайн;
- Непродолжительное время разогрева установки;
- Возможность использования различных рабочих тел и материалов образцов (с покрытиями и без). Основной материал пластины должен быть электропроводным;
- Длина пластины может измеряться за счет установки датчиков линейного перемещения (LVDT);
- Представленная компоновка трибометра позволяет осуществлять быструю смену образцов;
- Конструкция трибометра выполнена из высокопрочных материалов;
- Комплект поставки установки включает все необходимое дополнительное оборудование и аксессуары для калибровки и обслуживания установки;
- Автоматическое формирование отчета об эксперименте.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

ПАРАМЕТР	РАЗМЕРНОСТЬ	MIN.	MAX.	ПРИМЕЧАНИЯ
Испытательная полоса - длина	мм	1000 ±100		
Испытательная полоса - толщина	мм	1	3	
Испытательная полоса - ширина	мм	8	12	
Контртело (штифт, палец)	мм	10 x 10 x 20		Плоский или изогнутый наконечник
Температура пластины	°C	Комнатная	1000	±5 °C
Температура контртела	°C	Комнатная	700	
Нормальная нагрузка (Fn)	Н	0	5000	Цена деления: 1Н
Тангенциальная сила (Ft)	Н	0	5000	Цена деления: 1Н
Перемещение	нм	0	2000	Цена деления: 10 нм
Скорость скольжения	мм/с	0	200	
Скорость охлаждения контртела	°C/сек	≥35		С помощью охлаждающей жидкости
Длина хода	мм	100	1000	
Габариты установки				
Вес				
Электропитание	В/Гц	380/50		



СИСТЕМА ТРИБОТЕХНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА **TWIN DISC** (РОЛИКОВАЯ МАШИНА ТРЕНИЯ)





Система триботехнического анализа Twin Disc (Роликовая машина трения) DUCOM

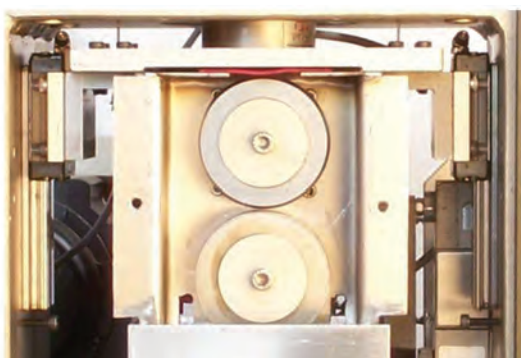
Система триботехнического анализа Twin Disc (Роликовая машина трения) DUCOM предназначена для испытаний на усталостную выносливость, трение и износ материалов, анализируемых при качении и скольжении. Наиболее распространены испытания материалов для исследования процессов в подшипниках качения, шестернях и кулачковых толкателях в автомобильной и авиационной промышленности.

Установка Twin Disc позволяет воспроизводить нагрузки на образец величиной до 8000 Н и скорость вращения контактной пары трения до 3000 об/мин. Испытания могут проводиться в условиях сухого трения и при подаче смазочного материала в зону контакта.

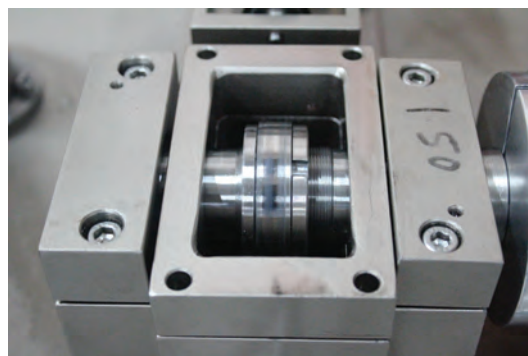
В условиях сухого трения, что особенно применимо в металлургической отрасли, имеется возможность размещения испытательной зоны в печи с нагревом до 700 °С, что позволяет проводить высокотемпературные испытания.

Ключевым преимуществом системы является многофункциональность. Установка позволяет проводить следующие виды испытаний: ролик по ролику), штифт (индентор) по ролику и шарик по ролику.

Трибометр Twin Disc часто используется для испытания смазочных материалов в трансмиссии автомобиля и для выбора материалов с высокой усталостной долговечностью.



Испытание на контактную усталость в смазочной среде



Износ нижнего ролика

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Исследование смазочных материалов в высоконагруженных узлах с различными коэффициентами проскальзывания .

- Исследование трибологического поведения материалов при взаимодействии со смазочными материалами до 120 °С.
- Анализ влияния структуры материала на его фрикционное и усталостное поведение.
- Испытания на контактную усталость материалов, используемых в подшипниках, зубчатых передачах и железнодорожных колесах.
- Высокотемпературные (экстремальные условия, до 700 °С) трибологические исследования материалов, используемых в металлообработке.

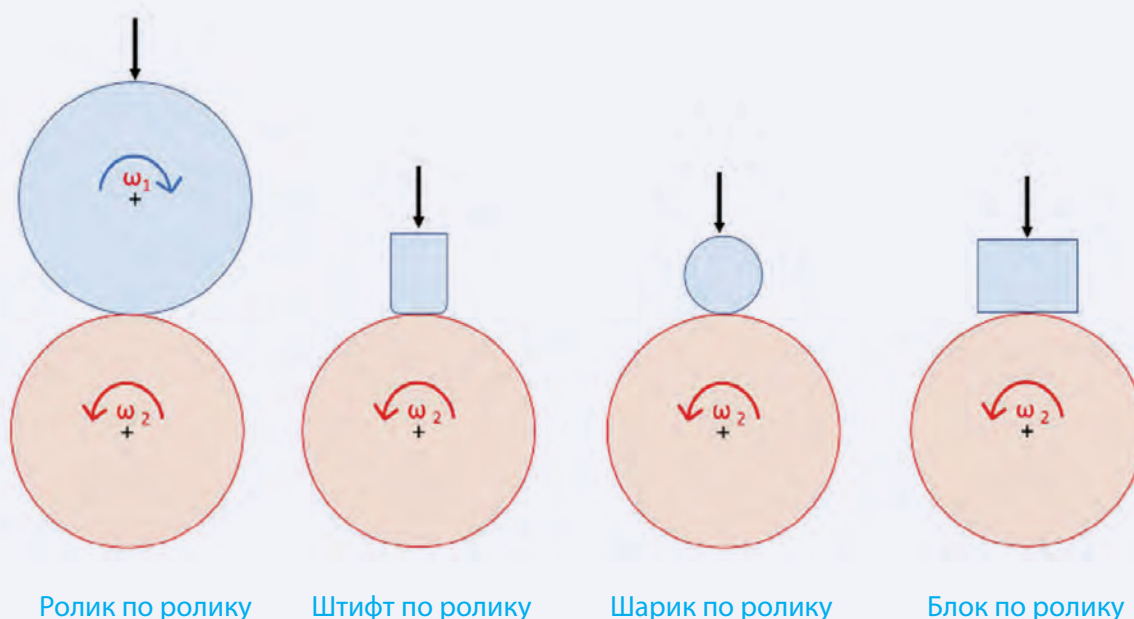
ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Высокотемпературный контроль: Вся зона испытаний может быть нагрета до 700 °С при использовании высокотемпературного модуля. Емкость со смазочными материалами также разогревается до 120 °С с помощью пары нагревателей.

Управление нагрузкой: с помощью пневматической установки обеспечивается два различных диапазона нагрузки: средний (от 500 до 5000 Н) и высокий диапазон нагрузки (от 1000 до 8000 Н).

Управление переменной скоростью: Скорость каждого ролика регулируется независимо друг от друга с помощью двух двигателей. Таким образом реализуется переменное отношение скольжения к ролику (наиболее тяжелый вид нагружения). Направление движения устанавливается как по часовой стрелке, так и против часовой стрелки.

Условия многократного контакта: Линейный контакт в конфигурации «ролик по ролику» может быть заменен на точечный («штифт по ролику», «шарик по ролику» или «блок по ролику»). Изменение формы контртела, а также суммарной кривизны контактной пары трения позволяет регулировать уровень напряжений в зоне контакта.



*Примеры схем нагружения,
реализованных в установке Twin Disc*

ПРИНЦИП РАБОТЫ СИСТЕМЫ

Система триботехнического анализа Twin Disc (Роликовая машина трения) DUCOM состоит из двух параллельных валов, каждый из которых приводится в движение двигателем с переменной скоростью, автоматического загрузочного блока, нагревательного блока, датчика момента трения и датчика линейного износа. Каждый ролик опирается на вал (верхний и нижний валы). Пневматически управляемая нагрузка прикладывается к ролику, который крепится к верхнему валу, передающему нагрузку от контртела на образец. Приложенная нагрузка измеряется тензодатчиком. При движении контактирующих роликов создается момент трения, который передается на датчик момента. Линейное смещение роликов за счет износа измеряется с помощью датчика линейного перемещения (LVDT), закрепленного на неподвижном блоке на валу. Ролик, закрепленный на нижнем валу, частично погружен в емкость со смазкой, которая удерживает смазочные материалы во время вращения и смазывает поверхность раздела скольжения/качения. Температуру в емкости со смазкой регулируют с помощью резистивных нагревателей и термопар. В условиях сухого трения вся зона испытания нагревается печью.

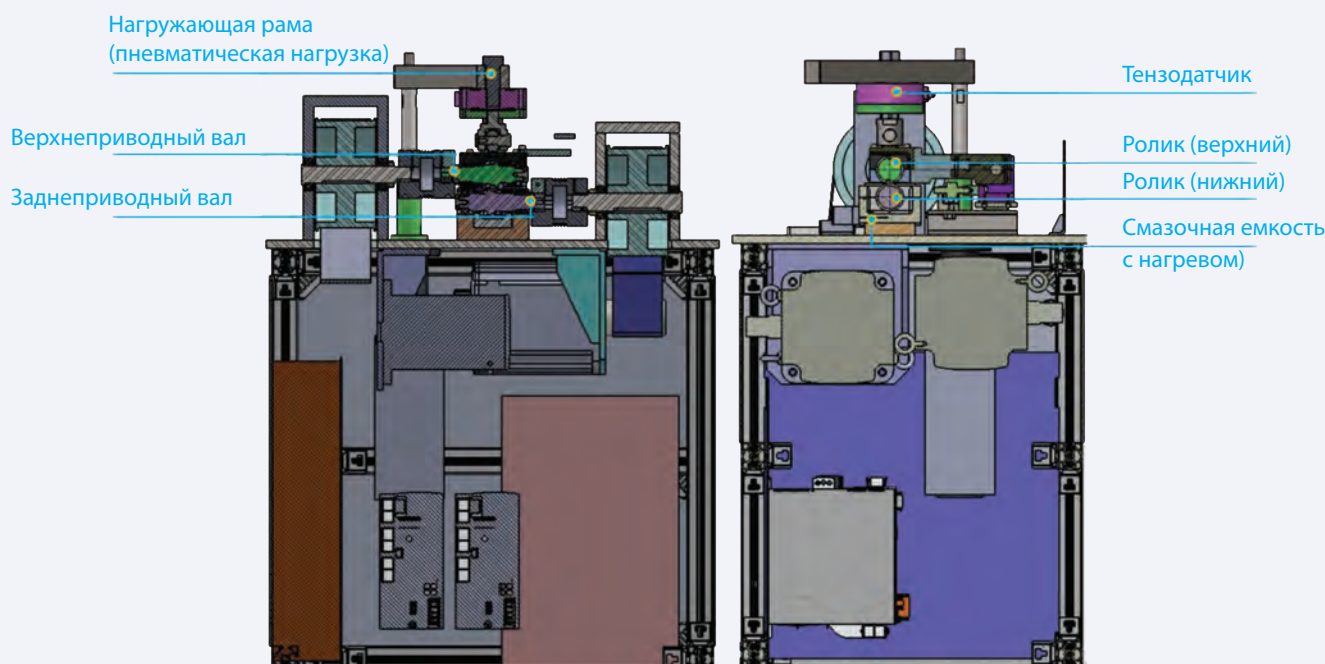
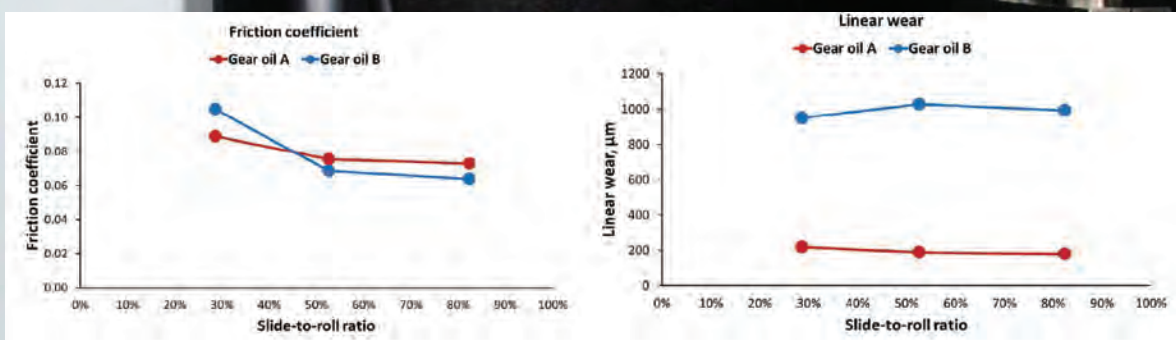
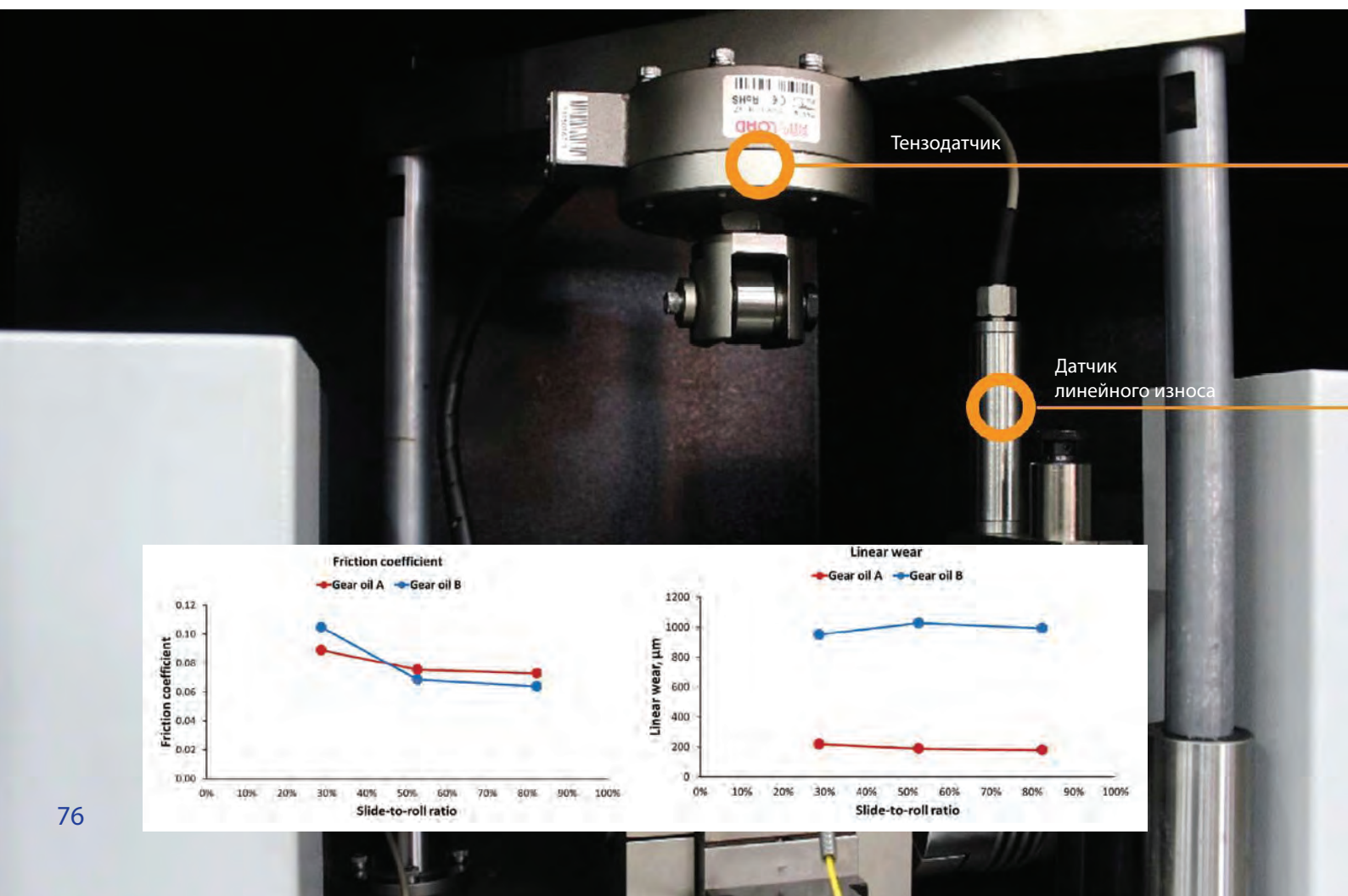
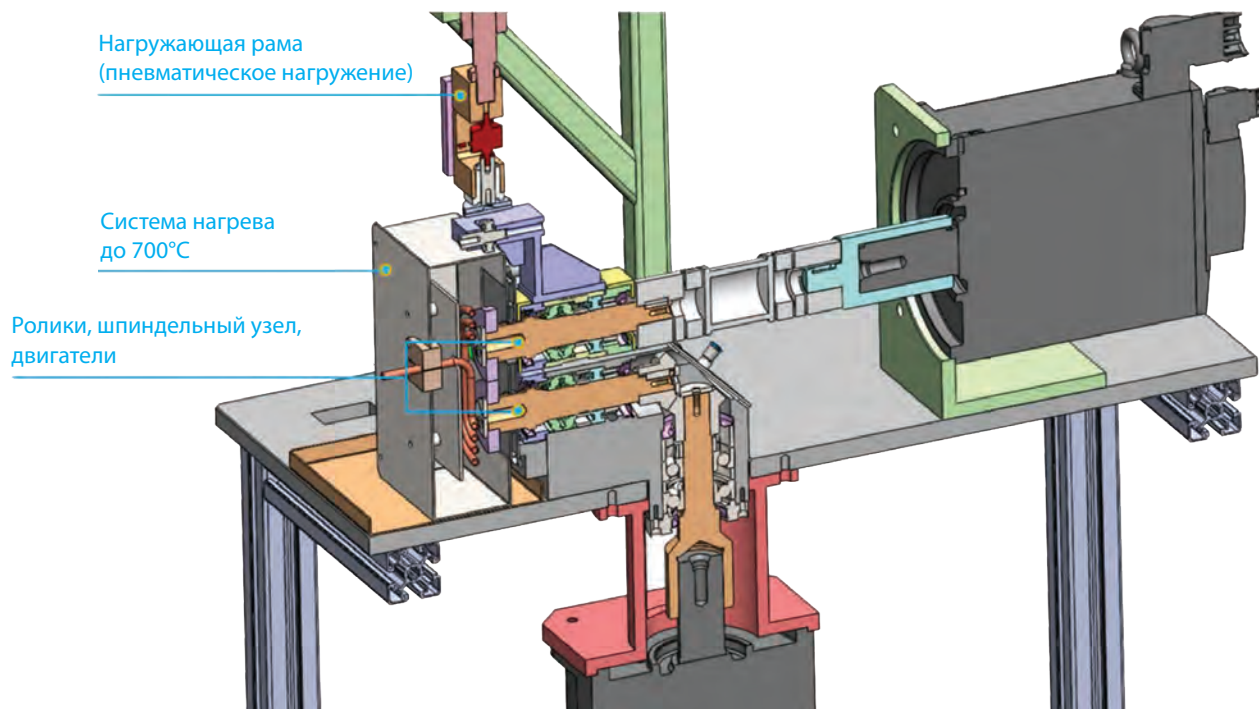


Схема системы триботехнического анализа Twin Disc
(Роликовая машина трения) DUCOM

Twin Disc

Система триботехнического анализа

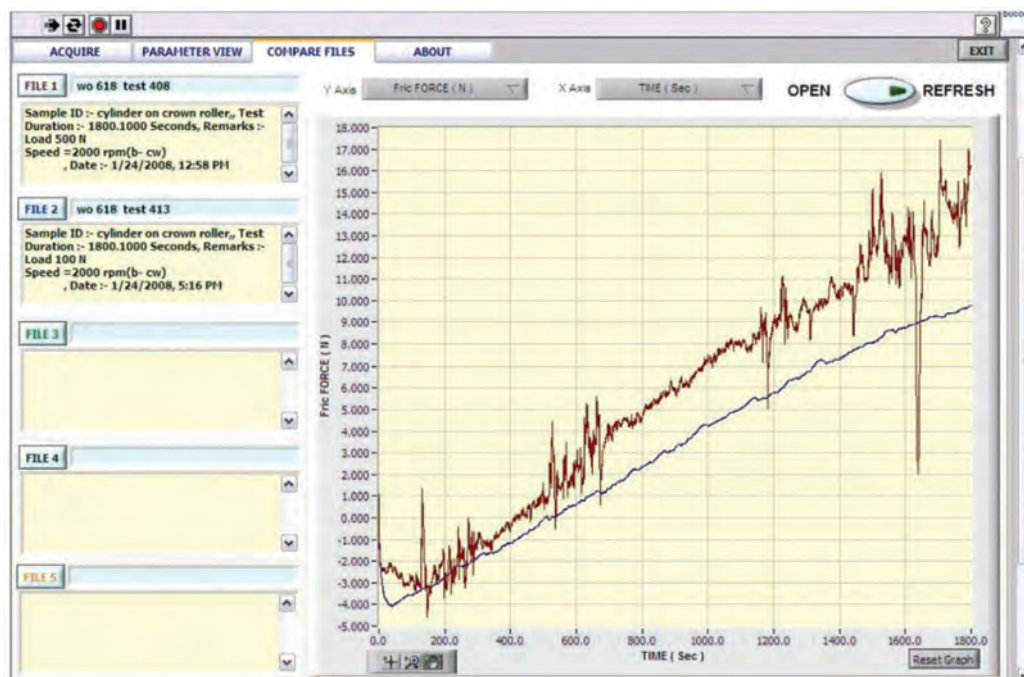


ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

В роликовой машине трения DUCOM предусмотрено программное обеспечение WinDUCOM 2010, совместимое с ОС Windows.

Характеристики программного обеспечения:

- **Дружественный интерфейс:** программное обеспечение контролирует проведение исследования с введенными пользователем параметрами. Информация об образце вводится перед началом испытания, для дальнейшего формирования отчета об эксперименте.
- **Простота интерпретации и возможность экспорта данных:** в ПО WinDUCOM отображаются скорость вращения, износ, температура и число оборотов, сила трения, скорость скольжения, путь трения и продолжительность испытаний.
- **Построение графиков на основе экспериментальных данных в режиме онлайн:** Полученные данные могут выводиться как графически, так и в формате Excel.
- Гибкая настройка параметров эксперимента



ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

ПАРАМЕТР	ДИАПАЗОН	ПРИМЕЧАНИЯ
Автоматическая нагрузка (кН)	0,1 - 8	Автоматическая система нагружения использует собственную систему сжатого воздуха
Скорость (об/мин)	2 - 2000	Блок питания серводвигателя, приводящий в движение верхний и нижний ролики для достижения чистоты эксперимента в условиях скольжения
Коэффициент проскальзывания (%)	2 - 200	SRR = относительная скорость/средняя скорость 200% = 2 X (1998/2002)
Линейный износ (нм)	0 - 2	Датчик LVDT используется для регистрации деформации (внедрения и износа образца и контртела) между двумя роликами во время испытаний.
Момент трения (Нм)	0 - 115	Номинальная подаваемая мощность на двигатель/ролик - 6.1 кВт. Примеры тестовых параметров: 500 об/мин/115 Нм, 2000 об/мин/30 Нм, и т.д.
Температура смазочного материала (°C)	От комнатной до 120	1. Нижний ролик погружается в съемную емкость со смазкой 2. Емкость со смазкой нагревается до 120 °C. Температура смазки постоянно измеряется в течение испытания с помощью встроенных нагревателей.
Возможные схемы нагружения и контакта		1. Ролик по ролику 2. Штифт по ролику 3. Блок по ролику 4. Шарик по ролику
Ширина ролика (мм)	10	Диаметр ролика может быть 60 мм или 47 мм (на выбор)
Диаметр штифта (мм)	8	
Диаметр шарика (мм)	8	
Размер блока (мм)	8 x 8	
Напряжение	380 В, 32 А, 50 Гц, 3 фазы	
Воздух	Сжатый воздух 6 бар (200 л/мин)	
Вес	450 кг	
Габаритные размеры, Ш x Г x В (мм)	800 x 600 x 1200	

КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ СИСТЕМЫ

1. Роликовая машина трения DUCOM, базовый блок:

- Электронный контроллер для автоматизированного управления системой.
- Комплект датчиков.
- Модуль автоматического нагружения.
- Комплект кабелей питания и сжатого воздуха.
- Компьютер с заранее установленным программным обеспечением для сбора и анализа данных. Включая один компакт-диск с программным обеспечением WinDUCOM.
- Набор калибровочных инструментов.
- Ролики для испытаний, комплект из 10 шт.
- Стандартные образцы (Штифты и шарики), комплект из 10 шт.
- Стандартные образцы (блоки), комплект из 10 шт.
- Комплект вспомогательного оборудования.
- Комплект товаросопроводительной документации на русском языке: паспорт, руководство по эксплуатации.

2. Емкость для работы со смазкой, с возможностью нагрева до 120 °C

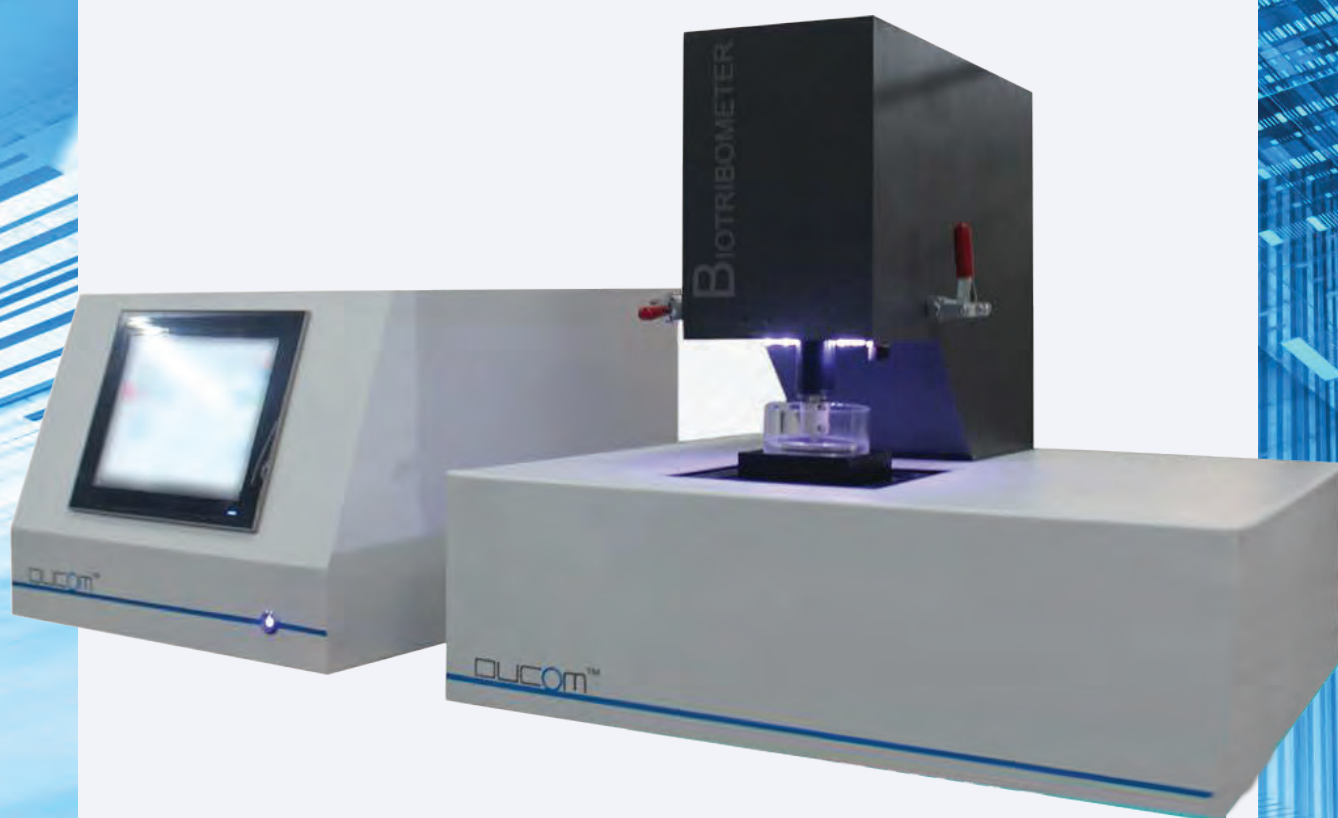
3. Модуль автоматического контроля нагрузки от 10 до 1000 Н

4. Модуль автоматического контроля нагрузки от 1000 до 8000 Н

5. Высокотемпературная камера до 700 °C



БИО ТРИБОМЕТР





БИОТРИБОМЕТР DUCOM

Предназначен для имитации реальных условий нагружения суставных протезов, для фундаментальных исследований биоматериалов, применяющихся для протезирования в ортопедии и стоматологии.

Биотрибометр DUCOM оснащен датчиками для измерения трения и износа биоматериалов при формировании клинически значимых условий: профилей скорости, движения и нагрузки.

Установка позволяет воспроизводить поперечное движение сдвига с профилями нагрузки и скоростью скольжения по отношению к циклам прохода согласно ISO 14242-1:2014 и ASTM F732-17. Установка позволяет проводить разработку новых методов испытаний, имеющих отношение к скорости износа и профилям, наблюдаемым на извлекаемых имплантатах. Биотрибометр Ducom позволяет моделировать реальные условия эксплуатации протезов и по функциональным возможностям значительно превышает методики, предусмотренные в стандартах ISO 14242-1:2014 и ASTM F732-17.



Профили износа: линейный, циркуляционный, бабочкой на материале UHMWPE

В – Условия контакта: шарик по диску

С – Условия контакта штифт (палец) по диску

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

- Трение и износостойкость различных биоматериалов - СВМПЭ, CoCrMo, Ti6Al4V, TiBN. Моделирование нагрузок при ходьбе, беге, подъеме по лестнице и т.д.
- Определение усталости, трения и износостойкости зубных материалов (Эмаль, Zr_2O_3 , Ti_6Al_4V) во время циклов жевания и нагрузке при прикусе зубов.
- Смазывающее поведение синовиальной жидкости, слюны, альбумина, слизистых и других биомолекулярных веществ.
- Определение потери массы из-за коррозии биоматериалов во время кривых линейной поляризации с помощью модуля трибокоррозии.
- Качественные исследования различных типов СВМПЭ (гамма-облучение, витамин E), используемых при изготовлении ацетабулярных чашек, вкладышей и коленных вставок.

ПРЕИМУЩЕСТВА

- Независимая система нагрузок для каждой испытательной ячейки (до 800 Н).
- Автоматизированное управление движением с помощью ступени X-Y может генерировать пять различных профилей движения, включая типы движения с поперечным сдвигом: фигуру восьмерки и квадрат.
- Контроль температуры смазочных материалов на каждой станции: до 70 °C.
- Камера рециркуляции смазки для каждой станции.
- Модуль трибокоррозии с трехэлектродным потенциостатом для формирования кривых линейной поляризации в соответствии с ASTM G59-97 (2014) и определения потерь массы вследствие коррозии.
- Измерения силы трения и линейного износа для каждой станции.



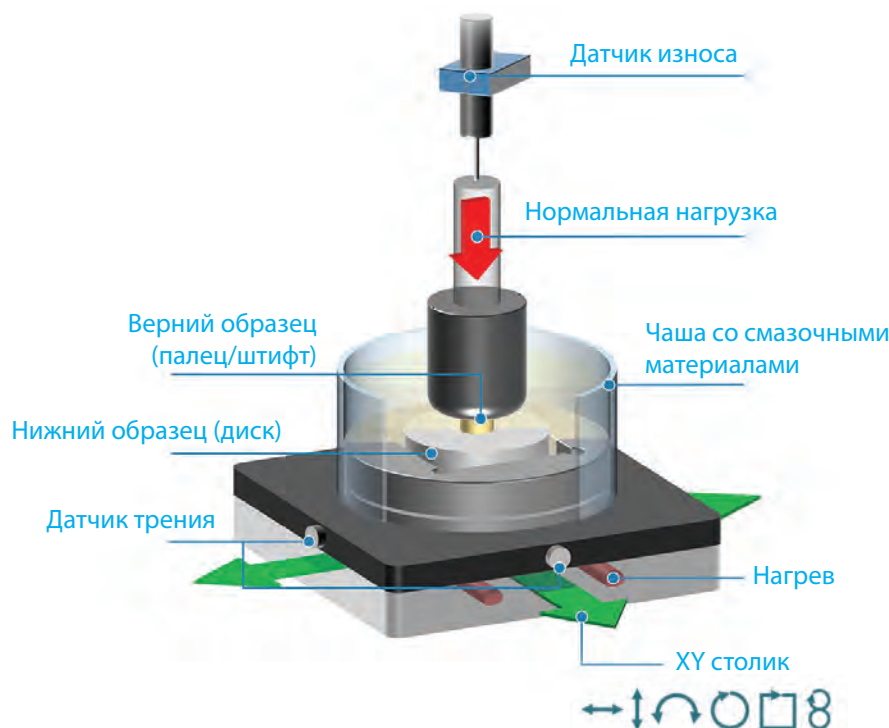
ПРИНЦИП РАБОТЫ

Биотрибومتر DUCOM состоит из верхней пластины (неподвижная рама) и нижней пластины (столик X-Y). Верхняя пластина передает нагрузку (пневматическая система для нагружения до 800 Н). Нагрузка передается через вал и штифт/шариковый держатель на диск.

Нижняя пластина содержит X-Y столик для одновременного линейного перемещения диска вдоль осей X и Y, что позволяет моделировать траектории движения различной формы: восьмерка, квадрат, окружность, линия.

ОПЦИИ

- Одностанционная или многостанционная система (1, 2, 4 и 6)
- Модуль измерения силы трения и износа
- Модуль контроля и измерения температуры
- Система рециркуляции смазки
- Модуль для измерения коррозии при трении

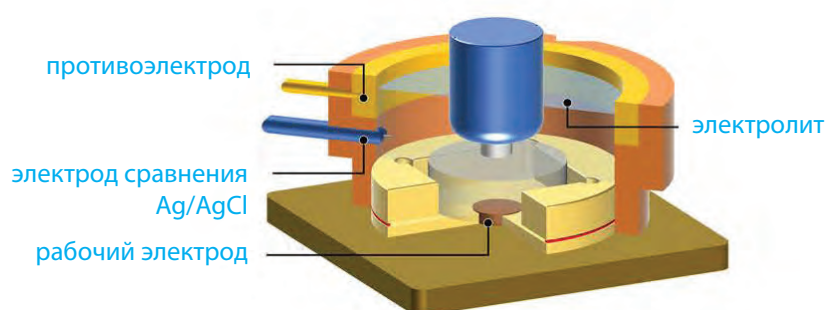
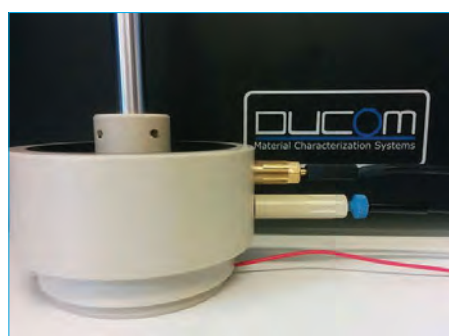


Что касается системы нагрузки 800 Н: на каждой станции имеются два датчика силы трения (кнопочные датчики нагрузки), прикрепленные к базовой пластине, которые воспринимают силу трения вдоль осей x и y. В верхней пластине на чашке шпинделя, соединенной с держателями штифтов/шариков, установлен датчик перемещения (LVDT) для получения составного износа (или линейного износа). Нижняя пластина, несущая жидкостную камеру вместе с диском, нагревается парой патронных нагревателей. Термодатчики используются для периодического измерения температуры текучей среды внутри каждой камеры. Система загрузки, система перемещения (ступень X-Y), вращение штифта и температура смазки управляются компьютером. Измерения силы трения и датчиков LVDT отображаются в режиме реального времени с помощью программного обеспечения WinDucom.

ТРИБОКОРРОЗИОННЫЙ МОДУЛЬ

Предназначен для оценки электрохимического поведения материалов в ходе испытаний на трение и износ установлен трибокоррозионный модуль DUCOM Multi Autolab.

Система до-оснащена специализированным модулем Multi Autolab, который представляет собой многоканальный потенциостат/гальваностат. Он позволяет определить сопротивление, скорость коррозии (мм/год), ток коррозии, потенциал коррозии согласно ASTM G59 и ASTM G102. Все приспособления выполнены из диэлектрических материалов.



ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

ПАРАМЕТР	РАЗМЕРНОСТЬ	ЗНАЧЕНИЕ
Разность потенциалов	В	± 10
Напряжение	В	± 20
Максимальный ток	мА	± 400
Диапазон тока	-	± 10 мА до 10А
Точность потенциала	%	± 2
Разрешение потенциала	нВ	3
Импеданс	ГОм	> 100

ИЗМЕРЯЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Ток коррозии, линейные поляризационные кривые, потеря массы.

ОСОБЕННОСТИ

Трехэлектродная электрохимическая ячейка устанавливается для измерения потенциала и тока. Одновременное получение данных фрикционного изнашивания с током коррозии.

ПРИМЕНЕНИЕ

Определение потерь массы из-за коррозии материалов во время кривых линейной поляризации.

КЛЮЧЕВЫЕ ОСОБЕННОСТИ УСТАНОВКИ:

Модульная система: Установка конфигурируется по принципу «конструктора» и может быть модернизирована с помощью любого из вышеупомянутых дополнительных модулей.

Единая платформа с несколькими решениями: Биотрибометр с профилями цикла походки и нагрузки используется для тестирования ортопедических биоматериалов; Эта платформа может генерировать циклы жевательной нагрузки для тестирования зубных биоматериалов.

Высокая производительность исследования: Шесть независимых ячеек в Биотрибометре могут быть использованы для тестирования 12 различных биоматериалов, одновременно.

Преимущества над симулятором: Биотрибометр позволяет получать данные о трении и износе во время испытания, а также в зависимости от различных степеней свободы (скольжение или скольжение и вращение). Эти функции отсутствуют в тренажерах, которые сегодня доступны на рынке.

Автоматизация: Только образцы штифтов и дисков должны монтироваться вручную; Остальные операции, такие как загрузка, движение и скорость, управляются программным обеспечением.

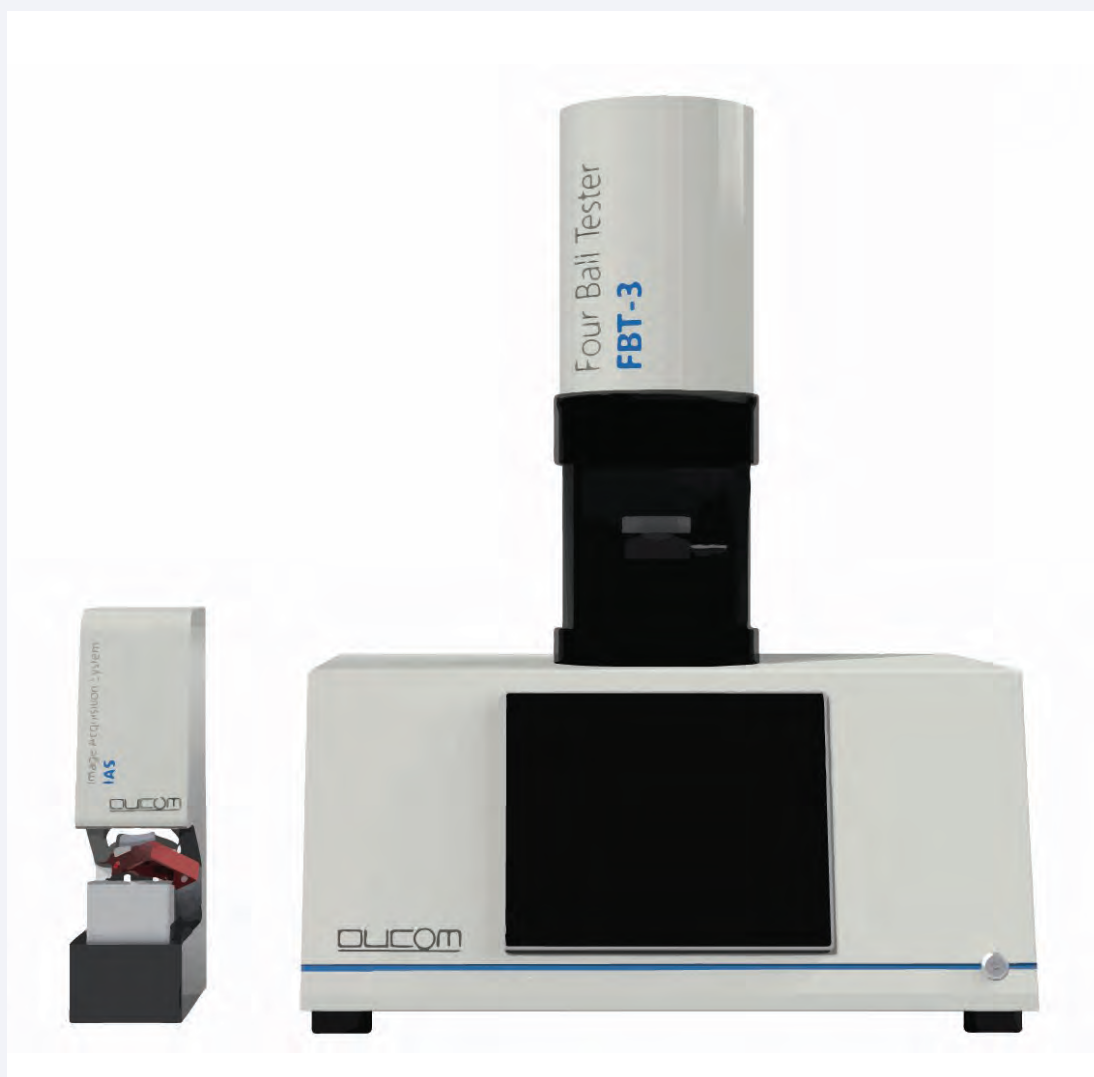
КОНТРОЛЬ ОБОРУДОВАНИЯ И СБОР ДАННЫХ

Биотрибометр DUCOM управляется программным обеспечением WinDucom на базе LabVIEW, которое также получает и отображает нормальную нагрузку, силу трения, коэффициент трения, износ и температуру смазки. Также измеряются и отображаются необработанные данные. Полученные данные могут быть представлены несколькими способами: графически либо отдельные данные могут быть экспортированы в формате Excel.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Автоматическая система нагружения (индивидуально на каждую станцию)	От 10 до 650 Н
Измерение силы трения по осям X, Y	от 0 до 100 Н
Чаша со смазкой с опцией нагрева	До 50 мл, T = до 70 °C
Линейное измерение износа	от 0 до 2000 мкм
Стол для возвратно-поступательного движения по осям X и Y	Возвратно-поступательное движение вдоль осей X и Y; Квадрат; Рисунок 8; окружность
Размер диска	Ø 30 мм x 10 мм, возможны другие размеры.
Размер штифта	Ø 6 мм или Ø 9 мм x 13 мм, возможны другие размеры.

ЧЕТЫРЕХШАРИКОВЫЙ АНАЛИЗАТОР FBT-3



ЧЕТЫРЕХШАРИКОВЫЙ АНАЛИЗАТОР (FBT-3) DUCOM

Четырехшариковый анализатор DUCOM (Рис. 1) предназначен для определения противоизносных (WP), противозадирных (EP), фрикционных и усталостных свойств смазочных материалов. Как показано на рис. 2, в приборе используются четыре шарика: три внизу и один сверху.

Три нижних шарика надежно удерживаются в емкости, содержащей испытываемую смазку, и прижимаются к верхнему шарiku. Верхний шарик вращается с желаемой скоростью, в то время как три нижних шарика прижаты к верхнему. Тестируемый смазочный материал характеризуется измерением диаметра пятна износа на шариках после испытания и оценкой нагрузки, при которой смазка выходит из строя и четыре шарика свариваются в одно целое.

Прибор DUCOM FBT-3 способен достигать максимальной нагрузки 10000 Н, максимальной скорости 3000 об/мин и максимальной температуры 120 °С. Он может соответствовать стандартам испытаний ASTM, DIN и IP по параметрам WP и EP любых смазочных материалов.



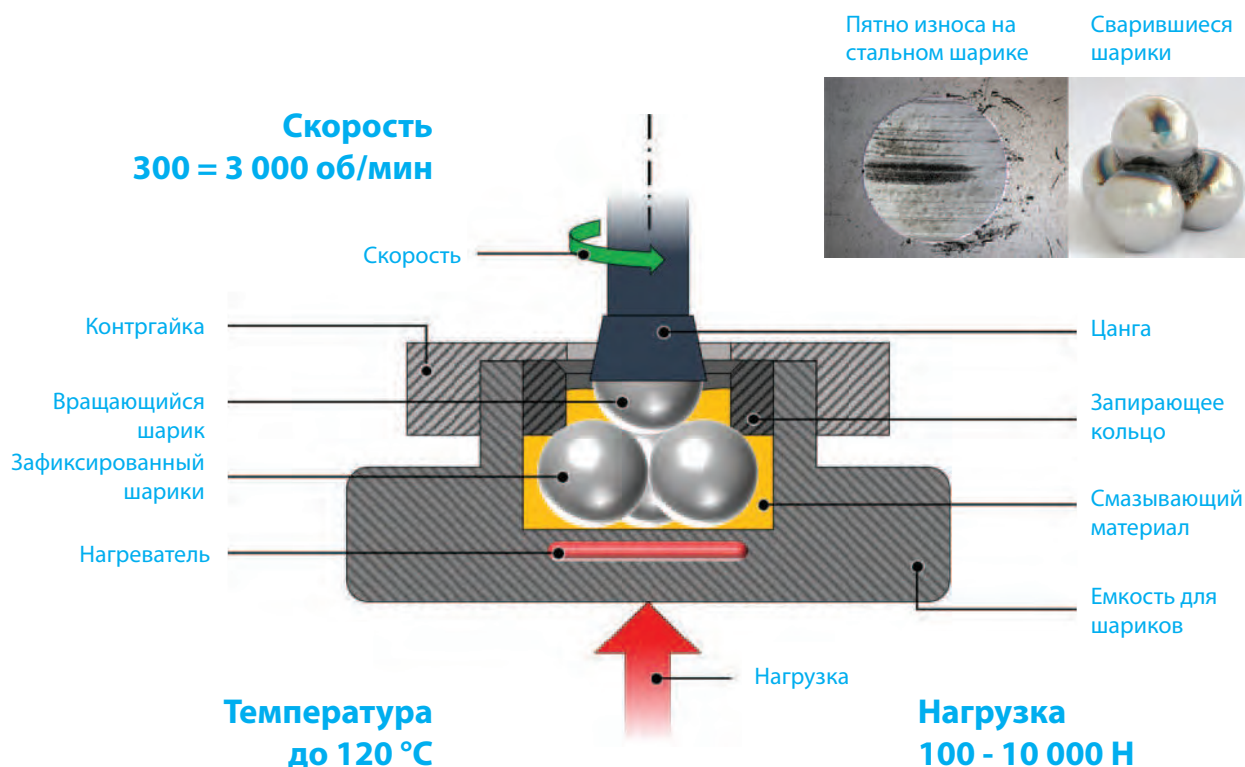
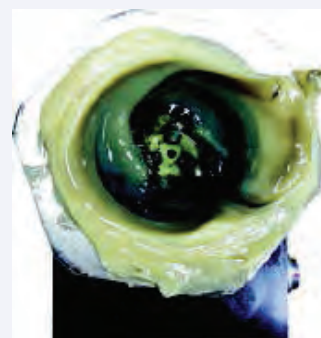


Рис. 2. Схема зоны испытаний в FBT-3.

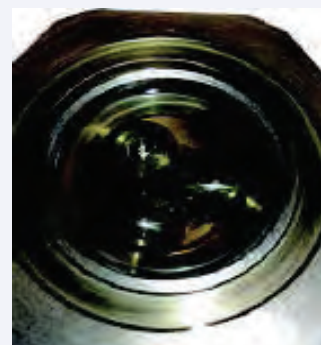
ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

- Определение противоизносных (WP), противозадирных (EP), фрикционных и усталостных свойств смазочных материалов.
- Сравнительные испытания смазочных материалов.
- Измерение и сравнение WP/EP-свойств наночастиц, полученных из углерода, оксидов металлов, сульфидов и нанокompозитов.
- Сравнение характеристик смазочных материалов при различных нагрузках и температурах, факторы базовых масел, присадок, поставщиков и т. д.
- Сравнение и оценка ухудшения качества смазки в зависимости от степени отработанности масла.
- Изучение характеристик полимерных материалов в смазочных материалах, используемых для достижения лучшего сопротивления сдвигу и минимизации потери вязкости.
- Эффективность использования для смазки биоразлагаемых/растительных масел по сравнению с минеральными/синтетическими базовыми маслами.

Емкость с шариками



Эксперимент со смазкой



Эксперимент со маслом

ПРИНЦИП РАБОТЫ

Четырехшариковый анализатор DUCOM (FBT-3) - это автоматизированное настольное устройство, которое контролирует нагрузку, скорость и нагрев, прикладываемые к смазочному материалу. На рис. 3а показаны три главных блока четырехшарного анализатора. В нижней части находится блок управления нагрузкой. Он состоит из пневматических камер, поршня и датчика нормальной нагрузки, они работают в тандеме для достижения задаваемого пользователем уровня нагрузки. Зона испытания смазочного материала (Рис. 3б) находится в центре FBT-3. Она представляет собой емкость с шариками, установленную на антифрикционной подушке, соединенной с загрузочным устройством. Как показано на рис. 3д, емкость с шариками состоит из нескольких компонентов, таких как три испытательных шарика, контргайка и кольцо, которые необходимо устанавливать вручную. Емкость с шариками заполняется смазочным материалом, после чего можно начинать испытания. В испытательной зоне есть раздвижная дверца, чтобы предотвратить утечку смазочного материала. Она должна быть закрыта во время теста для безопасности пользователя. В верхнем блоке установлен бескорпусный двигатель, который приводит в движение шпиндель с помощью шариковой цанги.

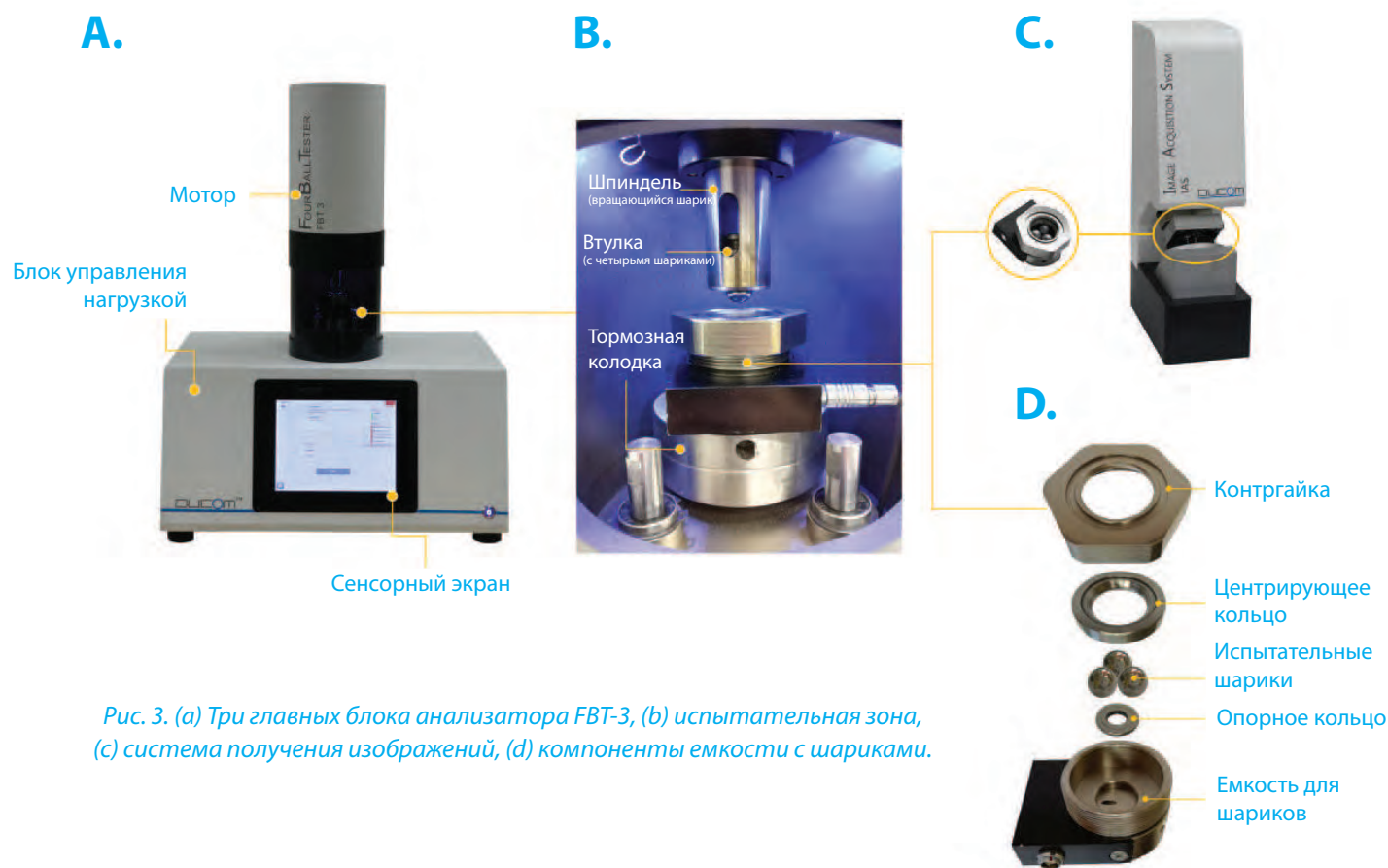


Рис. 3. (а) Три главных блока анализатора FBT-3, (б) испытательная зона, (с) система получения изображений, (д) компоненты емкости с шариками.

Метод извлечения шарика из емкости с последующим определением и измерением следа износа шарика весьма неудобен и уходит в прошлое. Система получения изображений DUCOM предназначена для повышения удобства пользователя и сбережения времени, теряемого из-за ручного способа анализа. Как показано на рис. 3с, данная система может целиком вместить в себя емкость с шариками после EP или WP испытаний. Запатентованная система визуализации позволяет определять пятно износа и производить снимок пятна на каждом шарике в емкости автоматически с помощью программного обеспечения ScarView 2016. Аналитические инструменты в программном обеспечении помогают пользователю быстро измерить диаметр и площадь пятна износа.

В приборе FBT-3 имеется 4 важных системы. Датчик нагрузки используется для передачи колебаний приложенной нагрузки во время испытания. Датчик силы трения, подключенный к емкости с шариками, передает значение силы трения, испытываемой смазочным материалом в емкости в режиме реального времени. Термopара и нагреватели в емкости с шариками могут нагревать смазочный материал до заданной пользователем температуры и передавать температурную кривую во время испытания. Датчик движения может передавать колебания вращения шпинделя в реальном времени во время теста. Вся сенсорная система управляема, и ее данные отображаются/записываются с помощью программного обеспечения WinDUCOM.

СТАНДАРТЫ

ПРОТИВОЗАДИРНЫЕ СВОЙСТВА (EP)

ASTM D2783

EP испытания смазочной жидкости

ASTM D2596

EP испытания густых смазок

IP 239

EP и AW испытания жидких смазок

DIN 51350-2

EP испытания свойств жидких смазок

DIN 51350-4

EP испытания твердых смазок

ПРОТИВОИЗНОСНЫЕ СВОЙСТВА (WP)

ASTM D4172

WP испытания смазочной жидкости

ASTM D2266

WP испытания густых смазок

ASTM D5183

Коэффициент трения смазочных материалов

DIN 51350-3

Испытания на износ жидких смазочных материалов

DIN 51350-5

Испытание на износ твердых смазок

ОПЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

- Высокотемпературная емкость для шариков (температура окружающей среды 200°C)
- Цифровой лабораторный ассистент МООНА
- Автоматическое прогнозирование пятна износа шарика с помощью алгоритма машинного обучения AI (Рис. 4).

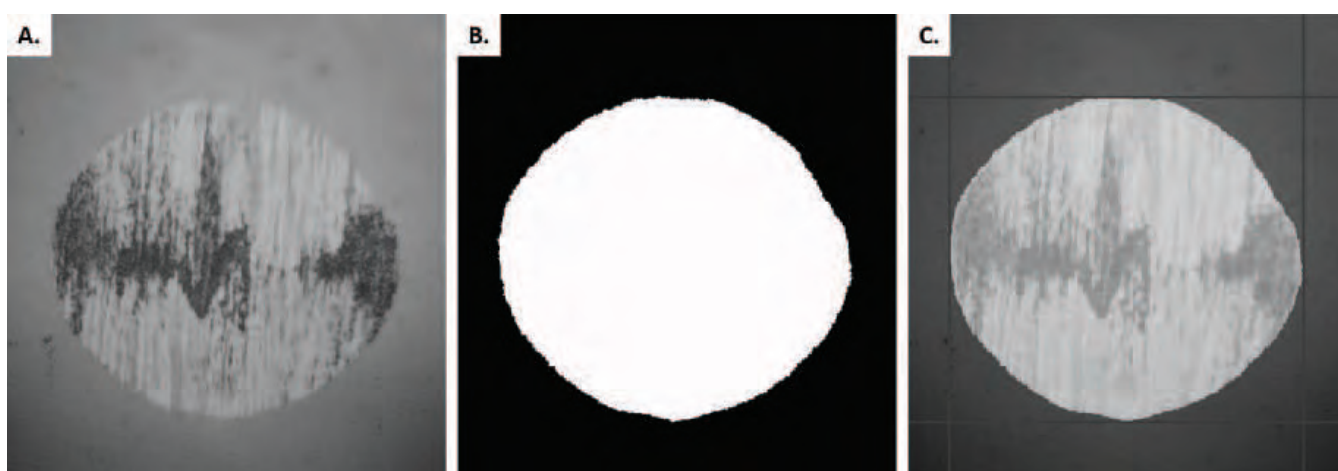


Рис. 4. Цифровой ассистент МООНА позволяет точно спрогнозировать пятно износа испытуемых образцов.

(А) реальное изображение, (В) автоматическая маска, (С) прогнозное пятно.

Затруднения при визуальном наблюдении увеличивают нестабильность результатов теста.

Цифровой ассистент МООНА минимизирует влияние человеческого фактора.

УПРАВЛЕНИЕ ПРИБОРОМ И ПОЛУЧЕНИЕ ДАННЫХ

Программное обеспечение WinDUCOM используется для управления нагрузкой, скоростью и температурой, прикладываемых к смазочному материалу в FBT-3. Архитектура программного обеспечения исключает ошибки неправильного обращения. Как показано на рис. 5, интерфейс позволяет пользователю выбирать любые стандарты одним щелчком мыши. Он автоматически воспроизведет параметры теста, соответствующие выбранному стандарту. Пользователь будет делать ТОЛЬКО 5 кликов мышью перед началом EP или WP испытания в соответствии с любыми стандартами тестирования. На экране системы сбора данных отображаются значения момента трения, нагрузки, скорости и температуры в режиме реального времени (Рис. 6). Возможен анализ данных после эксперимента с использованием функции сравнения данных в программном обеспечении. Это позволяет пользователю сравнить результаты различных испытаний. Результаты испытаний можно экспортировать в формате .CSV, .XLS или .TXT.



Рис. 5. Загруженные стандарты испытаний в ПО WinDUCOM в FBT-3.

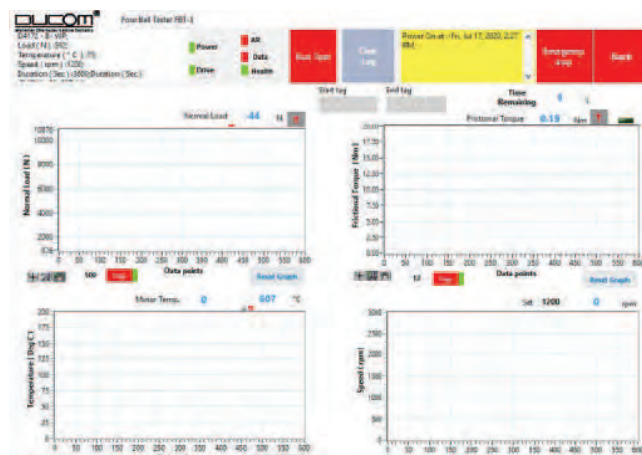


Рис. 6. Экран системы сбора данных с реальными данными в ПО WinDUCOM в FBT-3.

ЦИФРОВОЙ МОДУЛЬ

МООНА - это цифровой лабораторный ассистент с мощными аналитическими функциями, которые помогают поддерживать прибор в контролируемом рабочем состоянии и хранить данные экспериментов в безопасности и в легко доступном виде. Функции автоматической регистрации данных и отчетности обеспечивают надежность и защиту от несанкционированного доступа. Узнать больше можно по ссылке www.DUCOM.com/digital



Рис. 7. В ПО на основе web-представления МООНА доступны следующие возможности: аналитика производительности, управление устройствами, история данных (цифровой журнал), запасные части и многое другое.

ТЕСТЕР СТАБИЛЬНОСТИ НА СДВИГ **KRL**



ПРИМЕНЕНИЕ

- Анализ качества гидравлических и трансмиссионных масел, используемых в горном и строительном оборудовании.
- Скрининг полимеров, используемых в качестве присадок, улучшающих индекс вязкости (VIs) в маслах
- Разработка прогнозных моделей с использованием как момента трения, так и потери кинематической вязкости масел.



Рис. 1. Конический роликоподшипник

ПРИНЦИП РАБОТЫ

Тестер стабильности на сдвиг Ducom KRL может быть оборудован ручной или пневматической системой нагружения. Приложенная нагрузка измеряется датчиком нагрузки (расположен под подушкой подшипника). Блок подшипника (Рис. 2) размещается над подушкой. Он содержит сдвиговый элемент, состоящий из конического роликоподшипника, погруженного в испытательную жидкость. Подшипник нагружен вращающимся шпинделем, приводимым в движение двигателем. Испытательная жидкость нагревается с помощью пары нагревательных элементов под блоком подшипника.

Система контроля температуры с замкнутым контуром используется для поддержания заданной температуры (60 °C) во время сдвига. Она включает термопару k-типа (Рис. 3), теплообменник, рециркуляционный резервуар для воды и насос с частотно-регулируемым приводом. Холодная вода закачивается и циркулирует в блоке подшипника. Теплообменник используется для отвода тепла от горячей воды во внешнюю среду. С помощью этой системы температура во время сдвига поддерживается от 59 °C до 61 °C.

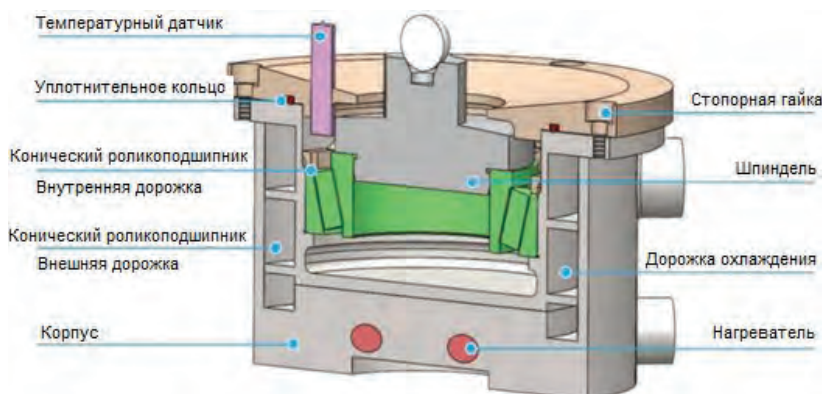


Рис. 2. Тестер стабильности на сдвиг Ducom KRL в разрезе.



Рис. 3. Блок подшипника Ducom KRL в сборе с термопарой и системой циркуляции воды

Рис. 4. Блок подшипника Ducom KRL в сборе с выдвинутым рычагом и датчиком нагрузки

ОПЦИОНАЛЬНО

- Система ручной нагрузки (с набором калиброванных грузов)
- Пневматическая система нагрузки
- Блок измерения момента трения
- Гидростатическая подушка подшипника для уменьшения паразитного трения при измерении крутящего момента
- Цифровой лабораторный ассистент MOONA AI

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

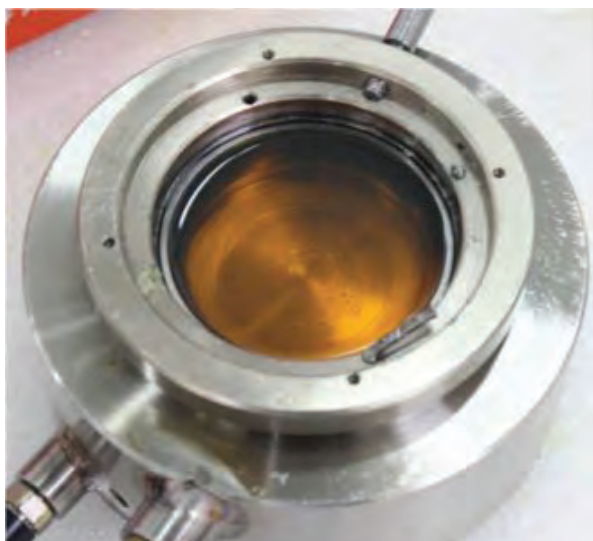
Скорость	0 - 1,500 об/мин
Нормальная нагрузка	500 - 5,000 Н
Сила трения	0 - 100 Н
Температура	От комнатной до 60 °С
Количество тестируемого масла	40 мл
Конический роликоподшипник	SKF 32008X

УПРАВЛЕНИЕ ПРИБОРОМ И СБОР ДАННЫХ

Тестер стабильности на сдвиг Ducom KRL управляется программным обеспечением WinDucot на основе LabVIEW (Рис. 5), которое также собирает и отображает данные по нагрузке, моменту трения, коэффициенту трения, скорости, температуре флюида и длительности теста. Полученные данные могут быть представлены несколькими способами: графики выборочных испытаний могут быть распечатаны, результаты различных тестов могут быть наложены друг на друга для сравнительного просмотра, также данные могут быть экспортированы в Excel.



Рис 5. Окно программного обеспечения WinDucot для KRL.



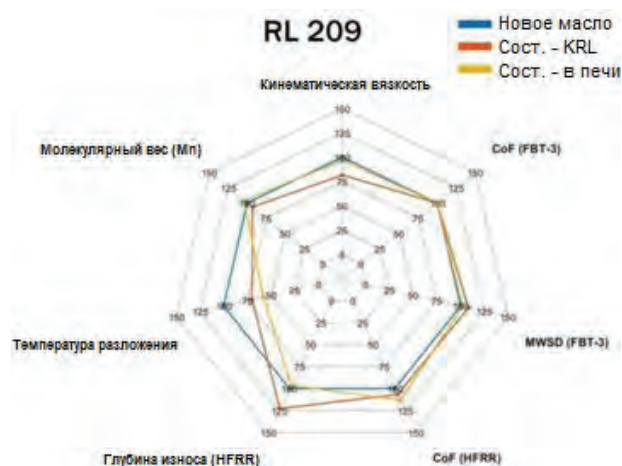
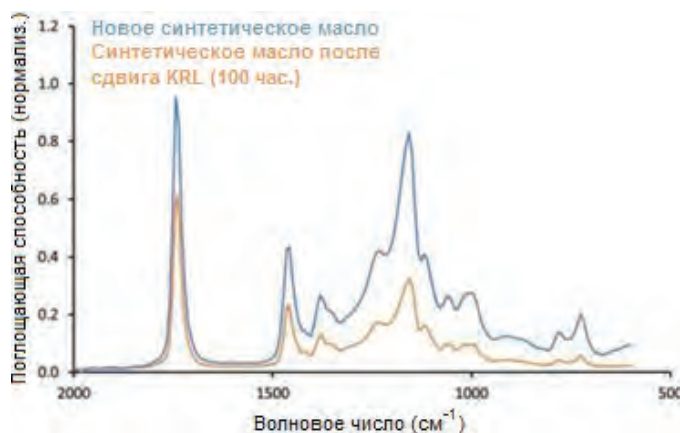
Блок подшипника, наполненный трансмиссионным маслом



Блок подшипника с коннекторами для системы рециркуляции воды

Как количественно определить старение?

Согласно закону Бера-Ламберта, концентрация ослабляющих веществ связана с абсорбцией. Если концентрация ослабляющих (абсорбирующих) веществ увеличивается, абсорбция увеличивается в том же соотношении. Пик около 1750 см⁻¹ соответствует значению $C = 0$. Объединение обоих пиков приводит к соотношению 1,68 между начальным синтетическим маслом после сдвига KRL и новым образцом. Это говорит о том, что концентрация абсорбирующего вещества ($C = 0$) в сдвинутом масле увеличилась почти на 70% по сравнению с новым маслом.



Изменения трибологических и физических параметров образца RL 209 - свежий, состаренный в KRL и состаренный в печи. Каждый параметр представлен в процентах от значения, соответствующего новому маслу для этого параметра. Молекулярную массу (Mn) определяли с помощью гель-проникающей хроматографии (GPC), температуру разложения (температуру начала) определяли с помощью термогравиметрического анализа (TGA).

ЦИФРОВОЙ МОДУЛЬ

МООНА - это цифровой лаборант с мощными функциями, которые могут помочь сохранить ваш прибор в отличном состоянии, а ваши данные испытаний будут в безопасности и легкодоступны. Его функции автоматического ведения журнала и отчетности обеспечивают надежную защиту данных от несанкционированного доступа. Больше можно узнать по ссылке www.ducom.com/digital



ID	Device	Test Name	Test Date	Test Time	Test Result	Test Status	Test Location	Test Operator
1001	Water Drop Tester (WDE)	WDE Test 1	2023-10-10	10:00	100%	Success	Lab 1	John Doe
1002	Water Drop Tester (WDE)	WDE Test 2	2023-10-10	10:05	100%	Success	Lab 1	John Doe
1003	Water Drop Tester (WDE)	WDE Test 3	2023-10-10	10:10	100%	Success	Lab 1	John Doe
1004	Water Drop Tester (WDE)	WDE Test 4	2023-10-10	10:15	100%	Success	Lab 1	John Doe
1005	Water Drop Tester (WDE)	WDE Test 5	2023-10-10	10:20	100%	Success	Lab 1	John Doe
1006	Water Drop Tester (WDE)	WDE Test 6	2023-10-10	10:25	100%	Success	Lab 1	John Doe
1007	Water Drop Tester (WDE)	WDE Test 7	2023-10-10	10:30	100%	Success	Lab 1	John Doe
1008	Water Drop Tester (WDE)	WDE Test 8	2023-10-10	10:35	100%	Success	Lab 1	John Doe
1009	Water Drop Tester (WDE)	WDE Test 9	2023-10-10	10:40	100%	Success	Lab 1	John Doe
1010	Water Drop Tester (WDE)	WDE Test 10	2023-10-10	10:45	100%	Success	Lab 1	John Doe

ID	Device	Test Name	Test Date	Test Time	Test Result	Test Status	Test Location	Test Operator
1011	Water Drop Tester (WDE)	WDE Test 11	2023-10-10	10:50	100%	Success	Lab 1	John Doe
1012	Water Drop Tester (WDE)	WDE Test 12	2023-10-10	10:55	100%	Success	Lab 1	John Doe
1013	Water Drop Tester (WDE)	WDE Test 13	2023-10-10	11:00	100%	Success	Lab 1	John Doe
1014	Water Drop Tester (WDE)	WDE Test 14	2023-10-10	11:05	100%	Success	Lab 1	John Doe
1015	Water Drop Tester (WDE)	WDE Test 15	2023-10-10	11:10	100%	Success	Lab 1	John Doe
1016	Water Drop Tester (WDE)	WDE Test 16	2023-10-10	11:15	100%	Success	Lab 1	John Doe
1017	Water Drop Tester (WDE)	WDE Test 17	2023-10-10	11:20	100%	Success	Lab 1	John Doe
1018	Water Drop Tester (WDE)	WDE Test 18	2023-10-10	11:25	100%	Success	Lab 1	John Doe
1019	Water Drop Tester (WDE)	WDE Test 19	2023-10-10	11:30	100%	Success	Lab 1	John Doe
1020	Water Drop Tester (WDE)	WDE Test 20	2023-10-10	11:35	100%	Success	Lab 1	John Doe



ВЫСОКОЧАСТОТНАЯ
ВОЗВРАТНО-
ПОСТУПАТЕЛЬНАЯ
УСТАНОВКА

HFRR 4.2



БАЗОВЫЙ ПРИБОР

Дизельное топливо - единственный источник смазки для скользящих частей топливного насоса - важного узла в транспортных средствах с дизельным двигателем. Поэтому срок службы топливного насоса во многом определяется смазывающей способностью дизельного топлива, которая, в свою очередь, зависит от его качества. Качество дизельного топлива может варьироваться в зависимости от нескольких факторов, включая исходную сырую нефть, нефтеперерабатывающий завод, методы хранения и содержание серы. Высокочастотная возвратно-поступательная установка Ducom (HFRR 4.2), как показано на рис. 1, используется для испытаний смазывающих свойств (или коэффициента трения и износостойкости) дизельного топлива в соответствии со стандартами, такими как ASTM D6079 и ISO 12156. Как правило, для определения качества дизельного топлива используется средний диаметр пятна износа (MWSD) на шаре (рис. 2).

Прибор Ducom HFRR 4.2 также может использоваться для экспериментов, выходящих за рамки стандартов ASTM и ISO, поскольку его параметры имеют широкий диапазон, что позволяет проводить индивидуальные испытания.

- Частота: 10 - 200 Гц
- Нагрузка: 1 - 10 Н
- Температура: окружающей среды до 150 °C
- Влажность отн.: 30 - 85%

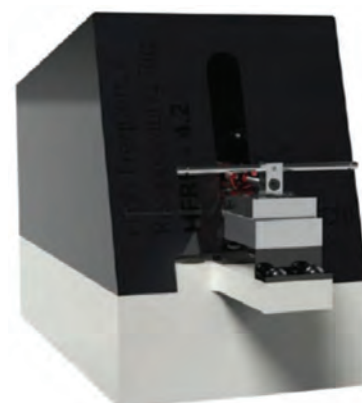


Рис. 1. Механическая часть высокочастотной возвратно-поступательной установки Ducom (HFRR 4.2).

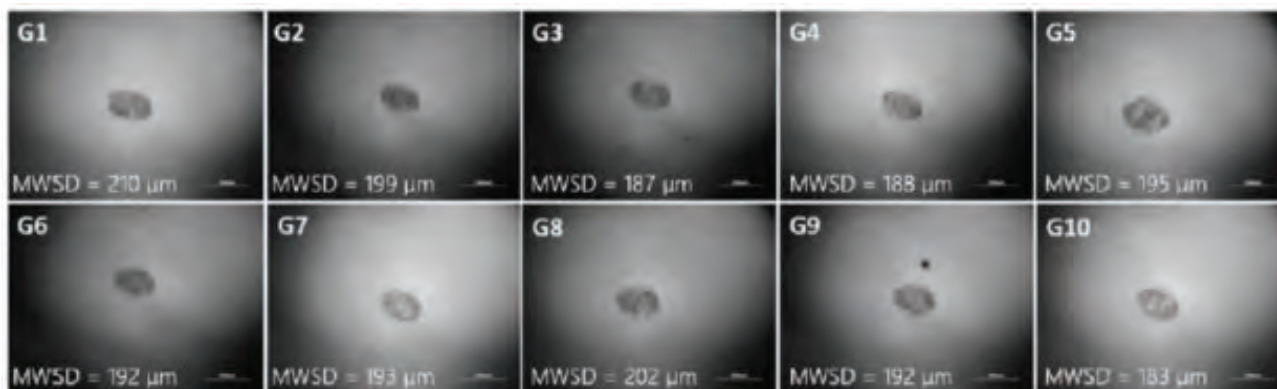


Рис. 2. Профили износа и средний диаметр пятна износа (MWSD) для дизельного топлива, собранного с разных заправок в Гронингене, Нидерланды.

ПРИМЕНЕНИЕ

- Контроль качества дизельного топлива, поставляемого различными НПЗ или другими поставщиками.
- Роль различных видов биотоплива в смазывающей способности дизельного топлива
- Синергетический эффект покрытий и компонентов дизельного топлива в прогнозировании срока службы топливных насосов.
- Проверка диапазона модификаторов вязкости и граничных присадок для улучшения низкой смазывающей способности дизельного топлива с низким содержанием серы
- Смазывающие свойства моторных масел при высоких температурах в зависимости от базового масла, противоизносных присадок и модификаторов вязкости.

ПРИНЦИП РАБОТЫ

Прибор Ducom HFRR - это трибометр типа шар-диск (рис. 3). Основными компонентами прибора HFRR являются главный испытательный модуль HFRR и объединенный блок управления и влажности. HFRR имеет механическую часть, содержащую верхний и нижний образцы, испытательную ванну для пробы топлива при нижнем образце. Подвижный верхний образец представляет собой шар, закрепленный в сепараторе, оказывающий нагрузку на диск с помощью набора грузов. Верхний образец совершает линейное возвратно-поступательное движение с помощью электродинамического вибратора с фиксированной длиной хода 1 мм и переменной частотой возвратно-поступательного движения. Диск закреплен внутри ячейки с жидкостью, которая нагревается снаружи парой резистивных нагревателей. Ячейка с жидкостью соединена с изгибом, несущим пьезоэлектрический датчик, который используется для измерения силы трения, создаваемой на границе раздела шар-диск. Контроллер влажности HFRR управляет влажностью в испытательной камере во время эксперимента. После начала работы состояние воздуха внутри установки контролируется. Осушение воздуха в системе за счет конденсации избыточной влажности воздуха или увлажнения воздуха за счет испарения конденсата или дистиллята обеспечивает постоянное приведение фактического уровня влажности в соответствие с заданным значением за счет циркуляции воздуха между устройством и испытательной зоной. Электронный блок управления контролирует все функции оборудования и выполняет испытания в последовательности, заданной в программном обеспечении.

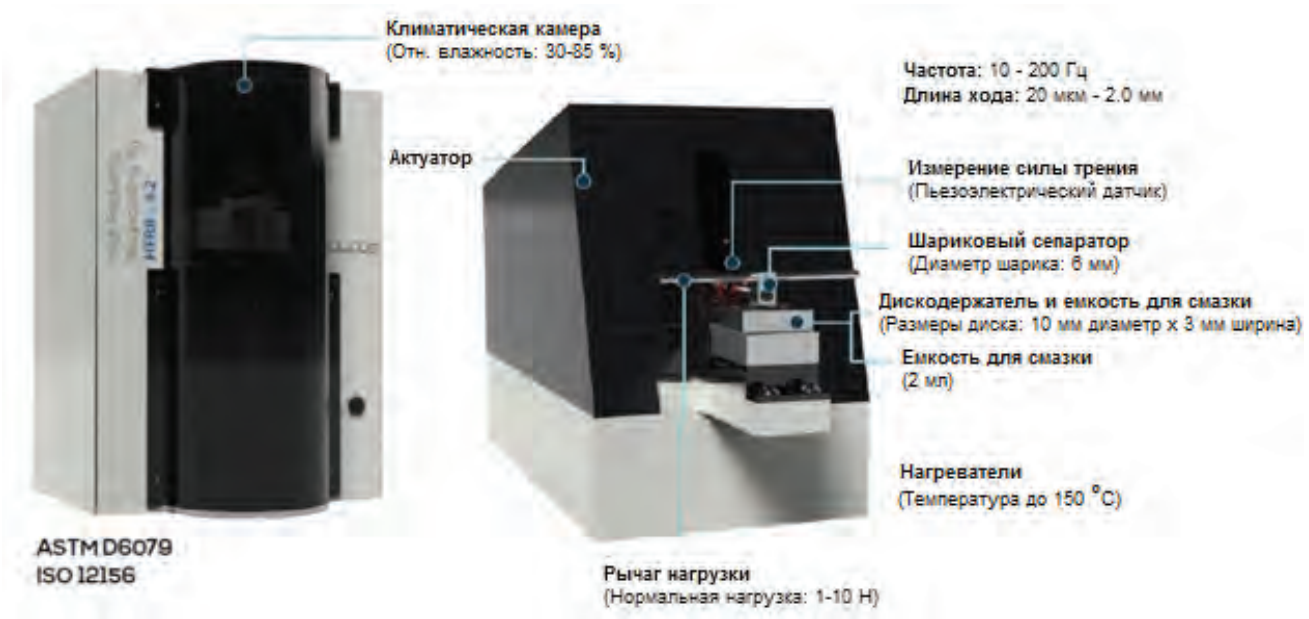


Рис. 3. Схема высокочастотной возвратно-поступательной установки (HFRR 4.2).

ОПЦИОНАЛЬНО

- Система получения изображений
- Высокотемпературный блок
- Измерение сопротивления электрического контакта (ECR)
- Модуль испытания бензина
- Цифровой лаборант МООНА
- Автоматическое прогнозирование следов износа шара с использованием алгоритма машинного обучения AI (Рис. 4)

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Частота	10 - 200 Гц
Длина хода	20 мкм - 2.0 мм
Нормальная нагрузка	0 - 1.0 кг (набор грузов)
Сила трения (макс.)	10.0 Н
Температура	Окр. среды до 150 °С (высокотемп. модуль)
Объем флюида	2 мл
Верхний образец (шарик)	6 мм в диаметре
Нижний образец (диск)	10 мм в диаметре x 3 мм шириной

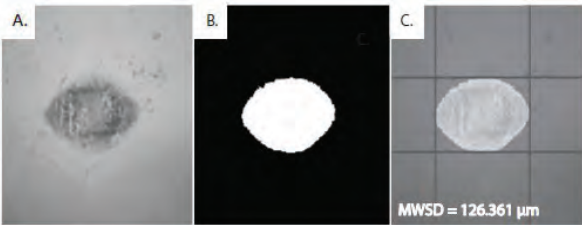


Рис. 4. Прогноз среднего диаметра пятна износа шара, тестируемого в дизельном топливе.
(А) Исходное изображение,
(В) автоматическая маска и
(С) прогноз диаметра пятна износа шара.

О НАС

ООО «ФИАНУМ ЛАБ» занимается разработкой и внедрением современных технологий в сфере лабораторного оборудования, измерительных средств и программного обеспечения в материаловедении и нефтегазовой отрасли.

Профильным направлением деятельности компании является разработка научно-исследовательских и учебных лабораторий нефтегазового и металлургического сектора.

ООО «ФИАНУМ ЛАБ» обладает собственным производством, сервисным центром и штатом технических специалистов, оказывающих консультационную, гарантийную и пост-гарантийную поддержку пользователям. Наличие склада запасных частей в Москве позволяет максимально оперативно обеспечивать пользователей резервными компонентами и запасными частями к оборудованию.



ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ
ДЛЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ
ЛАБОРАТОРИЙ

+7 (495) 109-23-21

info@fianum-lab.com

fianum-lab.com



FIANUM-LAB.COM