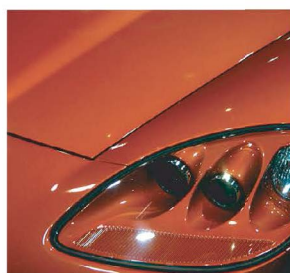
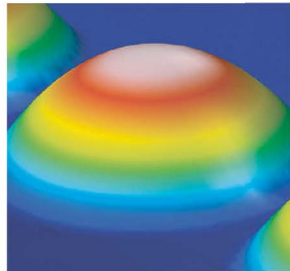
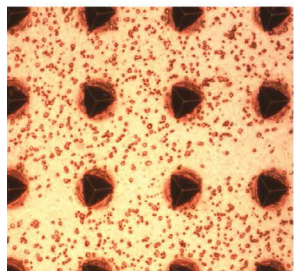
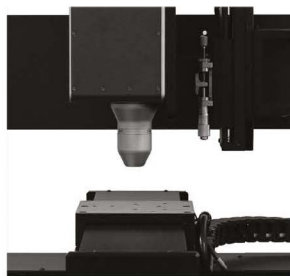
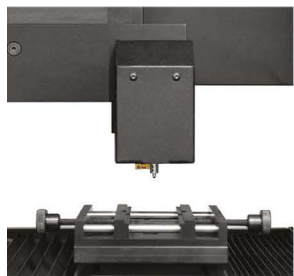


# ФИЗИКА ПОВЕРХНОСТИ

## ТРИБОМЕТРЫ



## ТРИБОМЕТРЫ

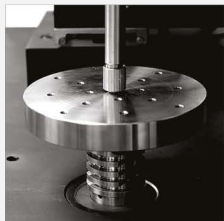
Трибометры Nanovea соответствуют стандартам ISO и ASTM и обеспечивают высокую точность и повторяемость результатов при исследованиях на трение и износ. Трибометры оборудованы высококачественным двигателем с внутренним 20-битным и внешним 16-битным кодировщиками, что обеспечивает широкий диапазон скоростей вращения от 0,01 до 2000 об./мин. Управление с обратной связью позволяет поддерживать скорость вращения с высокой точностью, а также менять ее в процессе испытания ступенчато или в непрерывном режиме. Это особенно удобно для получения непрерывных кривых Штрибека или при изучении статического коэффициента трения. В отличие от систем, в которых используется датчик крутящего момента, в трибометрах Nanovea используется высокоточный датчик нагрузки, который непосредственно измеряет силу трения. Для удовлетворения потребностей в исследовании при различных условиях трибометры могут быть оснащены широким спектром дополнительного оборудования. Чтобы точно измерить объем канавки износа и рассчитать интенсивность износа трибометр может быть оборудован 3D бесконтактным оптическим профилометром, что позволяет производить расчет общего объема износа за всё испытание. Простой и надежный дизайн трибометров Nanovea обеспечивает долгий срок службы в сочетании с невысокой стоимостью исследований.

## T50

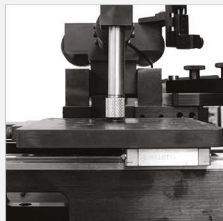
Трибометр T50 имеет диапазон нагрузок от 100 мН до 40 Н. Для обеспечения максимальной жесткости, плавного вращения и долговечности использования все трибометры Nanovea оборудованы 20 мм стальной поверхностью, на которую на высококачественных подшипниках установлен современный двигатель с внутренним 20-битным и внешним 16-битным кодировщиками, что обеспечивает диапазон скоростей вращения от 0,01 до 2000 об./мин. Сила трения измеряется точным датчиком нагрузки, который легко и быстро калибруется. Все трибометры Nanovea оборудованы встроенным охлаждением вала двигателя. Это позволяет охлаждать вал и подшипники двигателя, используя только сжатый воздух при использовании печи для испытаний при высоких температурах.

## ОПЦИИ

Вращение



Линейный



Коррозия



Температура



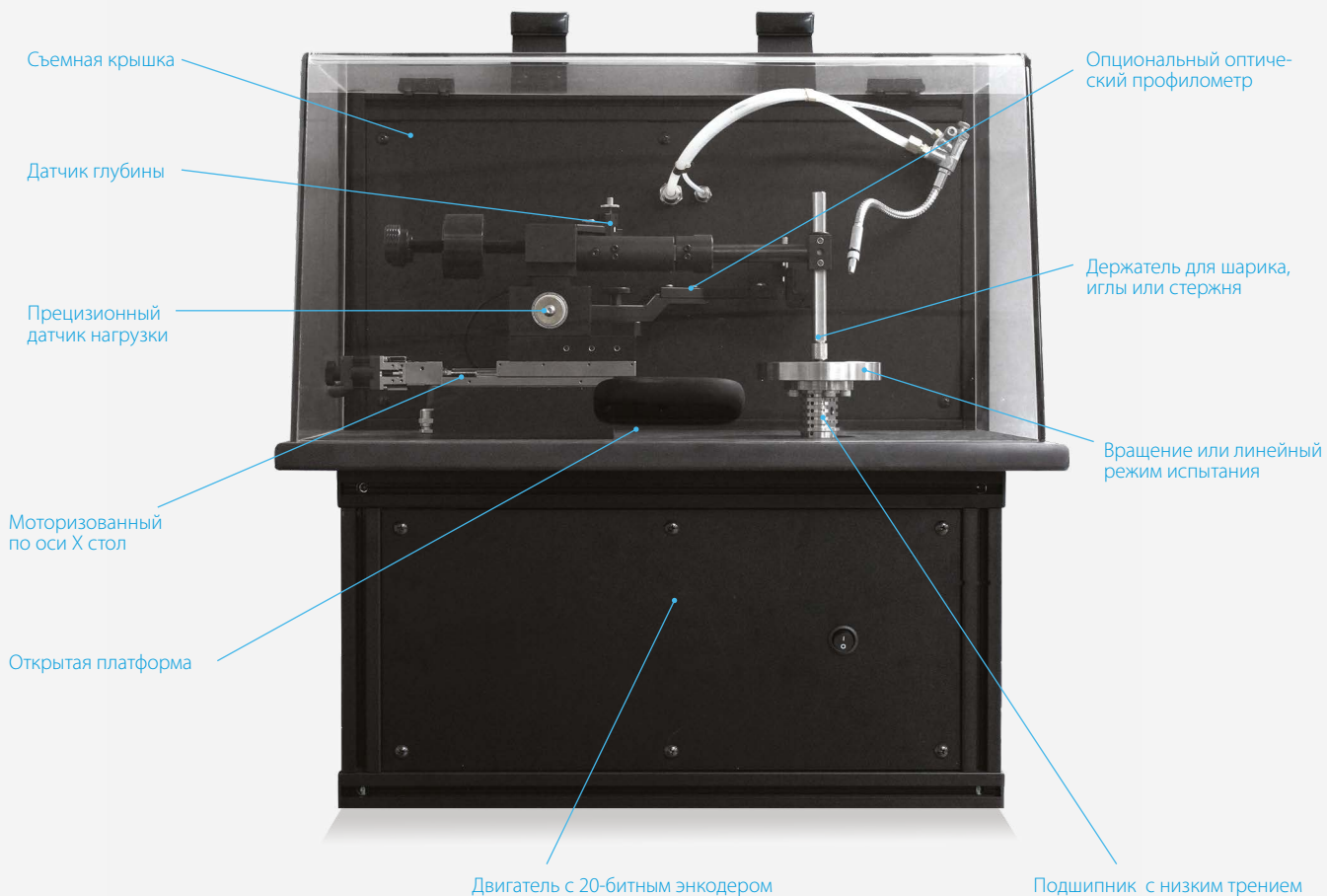
Жидкости



Профилометр



60 x 39 x 62 см



Трибометры T500 оборудованы высококачественным двигателем с внутренним 20-битным и внешним 16-битным кодировщиками, что обеспечивает диапазон скоростей вращения от 0,01 до 2000 об/мин. Кроме того, он обеспечивает максимальный крутящий момент 18 Н\*м на скорости от 0,01 до 1500 об/мин и до 9 Н\*м на высоких скоростях. При высоких нагрузках, до 500 Н, и крайне малой скорости передвижения T500 может быть использован для измерения статического коэффициента трения при высоких контактных давлениях. Как и все трибометры Nanovea, T500 оборудован моторизованным по оси X столом, который используется для автоматического изменения радиуса перед испытанием или во время испытания по типу «зигзаг» или «спираль». Быстрая обратная связь по скорости позволяет поддерживать постоянную линейную скорость при испытаниях по спирали. Дополнительные настройки в стандартном модуле вращения: испытания по типу палец–диск, кольцо по кольцу, 4-шариковое.

ОПЦИИ

Вращение



Линейный



Коррозия



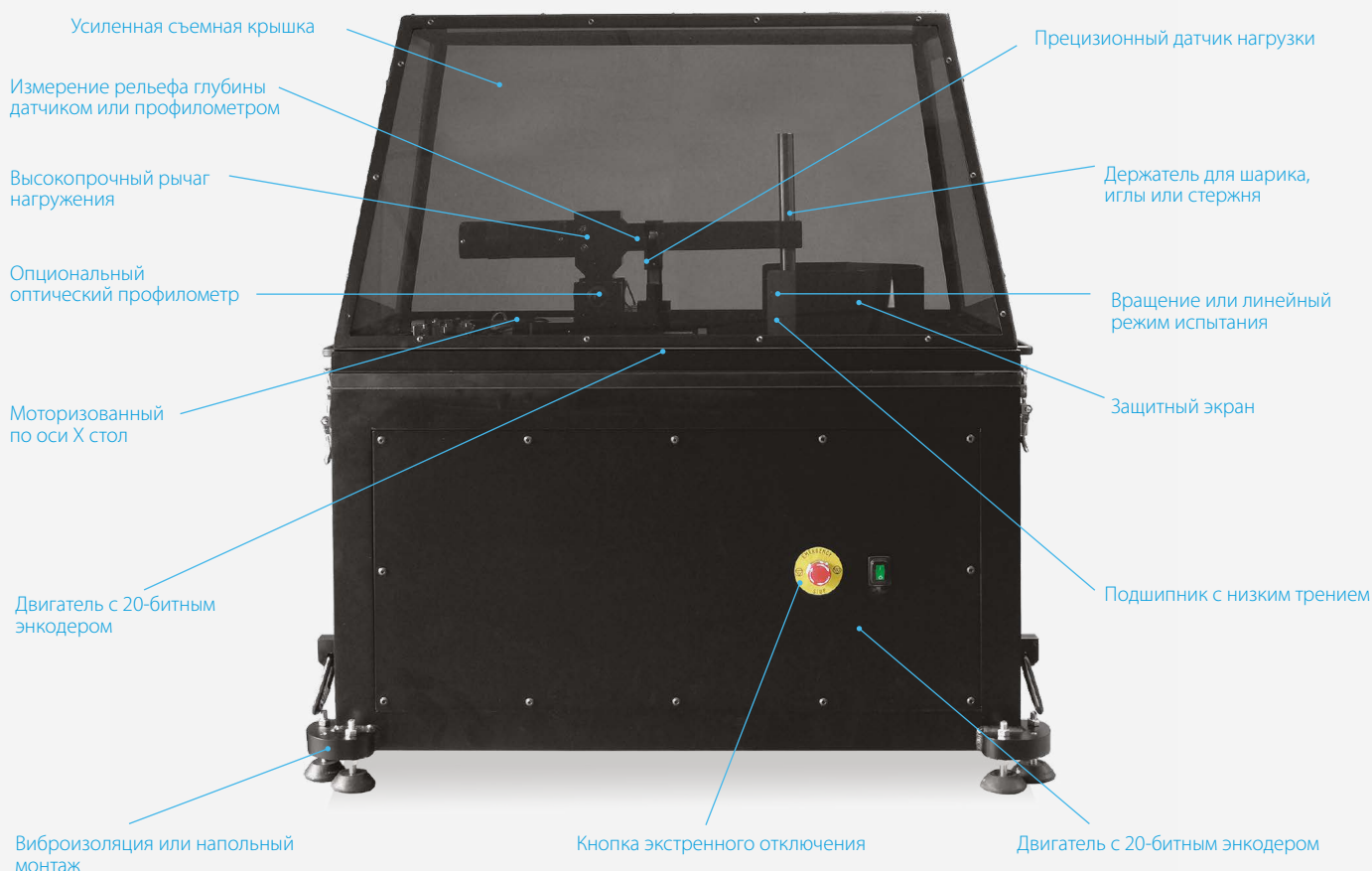
Температура



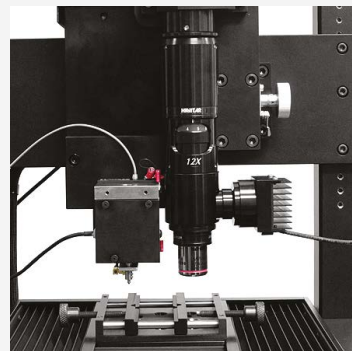
Жидкости



94 x 94 x 58 см



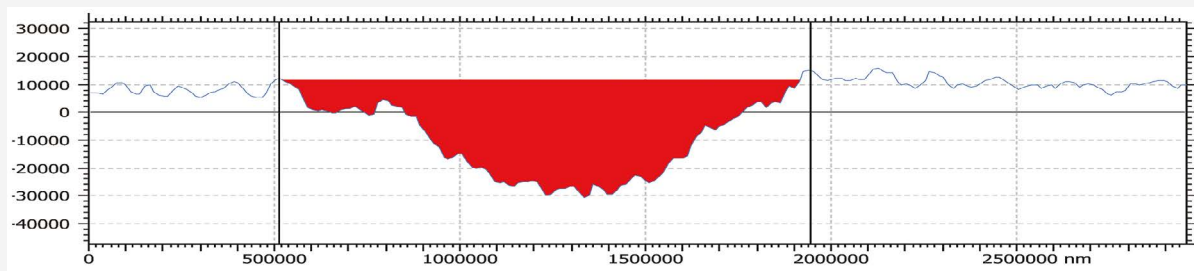
Для точного измерения износа на трибометр может быть установлен 2D или 3D бесконтактный оптический профилометр. Профилометр обеспечивает вычисление объема, в то время как программное обеспечение использует информацию о параметрах теста, чтобы рассчитать точную скорость износа для конкретного теста. Профилометр также может быть использован для измерения шероховатости, размеров и топографии поверхности. Оптический профилометр малочувствителен к степени отражающей способности образца, не требует пробоподготовки и имеет возможность для измерения при больших углах наклона поверхности. В отличие от других оптических методов, оптический профилометр Nanovea обеспечивает возможность измерения параметров любого материала, будь то прозрачный, матовый, зеркальный, диффузионный, полированный или шероховатый. Большой выбор оптических модулей для различных диапазонов измерения по вертикальной оси. Превосходное разрешение по вертикали и латеральное разрешение. Изучение топографии при трибологических исследованиях идеально подходит для определения корреляции между характеристиками поверхности, трением и износом. Кроме того возможно добавить мобильную систему захвата изображения для записи на видео процесса износа. Эта функция особенно полезна для последующего анализа износа поверхности во время реальных испытаний. Оптическая система имеет зум от 10x до 230x.



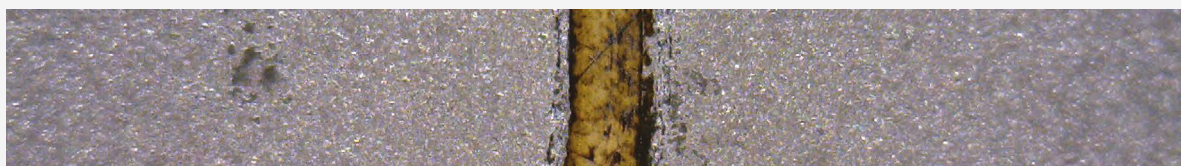
3D-профиль канавки износа



2D-профиль канавки износа



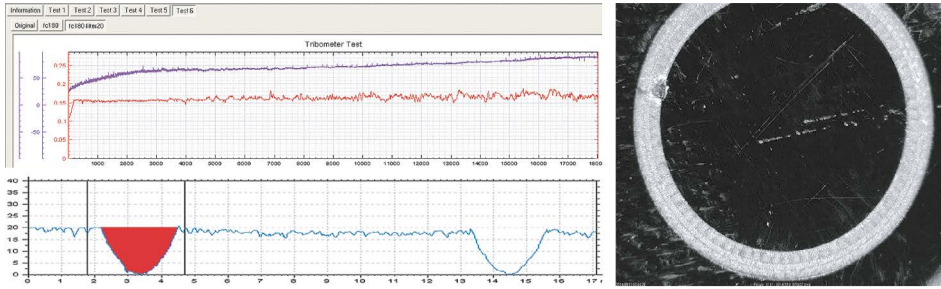
Оптическое изображение канавки износа



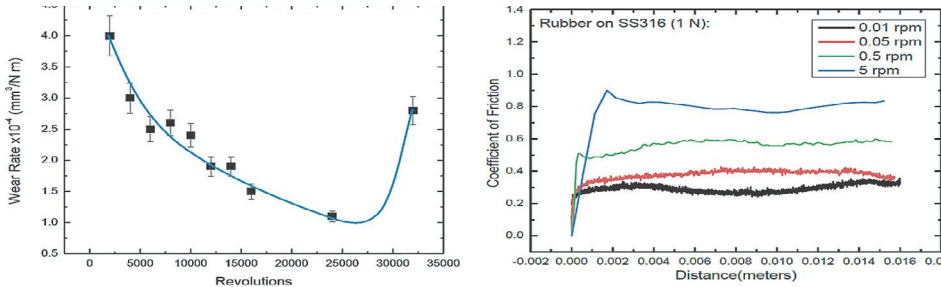
# ИССЛЕДОВАНИЯ ТРЕНИЯ И ИЗНОСА В РЕЖИМЕ ВРАЩЕНИЯ

Трибологические исследования в режиме вращения воспроизводят вращательные движения, которые часто встречаются в реальных механизмах. Контртело в виде шарика, иглы или стержня прикладывается к исследуемому образцу с определенной нагрузкой и на определенном расстоянии от центра вращения. При движении контртело создает канавку износа на образце. Коэффициент трения вычисляется с помощью прецизионного датчика нагрузки. Коэффициент трения может быть определен для любой интересующей точки или зоны на каждом цикле испытаний. Кроме того возможно быстрое и плавное изменение скорости вращения от 0,01 до 2000 об/мин для получения зависимости коэффициента трения от скорости. Скорости до 0,01 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-профиля канавки износа или 3D-профиля. Можно проводить тест по спирали с постоянной линейной скоростью (изменяется скорость вращения образца).

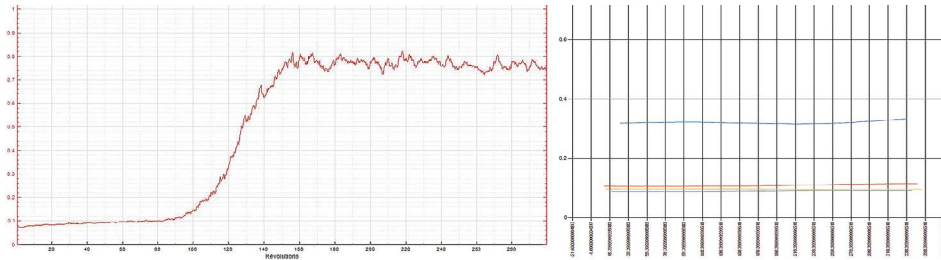
## Коэффициент трения и глубина износа с LVDT-датчика или профиль износа с оптического профилометра



## Зависимость интенсивности износа от времени, квазистатическое изучение трения



## Точное кодирование позиции позволяет строить кривые трение–время для любой позиции и кривые трение–позиция для любого положения (от 0 до 3600)



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 и коррозионные исследования • зависимость трения от скорости • кривая штрибека • твердость при царапании • статический коэффициент трения и другие.

### Возможности программного обеспечения:

- получение кривой Штрибека • экспорт исходных данных и изображений • дисплей реального времени • автоматический отчет • расчет твердости при царапании • запись макросов с изменением скорости • тест по спирали с постоянной линейной скоростью • автоматический расчет износа • псевдолинейный режим (расстояние или угол) • управление скоростью в течение теста 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.

### Дополнительное оборудование:

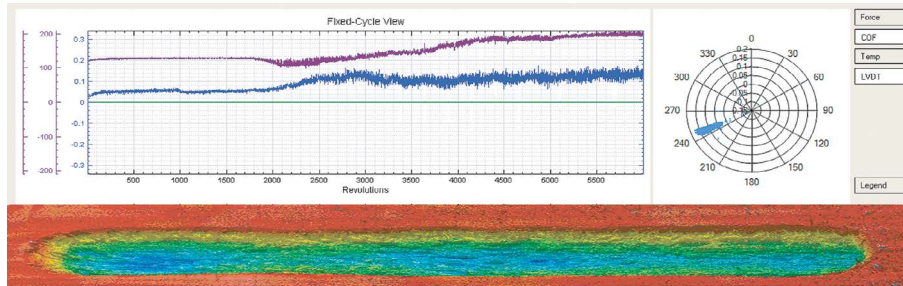
- полностью съемные печи на 1000 °C и 700 °C • емкость для жидкости и емкость для жидкости с нагревом до 150 °C • устройство капельной смазки • контроль влажности • емкость для коррозионных испытаний.

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

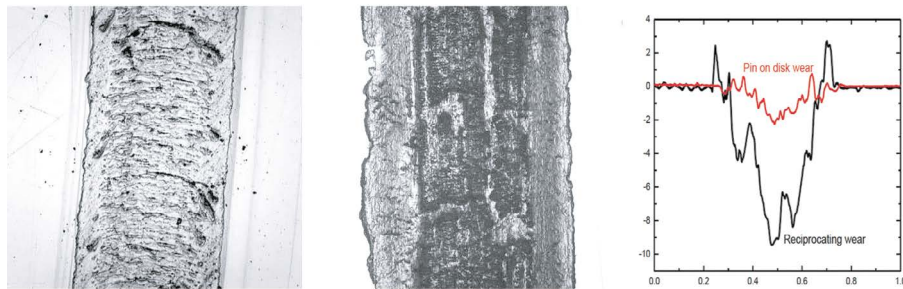
# ИССЛЕДОВАНИЯ ТРЕНИЯ И ИЗНОСА В ЛИНЕЙНОМ РЕЖИМЕ

Тест линейного трения на износ воспроизводит линейное возвратно-поступательное движение, плоский, штыревой или шаровой наконечник нагружается определенным весом. Испытуемые образцы могут иметь различную форму (например, цилиндрическую), если в плоскости имеется плоская зона определенной длины в направлении движения. Длина дорожки может быть отрегулирована до начала измерения. Как только тест начинается, наконечник создает линейную дорожку износа (зигзагообразный рисунок также возможен). Коэффициент трения точно измеряется во время испытания, датчик нагрузки, который легко и быстро откалибровать. Силы трения регистрируются как при движении вперед, так и при движении назад. Скорость движения соответствует синусоидальной волне с максимумом скорости в середине дорожки. Трение поэтому будет меняться в каждой позиции по дорожке в зависимости от скорости и направления движения. Благодаря встроенному 16-битовому внешнему датчику положения, трение может быть отобразено для каждой конкретной точки для каждого прохода. Это важно для точного исследования трения по всей длине теста. Скорости износа для контртела и образца рассчитываются из объема потерянного материала. Длина фреттинг-модуля доступна с частотой более 33 Гц.

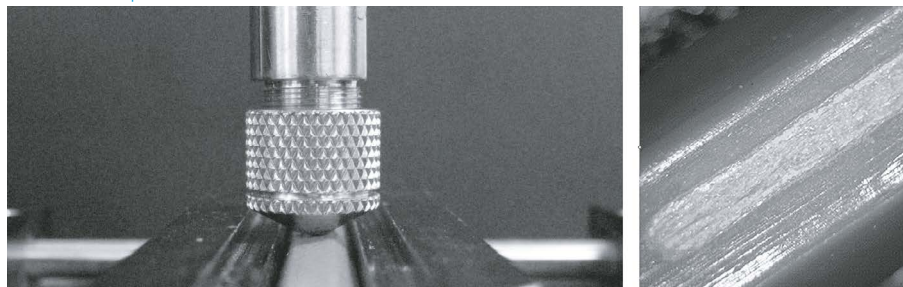
Трение и глубина, совмещенные с 3D-профилем износа



Сравнение износа при разных типах испытаний



Образцы определенного размера и определенной геометрии удобнее исследовать в линейном режиме



Стандарты: • ASTM G133 • ASTM G171 • ASTM F732

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.

Возможности программного обеспечения в режиме «Линейный»:

- экспорт исходных данных и изображений • отображение в реальном времени • автоматический отчет • расчет твердости при царапании • запись макросов с изменением скорости • автоматический расчет износа • управление скоростью • 2D- или 3D-анализ износа 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.

Дополнительное оборудование:

- печь на 350 °С • емкость для жидкости и емкость для жидкости с нагревом до 150 °С
- устройство капельной смазки • контроль влажности • камера с охлаждением до -40 °С • емкость для коррозионных испытаний.

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

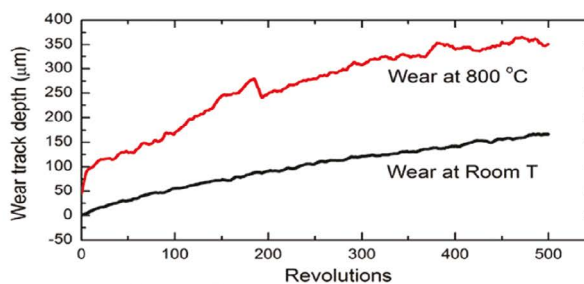
# ИСПЫТАНИЯ ПРИ ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Температура играет важную роль для износа и повреждения материалов. Трибометры Nanovea позволяют проводить исследования износа материалов при повышенных температурах до 950 °С для кругового (вращение) теста и до 350 °С для линейного (линейный) теста. Поставляемые печи обеспечивают равномерную и стабильную температуру вокруг образца. Термопара в печи расположена близко к точке контакта. Для достижения максимальной точности термопара может быть установлена в держатель для непосредственного измерения температуры на поверхности контртела. Печи съемные, что позволяет пользователям выполнять другие виды тестирования путем добавления дополнительных модулей. Блок охлаждения и камера позволяют проводить испытания до температуры -40 °С.

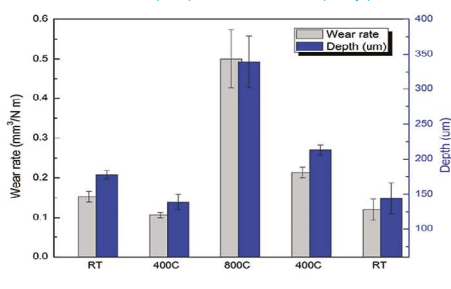
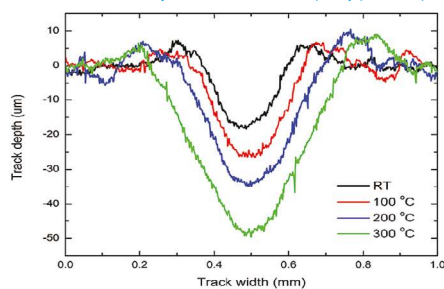
## Исследования при повышенных температурах



## Зависимость износа при различных температурах



## Зависимость глубины от температуры и сравнение износа при разных температурах



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.

### 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.



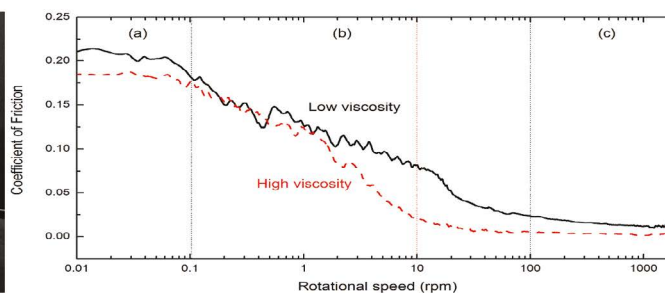
# ИСПЫТАНИЯ В ЖИДКОСТЯХ

Трибометр Nanovea 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 реалистичных условиях. Исследовать износ и трение материалов в жидкости или смазке для различных промышленных применений. Например, биоматериалы для биологических имплантов, таких как суставы, стенты и зубные импланты и др., где требуется превосходная долгосрочная устойчивость и достаточная прочность в жидкой среде. Детали двигателей должны быть защищены правильной смазкой для уменьшения износа и трения, чтобы продлить срок службы. В сочетании с точным контролем скорости и возможностью плавного изменения скорости можно получать кривые Штрибека. Возможен нагрев жидкости до 150 °C. В капельном режиме возможно исследование даже при очень высокой скорости вращения 2000 об/мин.

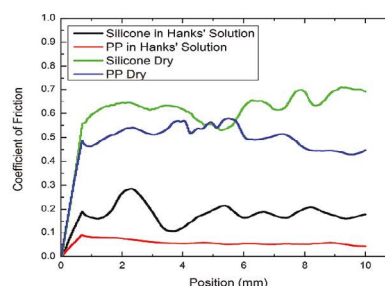
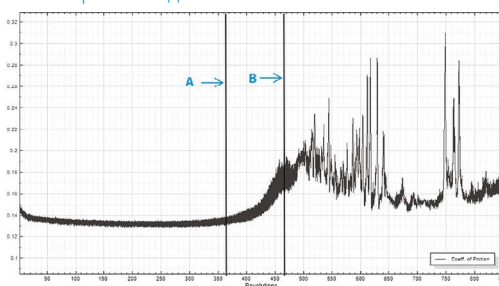
Емкости для испытаний в жидкости для разных типов исследований



Кривые Штрибека



Поведение коэффициента трения на различных этапах и коэффициенты трения разных полимеров в жидкости



Стандарты: • ASTM G99 • ASTM G133

Анализируемые параметры:

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

Возможности программного обеспечения в режиме «Линейный»:

Управление скоростью в процессе испытаний.

Условия окружающей среды:

Различные растворы для имитации реальных условий.

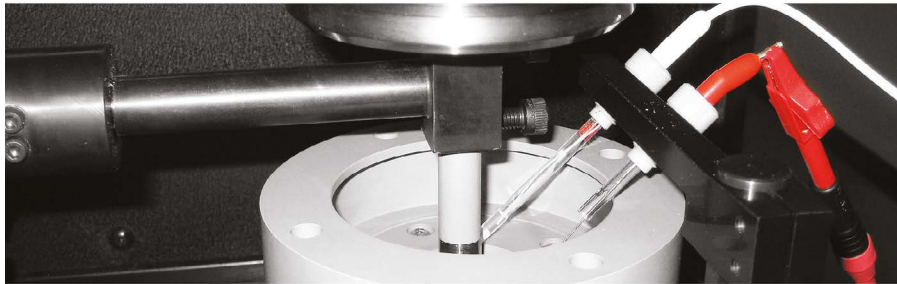
Контртело. Материал—алмаз, карбид вольфрама, сталь и другие материалы:

шар 1, 3, 6 или 10 мм, пользовательский размер шара, плоская поверхность, произвольная геометрия.

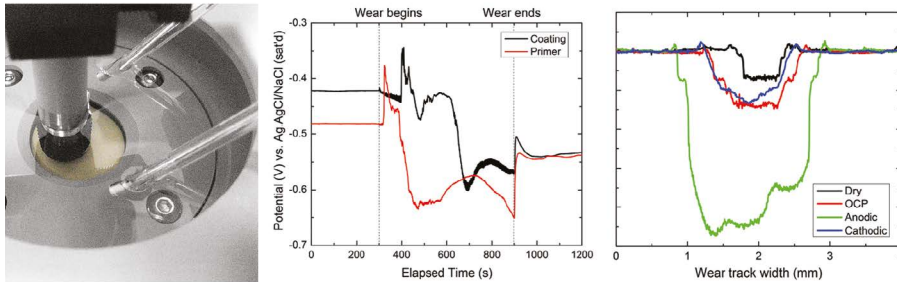
Крепление образцов: тиски, клипсы, пользовательские держатели различной геометрии.

Трибокоррозия – это процесс деградации поверхности в результате одновременного воздействия трибологических и электрохимических факторов в агрессивной среде. Трибокоррозионные исследования износа и коррозии производятся в режиме вращения, и контакт износа полностью погружается в исследуемый электролит. Модуль трибокоррозии представляет собой 3-контактную электрохимическую ячейку, устанавливаемую на предметный столик. Стационарный потенциал цепи измеряется для контроля процесса трибокоррозии. Снижение стационарного потенциала цепи является индикатором разрушения защитных пленок. Изменение коэффициента трения также дает представление о разных стадиях развития износа. Исследования также можно проводить при анодной или катодной поляризации для ускорения или торможения процесса коррозии, для исследования влияния коррозионной реакции на скорость трибокоррозии.

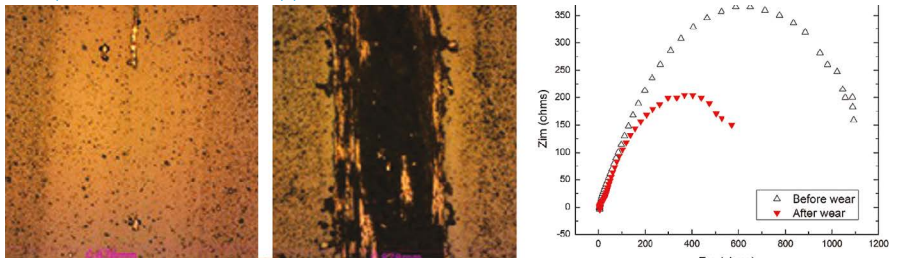
## Исследования трения в коррозионной среде



## Трибокоррозионные исследования при разомкнутой цепи и при анодном/катодном потенциале



## Износ после сухого/коррозионного износа и электрохимическая импедансная спектроскопия до и после коррозии



Стандарты: • ASTM G133

### 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.

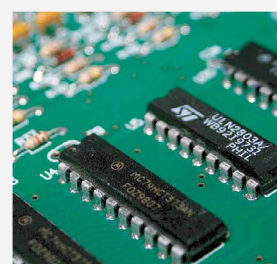
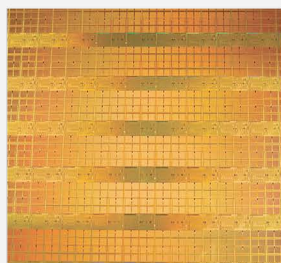
### Контртело. Материал—алмаз, карбид вольфрама, сталь и другие материалы:

шар 1, 3, 6 или 10 мм, пользовательский размер шара, плоская поверхность, произвольная геометрия.

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

## ПРИМЕНЕНИЕ

Трибометр – это необходимый прибор для исследования свойств материалов и покрытий, используемых в различных областях: биотехнологии, производстве строительных материалов, медицине, оптике, лакокрасочной промышленности, фармацевтике, полупроводниковой промышленности, транспорте, производстве инструмента и оборудования и др.



## БАЗА

## T50

## T500

Минимальная/максимальная нагрузка \_\_\_\_\_ 1–40 Н \_\_\_\_\_ 1–200 Н|500 Н  
Сила трения максимальная/уровень шума \_\_\_\_\_ +/-20 Н|0,4 мН \_\_\_\_\_ +/-125 Н|+/-250 Н|5 мН  
Максимальный крутящий момент \_\_\_\_\_ 1,27 Нм \_\_\_\_\_ 7,0 Нм  
Ход моторизованного стола по оси X \_\_\_\_\_ 50 мм \_\_\_\_\_ 50 мм  
Размер \_\_\_\_\_ 60x39x62 см \_\_\_\_\_ 94x94x58 см  
Вес \_\_\_\_\_ 67 кг \_\_\_\_\_ 185 кг

## ВРАЩЕНИЕ

Диаметр диска для крепления образцов \_\_\_\_\_ 100 мм \_\_\_\_\_ 100 мм  
Скорость вращения \_\_\_\_\_ 0,01-2000 об./мин. \_\_\_\_\_ 0,01-2000 об./мин.

## ЛИНЕЙНЫЙ

Линейная скорость \_\_\_\_\_ до 140 мм/с \_\_\_\_\_ до 140 мм/с  
Размах \_\_\_\_\_ 0-25 мм \_\_\_\_\_ 0-25 мм  
Частота при полном размахе \_\_\_\_\_ 2 Гц \_\_\_\_\_ 2 Гц  
Максимальная частота (фреттинг) \_\_\_\_\_ 40 Гц \_\_\_\_\_ 40 Гц

## ИНДУКЦИОННЫЙ ДАТЧИК ГЛУБИНЫ

Максимальный диапазон \_\_\_\_\_ 1 мм \_\_\_\_\_ 1 мм  
Разрешение (уровень шума) \_\_\_\_\_ 0,1 мкм \_\_\_\_\_ 0,1 мкм

## ПЕЧЬ ДЛЯ РЕЖИМА «ВРАЩЕНИЕ»

Максимальная температура \_\_\_\_\_ 1000 °C \_\_\_\_\_ 1000 °C  
Размер печи \_\_\_\_\_ 250x170 мм \_\_\_\_\_ 250x170 мм

## ПЕЧЬ ДЛЯ РЕЖИМА «ЛИНЕЙНЫЙ»

Максимальная температура \_\_\_\_\_ 350 °C \_\_\_\_\_ 350 °C

## ЕМКОСТИ ДЛЯ РАБОТЫ СО СМАЗКОЙ

Внутренний размер емкости для режима «Линейный» \_\_\_\_\_ 45x90x40 мм \_\_\_\_\_ 45x90x40 мм  
Внутренний размер емкости для режима «Вращение» \_\_\_\_\_ 100x30 мм \_\_\_\_\_ 100x30 мм

## НАГРЕВ СМАЗКИ

Максимальная температура \_\_\_\_\_ 150 °C \_\_\_\_\_ 150 °C  
Измерение электрического сопротивления  
Максимальное сопротивление \_\_\_\_\_ 1000 Мом \_\_\_\_\_ 1000 Мом

## ОПТИЧЕСКИЙ ПРОФИЛОМЕТР

Максимальная длина сканирования (диаметр окружности) \_\_\_\_\_ 100 мм \_\_\_\_\_ 100 мм  
Диапазон измерения по оси Z \_\_\_\_\_ 100 мкм|1,5 мм \_\_\_\_\_ 100 мкм|1,5 мм

## ЦИФРОВАЯ КАМЕРА

Разрешение \_\_\_\_\_ 1,3 Мп, 1280x1024 \_\_\_\_\_ 1,3 Мп, 1280x1024  
Увеличение \_\_\_\_\_ 10x-230x \_\_\_\_\_ 10x-230x



117342, Москва,  
ул. Обручева, д. 34/63, стр. 2  
Тел./факс: +7 (495) 781-07-85  
info@melytec.ru

192029, Санкт-Петербург,  
ул. Бабушкина, д. 3, лит. А, оф. 615  
Тел./факс: +7 (812) 380-84-85  
infospb@melytec.ru

620075, Екатеринбург,  
ул. Тургенева, д. 18, оф. 701  
Тел./факс: +7 (343) 287-12-85  
infoural@melytec.ru

03067, Киев, б-р Лепсе,  
д. 4, корп. 1, оф. 308  
Тел.: +38 (044) 454-05-90  
Факс: +38 (044) 454-05-95  
infoua@melytec.ru

[www.melytec.ru](http://www.melytec.ru)

