Anton Paar

(Антон Паар)

Трибометры

Трение, изнашивание и смазка

Уникальное портфолио

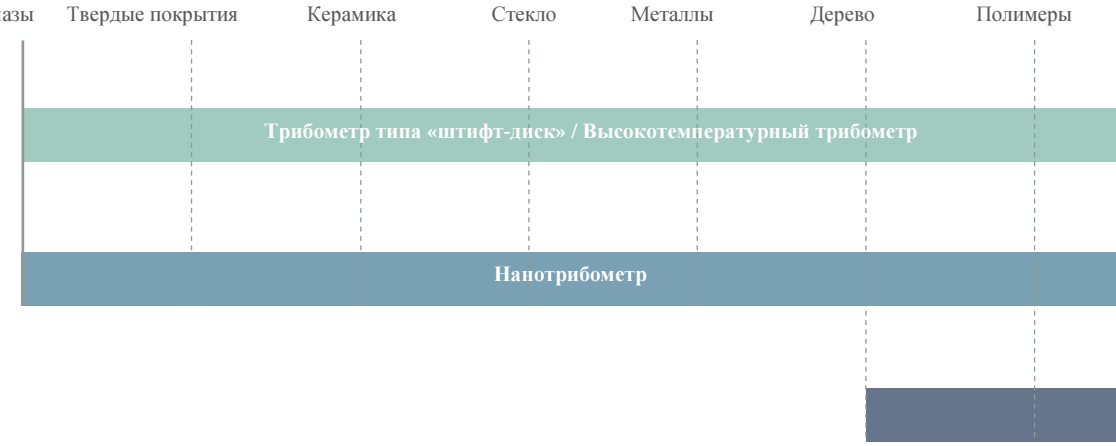
Компания Anton Paar (Антон Паар) занимается разработкой, производством и распространением аналитических приборов, которые используются в процессах исследования, (научных) разработок и контроля качества по всему миру, а также оказывает техническую поддержку.

Портфолио трибометров компании Anton Paar предоставляет Вам широчайший выбор вариантов из доступных на рынке.

Компания Anton Paar разрабатывает и распространяет трибометры уже более 35 лет (ранее – под брендом CSM Instruments [Си-Эс-Эм Инструментс]). Еще одним высококачественным продуктом компании Anton Paar являются трибометры MCR (Эм-Си-Ар, модульный компактный реометр). В конструкции данных приборов используются бесколлекторные приводы постоянного тока (приводы типа EC), которые представляют собой воплощение 20 лет опыта работы в данной отрасли. Данные приборы используются в высокотехнологичных применениях в области исследований и разработок.

Трибология – это наука (раздел физики), посвященная изучению взаимодействия поверхностей при относительном перемещении, а также смежных предметов и процессов. Трибология занимается изучением трения, изнашивания (износа) и смазки.

Трение – это сила, которую можно определить как сопротивление, которое оказывает одно тело при перемещении по нему другого тела. При относительном перемещении двух поверхностей проявляется феномен изнашивания, который заключается в повреждении поверхностей и постепенном уменьшении объема материала (его потере). Чтобы уменьшить потери материала при трении и ущерб от него, для облегчения перемещения между двумя поверхностями размещается тонкий слой газа, жидкости или твердого тела. Этот процесс называется смазкой.



Наиболее значимые факторы влияния

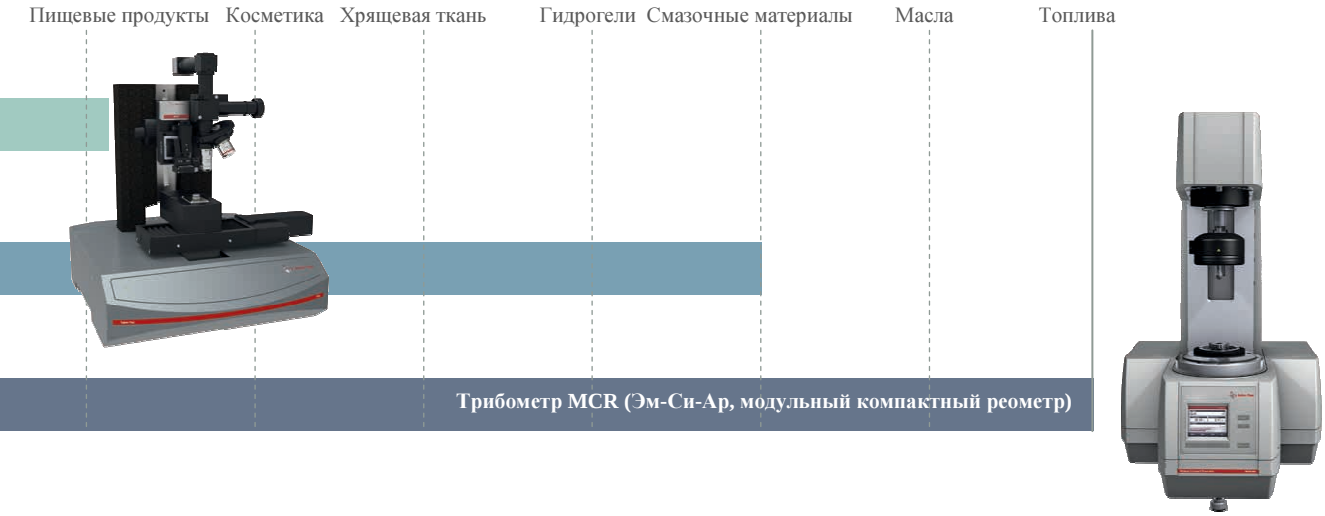
Знание трибологических свойств и параметров материалов, равно как и возможность изменять их, крайне важны для обеспечения корректной эксплуатации. Важно проводить трибологический анализ и испытания (эксперименты) в условиях, имитирующих условия эксплуатации, поскольку на трибологические свойства и параметры материалов влияет множество внешних факторов, таких как:

- Контактное давление
- Вид движения
- Скорость движения
- Длительность испытания
- Температура
- Влажность
- Уровень вакуума
- Состав газов

и многие другие факторы.

Линейка технических решений для проведения трибологических испытаний от компании Anton Paar позволяет проводить испытания и эксперименты в самых различных условиях.

В линейку приборов входят стандартные трибометры типа «штифт-диск», трибометры для работы с наноматериалами, а также для работы в условиях высоких температур, при различной влажности и различном уровне вакуума.



Трибология твердых тел

Условия контактирования

Трибометры Anton Paar представляют собой уникальные фигуры разработаны специально для измерения параметров трения, изнашивания и смазки с высокой степенью точности. В ходе проведения трибологического испытания при контакте двух твердых тел неподвижное тело (также называемое статическим партнером), имеющее форму шара, штифта или плоскую форму, оказывает давление на образец, причем значение прилагаемого усилия точно известно. Статический партнер устанавливается на жесткий кантилевер, который служит для точной передачи усилия без трения. Сила трения вычисляется путем измерения отклонения кантилевера. Степень изнашивания образца и статического партнера вычисляется на основе объема потерь материалов в ходе испытания.

Виды перемещений

Трибометры Anton Paar способны обеспечивать вращательное, линейное возвратно-поступательное и вращательное возвратно-поступательное движение благодаря различным режимам работы. Таким образом, приборы позволяют выполнять симуляцию различных видов движения, характерных для тех или иных условий эксплуатации. Более того, уникальный режим работы приборов, создающий вращательное возвратно-поступательное движение, позволяет компенсировать погрешность измерений, вызванную несовпадением (отклонением от) векторов (осей) нагрузки и осей вращения.

Условия окружающей среды

Стандартные трибометры типа «штифт-диск» от компании Anton Paar оснащены специальными камерами, которые позволяют поддерживать заданный уровень влажности и/или состав газов в атмосфере камеры в ходе проведения измерения. Специальные камеры для поддержания заданного уровня влажности и уровня вакуума позволяют контролировать условия окружающей среды во время проведения испытаний с непревзойденной точностью. Для проведения испытаний в экстремальных условиях доступны варианты (исполнения) приборов, предназначенные для работы в условиях высоких и низких температур.

Индивидуализированные технические решения

Трибометры Anton Paar можно с легкостью адаптировать под любые технические нужды заказчика. В число индивидуализированных технических решений входят функции измерения глубины следа износа при работе, профилометрия (при работе), а также функции измерения сопротивления электрических контактов, трибокоррозионные измерения, прецизионное нагревание и охлаждение, проведение испытаний с жидкостями и многое другое.

Международные стандартны

Трибометры Anton Paar полностью соответствуют требованиям стандартов ASTM G99, G133 и DIN 50324

Приборы, использующиеся в трибологии твердых тел

Нанотрибометр (NTR^3)

Нанотрибометр NTR^3 предназначен для исследования взаимодействия поверхностей при крайне низком контактном давлении, в особенности в случае необходимости анализа мягких материалов. Конструкция нанотрибометра NTR^3 представляет собой сочетание разрешения атомно-силового микроскопа (АСМ) с надежностью и устойчивостью двойного кантилевера-передатчика с четырьмя балками (опорами). Данный прибор позволяет перенести испытания, проводимые при помощи испытанной технологии трибометров типа «штифт-диск» в новое измерение – измерение нанотрибологии.

Уникальные характеристики

- Уникальная конструкция двойного кантилевера-передатчика усилия с четырьмя балками (опорами) позволяет минимизировать погрешность сигнала, вызванную изгибанием/скручиванием
- Два независимых (автономных) емкостных датчика высокого разрешения для измерения нормальной (перпендикулярной) нагрузки и силы трения
- Прецизионная регулировка нормального усилия в диапазоне от 5 мкН до 1000 мН осуществляется при помощи пьезопривода с крайне быстродействующим контуром обратной связи
- Доступные виды движения образца: вращательное, линейное возвратно-поступательное и вращательное возвратно-поступательное
- Модуль видеомикроскопа (доп. опция) позволяет с легкостью анализировать дефекты следа изнашивания

Трибометр типа «штифт-диск» (TRB)

За прошедшие 35 лет трибометры типа «штифт-диск» от компании Anton Paar были установлены более чем в 1000 точек по всему миру, что позволяет назвать данные приборы фактическим стандартом в сфере измерения параметров трения, изнашивания и смазки. Широкий диапазон параметров испытаний, геометрических особенностей контактирующих тел (геометрий контакта) и создаваемых условий окружающей среды позволяет пользователям проводить трибологические испытания путем симуляции условий эксплуатации.

Уникальные характеристики

- Конструкция прибора позволяет автономно прикладывать нормальное усилие и измерять силу трения (два процесса протекают независимо друг от друга), что в свою очередь позволять избежать взаимного влияния различных сил друг на друга
- Измерение силы трения выполняется при помощи высокоточного линейного эластичного манипулятора
- Сдвоенные датчики для считывания силы трения (доп. опция) позволяют минимизировать погрешность при измерении силы трения, вызванную температурным дрейфом
- Доступные виды движения образца: вращательное, линейное возвратно-поступательное и вращательное возвратно-поступательное
- Прибор соответствует требованиям стандартов ASTM G99, ASTM G133 и DIN 50324

Приборы, использующиеся в трибологии твердых тел

Высокотемпературный трибометр (THT 800 ºC)

Анализ параметров трения и изнашивания различных материалов в условиях работы при повышенных температурах приобретает все большую важность, в особенности в сфере разработки и контроля качества режущих инструментов, двигателей внутреннего сгорания и силовых установок (энергоагрегатов). Компания Anton Paar может предложить линейку высокотемпературных трибометров, разработанных специально для проведения испытаний материалов в указанных условиях. Данные приборы позволяют выполнять равномерный нагрев образца и осуществлять регулировку температуры в диапазоне до 800 ºC с высокой точностью, что в свою очередь позволяет выполнять симуляцию различных условий эксплуатации, характерных для тех или иных материалов.

Уникальные характеристики

- Сдвоенные датчики для считывания силы трения позволяют минимизировать погрешность при измерении силы трения, вызванную температурным дрейфом
- Кольцевой нагревательный элемент и система водяного охлаждения позволяют выполнять равномерный нагрев образца и осуществлять регулировку температуры в диапазоне до 800 ºC с высокой точностью
- Конструкция прибора позволяет автономно прикладывать нормальное усилие и измерять силу трения (два процесса протекают независимо друг от друга), что в свою очередь позволять избежать взаимного влияния различных сил друг на друга
- Измерение силы трения выполняется при помощи высокоточного линейного эластичного манипулятора
- Прибор соответствует требованиям стандартов ASTM G99, ASTM G133 и DIN 50324

Высокотемпературный трибометр (THT 1000 ºC)

Благодаря уникальной компоновке двух нагревательных элементов трибометр THT 1000 ºC позволяет достичь нового уровня надежности и стабильности при проведении трибологических испытаний и анализов в условиях высоких температур. Дифференциальное измерение силы трения позволяет обеспечить пренебрежительно малые колебания сигнала при экстремально высоких температурах. Надежная конструкция статического партнера и держателей образца позволяет пользователям проводить трибологические испытания без особых усилий (даже при температуре в 1000 ºC).

Уникальные характеристики

- Сдвоенные датчики для считывания силы трения позволяют минимизировать погрешность при измерении силы трения, вызванную температурным дрейфом
- Сочетание двух нагревательных элементов (верхнего и кольцевого) с системой водяного охлаждения позволяет выполнять равномерный нагрев образца и осуществлять регулировку температуры в диапазоне до 1000 ºC с высокой точностью
- Конструкция прибора позволяет автономно прикладывать нормальное усилие и измерять силу трения (два процесса протекают независимо друг от друга), что в свою очередь позволять избежать взаимного влияния различных сил друг на друга
- Измерение силы трения выполняется при помощи высокоточного линейного эластичного манипулятора
- Прибор соответствует требованиям стандартов ASTM G99, ASTM G133 и DIN 50324

Приборы, использующиеся в трибологии твердых тел

Вакуумный трибометр / Высокотемпературный вакуумный трибометр (V-TRB / V-THT)

Вакуумные трибометры компании Anton Paar предназначены для создания заданного уровня вакуума (до 10^{-7} мбар) или атмосферы с заданным составом газов для целей изучения параметров трения и изнашивания материалов при комнатной или повышенной температуре. Профессиональная система создания вакуума позволяет пользователю создавать заданные атмосферные условия с высокой степенью точности, управляемости и надежности.

Уникальные характеристики

- Регулировка уровня форвакуума/первичного вакуума (10^{-2} мбар) и вторичного вакуума (10^{-7} мбар)
- Прибор позволяет смешивать до трех различных газов, обеспечивая при этом прецизионное управление давлением и массовым расходом по обратной связи
- Конструкция прибора позволяет автономно прикладывать нормальное усилие и измерять силу трения (два процесса протекают независимо друг от друга), что в свою очередь позволять избежать взаимного влияния различных сил друг на друга
- Измерение силы трения выполняется при помощи высокоточного линейного эластичного манипулятора
- Прибор соответствует требованиям стандартов ASTM G99, ASTM G133 и DIN 50324

Трибометр с функцией регулировки относительной влажности (RH-TRB)

Высококачественная камера с функцией регулировки относительной влажности от компании Anton Paar представляет собой уникальное техническое решение, предназначенное для симуляции трения и изнашивания при различных уровнях влажности и значениях температуры. Влажность и температура равномерно распределяются внутри камеры. Данный прибор позволяет с легкостью изучать те трибологические свойства и параметры материалов, которые зависят от влажности воздуха.

Уникальные характеристики

- Камера регулировка влажности имеет двойные стенки с теплоизоляцией, что позволяет гарантировать равномерное создание относительной влажности в диапазоне от 15% до 95% (без конденсации)
- Равномерное распределение температуры внутри камеры (диапазон рабочих температур: от 10 ºC до 40 ºC)
- Конструкция прибора позволяет автономно прикладывать нормальное усилие и измерять силу трения (два процесса протекают независимо друг от друга), что в свою очередь позволять избежать взаимного влияния различных сил друг на друга
- Измерение силы трения выполняется при помощи высокоточного линейного эластичного манипулятора
- Прибор соответствует требованиям стандартов ASTM G99, ASTM G133 и DIN 50324

Трибология жидкостей

Выбор исследователя: трибометр MCR

Компания Anton Paar создала уникальный трибометр MCR (трибометр на основе модульного компактного реометра), который стал воплощением многолетнего опыта в сфере разработки и производства высокоточных реометров.

Трибометр MCR расширяет диапазон возможных трибологических испытаний, открывая совершенно новые диапазоны измерений. Данный прибор позволяет пользователям выполнять анализ параметров трения, изнашивания и смазки на основе результатов, получение которых ранее не представлялась возможным. Проведение измерений при помощи данного прибора позволяет получить более достоверный и воспроизводимый результат быстрее, чем в случае работы с любой другой аналогичной системой.

Все важные параметры (такие как скорость, положение (позиция), температура, влажность, сила (усилие) и вид материала) можно предустановить (задать заранее). Трибометр MCR открывает практически безграничные возможности в сфере воздействия на трибологические системы, а также обнаружения и отображения их реакций на оказываемое воздействие.

Трибометр MCR позволяет Вам:

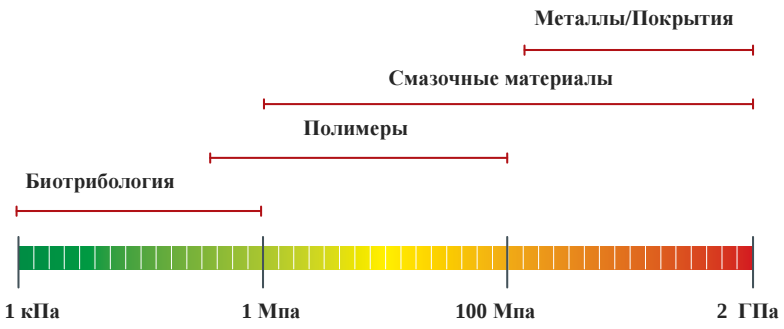
- Выполнять симуляцию (имитацию) реальных трибологических систем
- Классифицировать материалы и виды смазок
- Исследовать трибологические явления, параметры и взаимодействия

Виды геометрий контакта

плоскость/плоскость | линия/плоскость | точка/плоскость | точка/точка | шариковый подшипник

Управление условиями контактирования

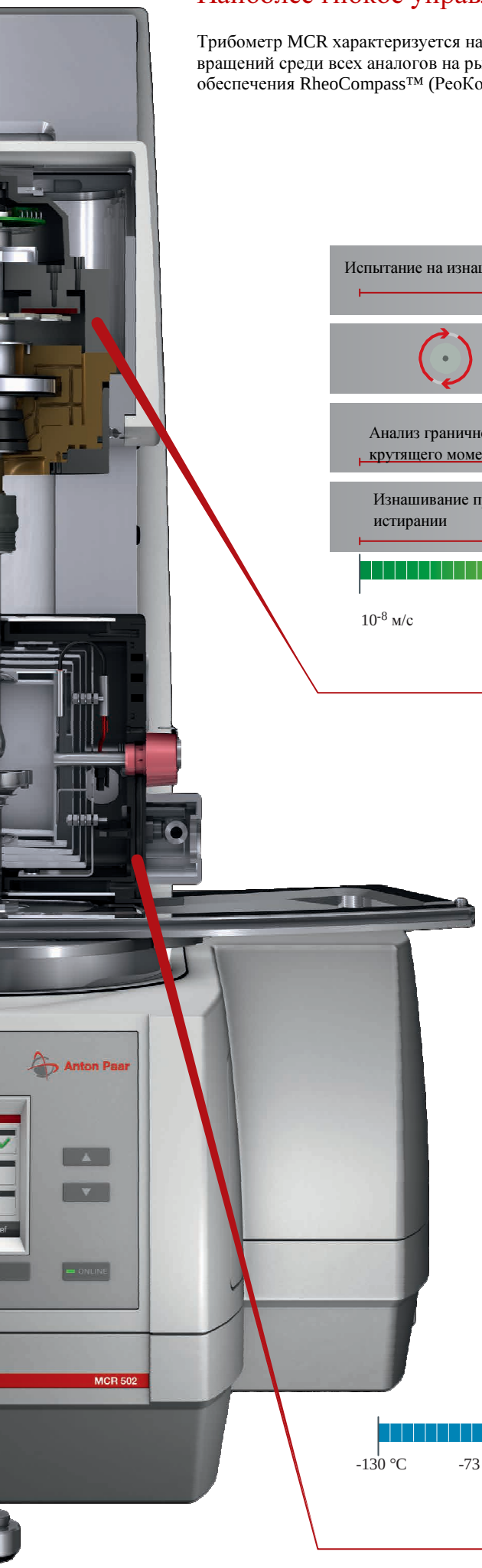
Вы можете изменить конфигурацию Вашего трибометра MCR при помощи различных держателей для образцов и измерительных приборов. Это позволит Вам получать значимые и достоверные результаты при каждом измерении, пользуясь преимуществами, которые дает разработка данного прибора в тесном сотрудничестве с партнерами компании в сфере исследований, а также промышленных партнеров. Доступны варианты измерительных систем, которые можно применять для работы как с моделями трибологических систем, так и с отдельными компонентами, например, подшипниками и индивидуализированными техническими решениями. Все это позволяет подстроить Ваш прибор под конкретные нужды. Прибор позволяет проводить испытания на материалах со смазкой и без нее, а также обеспечивает эффективный анализ смазки даже при малом ее количестве. Анализ различных видов геометрий контакта (точка, линия, плоскость и их сочетания) можно проводить в любой последовательности. Для этого достаточно заменить держатель образца на необходимый. Кроме того, прибор может быть оснащен дополнительными компонентами, предназначенными для проведения оптических и электрических испытаний.

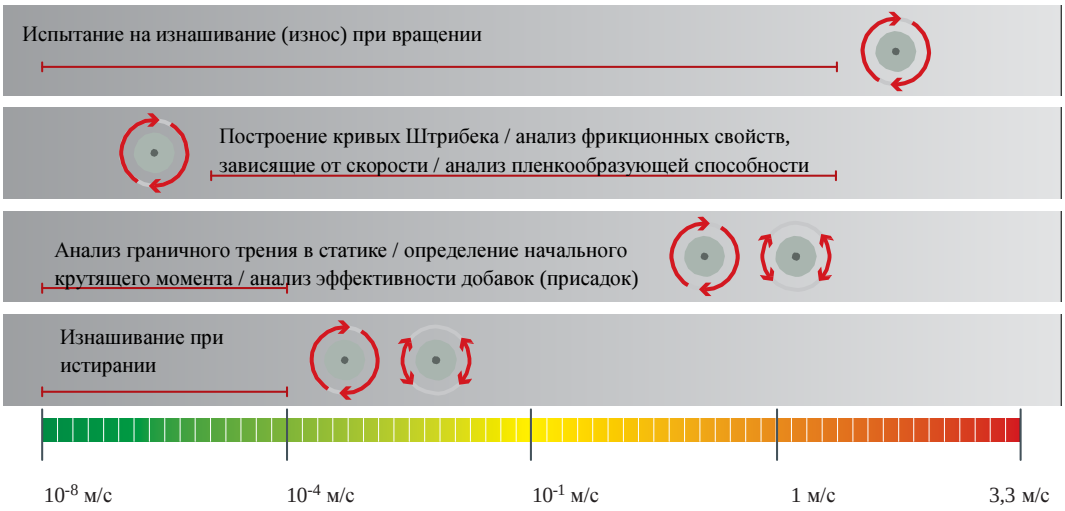


Контактное давление

Наиболее гибкое управление движением

Трибометр MCR характеризуется наиболее широким диапазоном скорости и наиболее высокой точностью колебаний и вращений среди всех аналогов на рынке. Функции данного прибора легко использовать при помощи программного обеспечения RheoCompass™ (РеоКомпас)

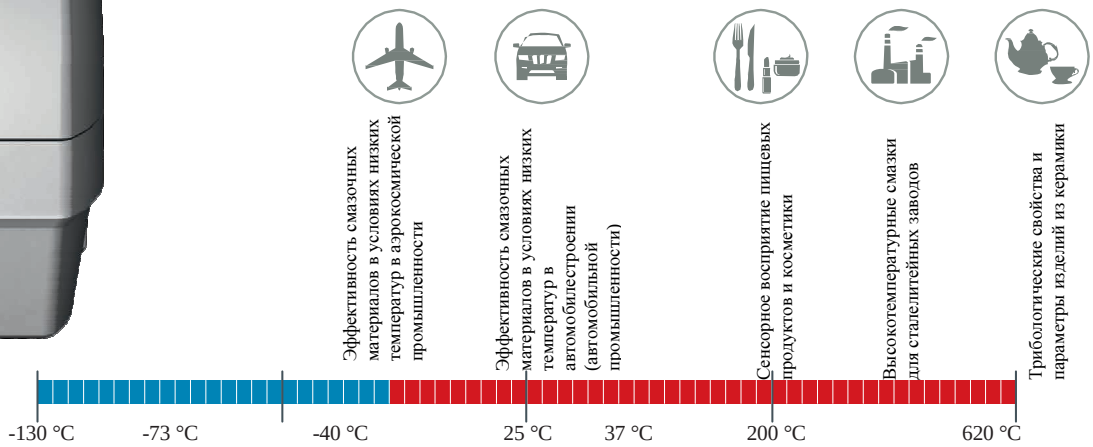




Скорость скольжения

Управление условиями окружающей среды

Данный прибор позволяет быстро и точно регулировать температуру и относительную влажность для целей симуляции реальных условий эксплуатации в рамках конкретного применения и получения значимых результатов измерений. Это становится возможным благодаря малому свободному пространству, а также использованию в конструкции прибора высокотехнологичных элементов Пельтье, конвекционных устройств регулировки температуры, а также генераторов влажности.



Температура

Спецификации: Трибометры типа «штифт-диск»

	Нанотрибометр (NTR^3)	Стандартный трибометр (TRB)	Высокотемпературный трибометр (THT)
Диапазон нормальной силы	от 5 мкН до 1000 мН*	до 60 Н	до 60 Н
Разрешение (шаг) нормальной силы	0,003 мкН*	10 мН	10 мН
Диапазон силы трения	от 5 мкН до 1000 мН*	до 10 Н (доп. опция: 20 Н)	до 10 Н (доп. опция: 20 Н)
Разрешение (шаг) силы трения	0,006 мкН*	0,003 мН	0,003 мН
Вращательное движение			
Скорость	от 1 об/мин до 200 об/мин	от 0,3 об/мин до 600 об/мин (доп. опция: 1500 об/мин)	от 0,3 об/мин до 600 об/мин (доп. опция: 1500 об/мин)
Радиус	от 100 мкН до 20 мм	от 0,5 мм до 35 мм	от 0,5 мм до 35 мм
Максимальный крутящий момент	-	450 мН·м	450 мН·м
Линейное возвратно-поступательное движение[1)]			
Длина хода	до 5 мм**	до 60 мм	-
Скорость	до 26,6 мм/с**	до 370 мм/с	-
Частота	от 0,01 Гц до 10 Гц**	от 0,01 Гц до 10 Гц	-
Вращательное возвратно-поступательное движение[2)]			
Скорость	от 1 об/мин до 200 об/мин	от 0,3 об/мин до 600 об/мин (доп. опция: 1500 об/мин)	от 0,3 об/мин до 600 об/мин (доп. опция: 1500 об/мин)
Частота	-	от 0,01 Гц до 7 Гц	от 0,01 Гц до 7 Гц
Угловая амплитуда	от ±10° до ±150°	от ±10° до ±150°	от ±10° до ±150°
Угловое разрешение (шаг)	0,1°	0,1°	0,1°
Дополнительные опции			
Измерение глубины изнашивания (износа) при работе	до 250 мкН	до 1,2 мм	до 1,2 мм
Нагревательная способность (мощность нагрева)	-	до 450°C в сухом (твердом) состоянии до 150°C в жидком состоянии	до 1000°C
Сопротивление электрических контактов	до 1000 Ом	до 1000 Ом	до 1000 Ом
Уровень вакуума	-	до 10-7 мбар	до 10-7 мбар
Относительная влажность	-	от 15% до 95%	от 15% до 95%

* Рабочие диапазоны (спецификации) нормальной нагрузки и силы трения нанотрибометра зависят от выбора кантилевера (кроме стандартного исполнения, доступны исполнения кантилевера с высоким разрешением, а также исполнения для работы с повышенными нагрузками)
** Характеристики (спецификации) линейного возвратно-поступательного движения нанотрибометра зависят от различных линейных параметров, определенных для данного этапа анализа/исследования

1) Характеристики (спецификации) линейного возвратно-поступательного движения определяются сочетанием длины хода, частоты и массы, определенных для данного этапа анализа/исследования
2) Характеристики (спецификации) вращательного возвратно-поступательного движения определяются сочетанием угловой амплитуды, частоты и массы, определенных для данного этапа анализа/исследования

Характеристики программного обеспечения:

- Непрерывное получение данных о силе трения в ходе измерения в реальном времени
- Для каждого измерения можно задать параметры скорости и нормальной силы (изменяются пошагово)
- Для каждого измерения можно задать пользовательскую последовательность испытаний
- Регулируемая частота получения данных (до 400 Гц) позволяет записывать данные о силе трения и фрикционных взаимодействиях с высокой степенью точности
- Программное обеспечение нагрузки по Герцу (нагрузки при механическом контакте): расширенный выбор параметров для проведения трибологических анализов и испытаний
- Режим многоциклового углового (вращательного) возвратно-поступательного движения позволяет компенсировать погрешность измерений, вызванную несовпадением (отклонением от) векторов (осей) нагрузки и осей вращения
- Автоматическая защита от превышения (заданных параметров) силы трения и коэффициента трения
- Автоматическая калибровка силы трения, скорости вращения и радиуса измерений
- Автоматическое создание отчетов по набору измерений

Спецификации: Трибометры MCR

Трибометр MCR (базовая комплектация)				
Способ регулировки температуры	Элемент Пельтье			Электрический
Измерительная камера	T-PTD200	T-PID/44	T-BTP	
Условия окружающей среды (окружения)				
Диапазон температур	от -40 °C до 200 °C	от -30 °C до 190 °C	от -20 °C до 180 °C	от-150 °C до 450 °C
Относительная влажность	-	-	от 5 % до 95 %	-
Уровень вакуума	-	-	-	-
Условия контактирования				
Диапазон нормальной силы	от 1 Н до 50 Н	от 0,7 Н до 50 Н	от 0,1 Н до 70 Н	
Разрешение (шаг) нормальной силы	0,005 Н			
Виды геометрии контакта	Точка, подшипник	Точка, линия, плоскость	Точка, подшипник	
Параметры движения				
Непрерывное вращение				
Диапазон скорости	от 10^{-6} об/мин до 3000 об/мин	от 10^{-6} об/мин до 1000 об/мин	от 10^{-6} об/мин до 3000 об/мин	
Диапазон скорости скольжения	от 10^{-8} м/сек до 3,3 м/сек	от 10^{-8} м/сек до 2,3 м/сек	от 10^{-8} м/сек до 1,4 м/сек	
Диапазон крутящего момента	от 1 нН·м до 300 мН·м			
Разрешение (шаг) крутящего момента	от 1 нН·м			
Диапазон силы трения	от 250 нН·м до 120 Н			
Разрешение (шаг) силы трения	1 нН·м			
Возвратно-поступательное (колебательное) движение				
Частота	от 10^{-7} Гц до 100 Гц			
Угловая амплитуда	от 1 мкрад до ∞ мкрад			
Угловое разрешение (шаг)	10 нрад			
Линейное возвратно-поступательное движение	-	-	-	-
Дополнительные параметры				
Мин. глубина изнашивания (износа) при работе	0,65 мкм			

Характеристики программного обеспечения трибометра MCR:

Программное обеспечение RheoCompass™ (РеоКомпас) разработано на основе новейших 64-разрядных технологий для операционных систем Windows 7 и Windows 8. Новая программа разработки испытаний позволяет определить все необходимые параметры, в том числе дополнительные инструкции по подготовке образца, а также осуществить пост-анализ, экспорт данных и вывод отчетов на печать в формате .pdf. Интуитивный интерфейс клиентского и серверного приложения RheoCompass™ позволяет выполнять анализ результатов измерений, экспорт данных и вывод отчетов на печать в формате .pdf, значительно упрощает поиск и извлечение данных, а также способен выполнять множество других функций. Программа разработки испытаний Test Designer может быть использована для пошаговой настройки параметров эксперимента. Данная программа также предоставляет дополнительные текстовые, звуковые (аудио) и визуальные (видео) инструкции по подготовке образца.

Все трибологические параметры сохраняются с тем, чтобы обеспечить возможность контроля и оценки трибологического анализа. В программном обеспечении RheoCompass™ сложные трибологические измерения представлены в виде четко структурированных блоков действий. Несколько измерений можно объединять в единое целое благодаря удобной структуре представления данных. Каждому результату присваивается имя, соответствующее измерению. База данных Microsoft SQL 2012 (Майкрософт Эс-Кью-Эль 2012) обеспечивает быструю и легкую работу с данными измерений.

© 2016 Anton Paar GmbH (Антон Паар ГмбХ) | Все права защищен
Спецификации могут быть изменены без предварительного уведомлен
XCSIP004EN

www.anton-paar.com