CSM INSTRUMENTS

Техническое описание

Трибометр (TRB)

TRB

SWISS MADE

Certified Management System SQS ISO 9001

csm Instruments

//// СОДЕРЖАНИЕ

//// Ключевые особенности 5

> Высокая точность измерения тангенциальной силы 5
> Датчик радиуса 5
> 10 Н сила трения (опционально дл 20 Н) 5
> Скорость вращения: до 500 об/мин (опция до 1500 об/мин) 5
> Интегрированные процедуры калибровки 6
> Сменные модули вращательного и возвратно-поступательного движения 6
> Синхронизация первого круга 6
> Прочный и надежный прибор 6
> Многообразие опций 6
> Получение поперечных срезов следа износа 7
> Компактная система 7

//// Общая информация 8

> Трибометр в сборе включает 8
> Размеры 8
> Рекомендации по установке трибометра 8

//// Принципы измерений 8

//// Краткое описание 8

//// Схема измерения 9

//// Технические параметры 10

> Спецификация трибометра 10
> Данные о LVDT сенсоре (HBMW1E/L) 10

//// Типы тестов 10

> Тестирование массивных материалов 10
> Тестирование покрытий 10

//// Держатель статичного партнера 11

> Держатель шара 11
> Держатель штифта 11

//// Статичный партнер 12

> Шары 12
> Свойства шаров 12

//// Аксессуары 13

> Контейнер для смазки 13
> Модуль нагрева жидкости 13
> Модуль возвратно-поступательного движения 14
> Типы тестов 14

//// Программное обеспечение трибометра 15
> Общие характеристики…….....15
> Настройки измерения.....15
> Параметры эксперимента вводимые оператором….....16
> Параметры регистрации данных..... 16
> Трибологические параметры..... 16
> Условия эксперимента..... 16
> Контртело..... 16
> Процедуры калибровки..... 17
> Линейный режим..... 18
> Процесс измерения..... 18
> Конфигурация прибора 18
> Результаты.....20
> Анализ.....20
//// Дополнительное оборудование..... 21
> Измерение электрического сопротивления контакта 21
> Компактный профилометр.....21
> Измерение глубины следа износа 22
> RVDT датчик 22
> Повышенная скорость вращения.....22
> Вакуумный трибометр.....22
> Высокотемпературный трибометр.....23
> Чаша для жидкости (для линейного модуля).....23
> Набор для трибокоррозии….....24

//// Ключевые особенности

> Высокая точность измерения тангенциальной силы

LVDT датчик обеспечивает высокую точность достоверность измерений тангенциальной силы и, как следствие, силы трения. Оригинальный дизайн Трибометра CSM Instruments обеспечивает стабильность и точность измерений в течение длительного периода времени.

> Датчик радиуса

Датчик радиуса позволяет автоматически фиксировать положение балки на образце. Он позволяет быстро заменить образец и быстро запустить новый эксперимент.

> 10 Н Сила трения (опционально до 20 Н)

Трибометр CSM Instruments позволяет измерять силу трения до 10 Н согласно стандарту G99 ASTM.
Рекомендуемые условия испытаний в стандарте ASTM G99 *"Standard Test Method for wear Testing with a Pin-on-Disk Apparatus"*:

Выписка из стандарта

Results (ball) (disk)	Specimen Pairs			
	Steel-steel	Alumina-steel	Steel-alumina	Alumina-alumina
Ball wear scar diameter (mm)	2.11 ± 0.27 (2.11 ± 0.27)	NM	2.08 ± 0.35 (2.03 ± 0.41)	0.3± 0.06 (0.3 ± 0.06)
Ball wear volume (10^{-3} mm^3)	198 (198)	...	186 (169)	0.08 (0.08)
Number of values	102 (102)	...	60 (64)	56 (59)
Disk wear scar width (mm)	NM	0.64 ± 0.12 (0.64 ± 0.12)	NM	NM
Disk wear volume (10^{-3} mm^3)	...	480 (480)	...	...
Number of values	...	60 (60)	...	...
Friction coefficient	0.60 ± 0.11	0.76 ± 0.14	0.60 ± 0.12	0.41 ± 0.08
Number of values	109	75	64	76

[A] Test conditions: $F = 10$ N; $v = 0.1$ ms^{-1}, $T = 23°C$; relative humidity range 12 to 78 %; laboratory air; sliding distance 1000 m; wear track (nominal) diameter = 32 mm; materials: steel = AISI 52 100; and alumina = α-Al_2O_3.

→ Коэффициент трения около 0.6 при 10 Н вертикальной нагрузке и силе трения 6 Н.

Преимущество
Возможность измерить силу трения до 10 Н в стандартном испытании позволяет характеризовать не только покрытия с низким коэффициентом трения, но также материалы более с высоким коэффициентом трения как обычные материалы, например сталь или алюмосодержащие стали без каких либо ограничений.

> Скорость вращения: до 500 об/мин (опционально до 1500 об/мин)

Трибометр CSM Instruments позволяет проводить испытания при высокой скорости и длительном времени. Скорость вращения мотора до 500 об/мин (опционально до 1500 об/мин).

> Интегрированные процедуры калибровки

Процедуры калибровки происходят посредством программного обеспечения разработанном под системы Windows. Скорость вращения, радиус следа и датчик силы трения можно автоматически откалибровать в программном обеспечении. Пользователь может откалибровать машину в любое время, процедура по калибровки занимает менее 5 минут.
Каждый Трибометр перед поставкой испытывается и калибруется в компании CSM Instruments. Датчик усилия остается стабилизированным и точным после долгого времени использования. Однако, периодически желательно проверять калибровку датчика силы трения. Калибровка проводится при помощи сертифицированного груза, и повторная калибровка датчика силы трения может быть выполнена за одну минуту.

Каждый пользователь может выполнить эти три калибровки за короткое время:

- Калибровку тангенциальной силы
- Калибровку скорости вращения
- Калибровку датчика радиуса следа износа

Преимущество
Легкая процедура проверки и калибровки датчика радиуса, скорости вращения и датчика силы трения.

> Сменные модули вращательного и возвратно-поступательного движения

Трибометры CSM Instruments могут поставляться с 2 модулями движения: вращения и линейного возвратно-поступательного движения. Оба модуля можно попеременно установить на один и тот же трибометр, и они очень просто заменяются один на другой. Замена требует около 2 минут, чтобы перейти от вращательного испытания к линейному возвратно-поступательному трибологическому испытанию.
Трибометр с вращением также можно модернизировать до вращательного и линейного возвратно-поступательного трибометра. Модуль линейного возвратно-поступательного движения можно добавить на более поздней стадии без необходимости повторной калибровки или возврата прибора изготовителю для модернизации.

> Синхронизация первого круга

Синхронизация первого круга всегда позволяет начать трибологическое испытание с того же самого места на образце.

> Прочный и надежный прибор

Трибометры CSM Instruments доказали свою прочность и надежность за последние 30 лет (в мире используется примерно 1000 трибометров).
Трибометры CSM Instruments (ранее Трибометры CSEM) успешно функционируют в разных лабораториях по всему миру.

> Многообразие опций

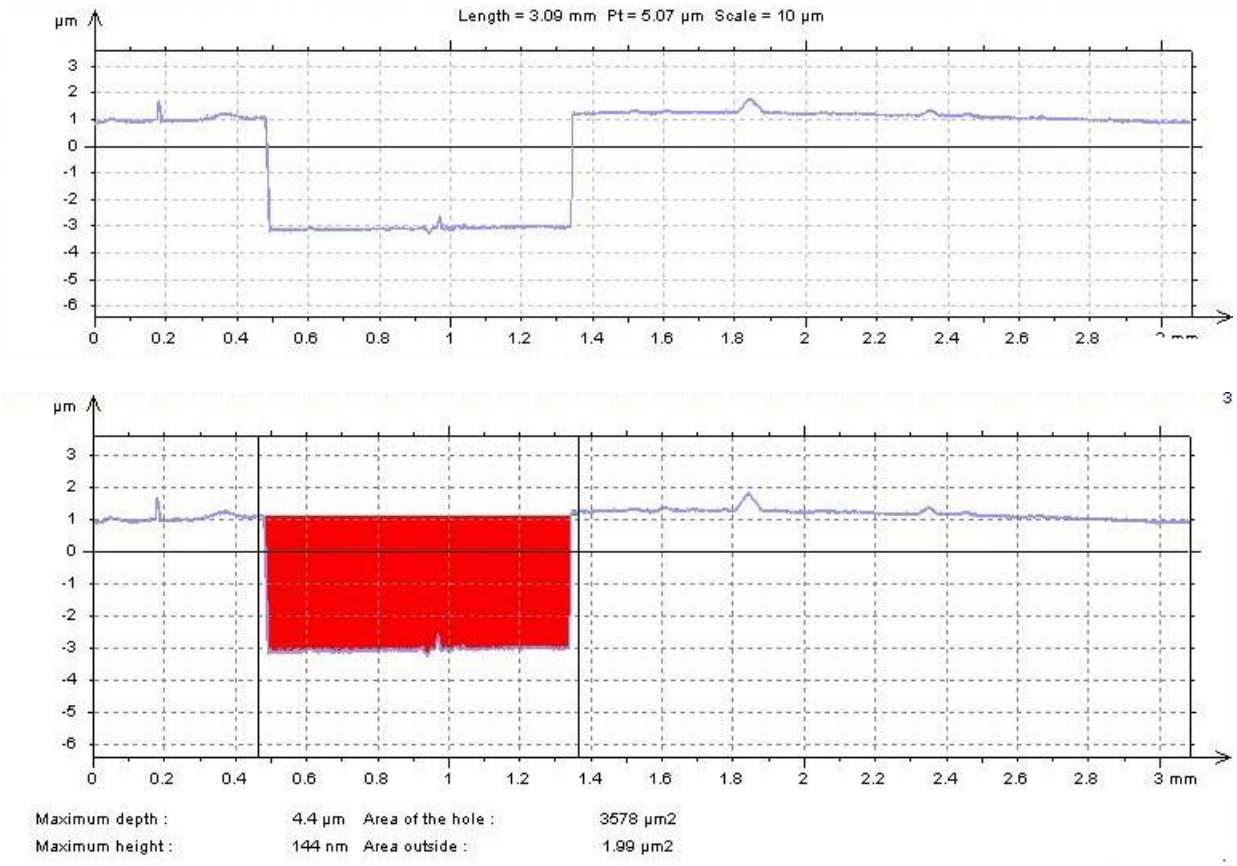
Каждая из нижеперечисленных опций может быть установлена на стандартный трибометр.
Технические специалисты CSM Instruments и дистрибьютора помогут Вам выбрать и установить на прибор следующее опциональное оборудование:

- Модуль нагрева (до 150 °C)
- Модуль линейного движения
- Измерение глубины следа износа
- Электросопротивление в зоне контакта
- Ячейка для смазки

> Получение поперечных профилей следа износа «он-лайн»

(только при наличии опционального профилометра)

Компактный профилометр предназначен для проведения измерений профиля следа износа на образце после трибологических испытаний. Прибор также можно использовать после проведения испытаний или во время эксперимента после остановки вращения образца благодаря специальной платформе что позволяет получить профили поверхности образца во время или после испытаний.



Пример профиля поверхности после трибологического испытания с анализом кросс-секции следа износа.

Уникальные особенности

Возможность получения профиля поперечного сечения следа износа при временной остановке испытания без изменения условий эксперимента или демонтажа образца.

Преимущества

- Он-лайн контроль коэффициента износа образца
- Изучение пластической деформации образца «он-лайн»

> Компактная система небольшого размера

Трибометр CSM Instruments имеет размеры: 600 x 700 мм, и 550 мм высоту. Устанавливается на лабораторном столе и не требует комнат с контролируемой атмосферой.

//// Общее описание

Трибометр CSM Instruments используется для определения «времени жизни» и коэффициента трения материалов или покрытий в течение различного времени, при различном контактном давлении, скоростью вращения, температуре, влажности и наличии смазки.

> Система трибометра в сборе включает

- Трибометр CSM Instruments
- Блок электроники.
- Персональный компьютер с монитором
- Полный пакет программного обеспечения для проведения измерений и анализа
- Аксессуары (держатель штифта, держатель шара, контейнер для смазки, грузы, набор для калибровки)

> Размеры системы

- Трибометр: 500 x 320 мм, 550 мм высота
- Блок электроники: 500 x 300 мм, 50 мм высота
- Общий вес: ~ 50 кг

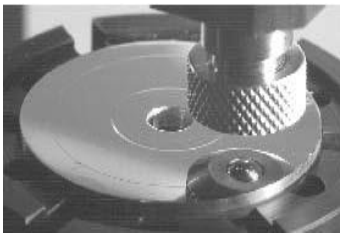
> Рекомендации по установке трибометра

- Размещайте прибор в помещениях и на поверхностях не подверженных вибрации.

//// Принцип измерения

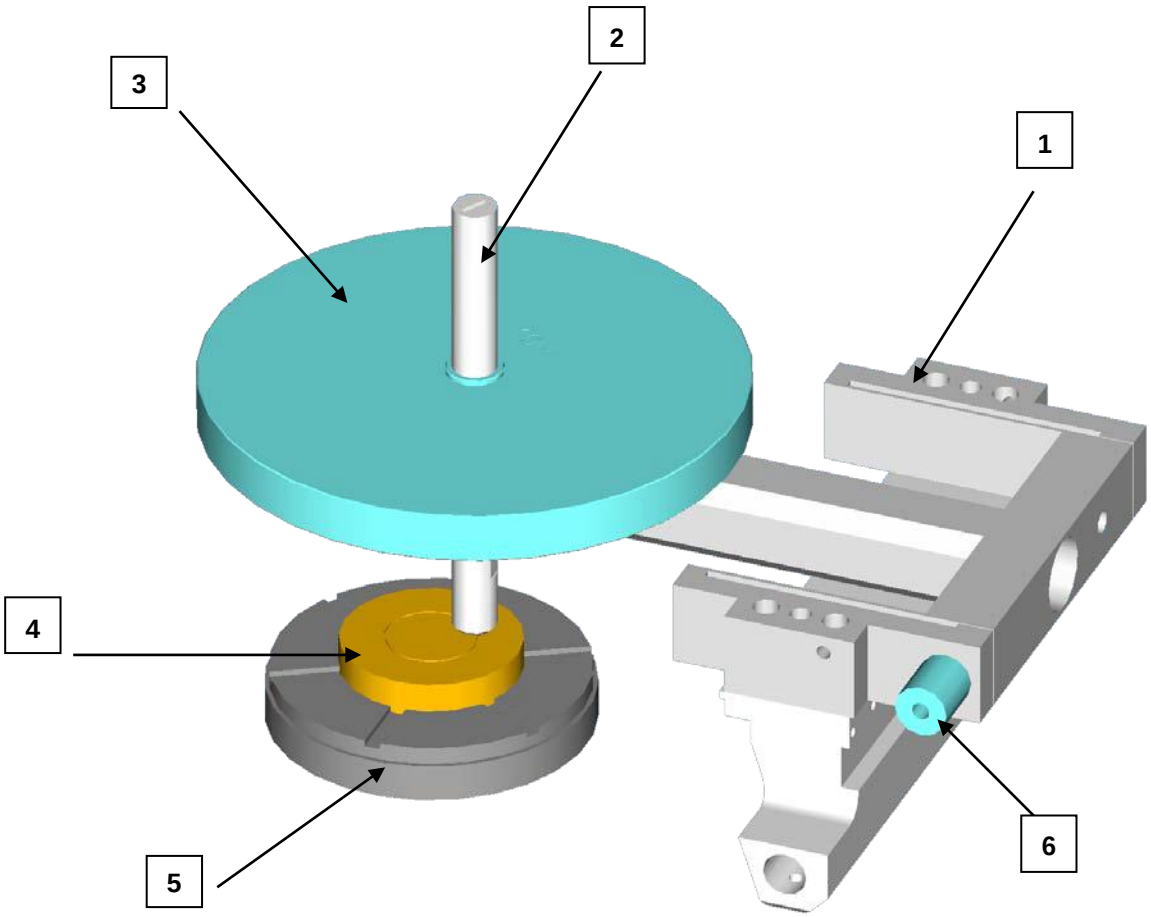
- Плоское или сферическое контртело опускается на исследуемый образец с точно известной нагрузкой.
- Штифт или диск монтируется на упругом рычаге, соединенном с датчиком силы трения.
- При вращении дискового образца между контртелом и образцом возникает сила трения, которая измеряется посредством минимального отклонения упругого рычага с датчиком LVDT
- Коэффициент износа контртела и образца вычисляется из объема изношенного материала при трении этих тел за определенное время
- Этот просто метод облегчает определение и изучение трения и износом почти любого материала или покрытия, за разное время, при различной нагрузке, скорости, температуре, влажности, и наличии смазки…

//// Краткое описание



Трибометр Штифт-Диск CSM Instruments является настольным компактным прибором, и может устанавливаться на любой стабильный лабораторный стол. Прибор стандартно оснащен персональным компьютером с установленным программным обеспечением для управления и анализа данных TriboX. Этот прибор прост в использовании, обслуживании и может использоваться в любых лабораториях исследования материалов заинтересованных в проведении трибологических испытаний. Прибор не нуждается в особенных условиях установки и обслуживания.

//// Схема измерения



1. Упругий рычаг
2. Держатель шара или штифта
3. Груз
4. Образец
5. Патрон крепления образца
6. Датчик тангенциальной силы (трения)

//// Технические параметры

> Спецификация трибометра

- Скорость вращения: от 1 до 500 об/мин (опционально 1500 об/мин)
- Максимальный крутящий момент: 450 Н*мм
- Сила трения (датчик LVDT): до 10 Н (опционально 20 Н)
- Максимальный диаметр образца: максимум до 60 мм
- Максимальная толщина образца: до15 мм
- Макс вертикальная нагрузка: 10 Н (при наличии грузов до 60 Н)
- Регулировка диаметра следа: 1 оборот = 3 мм перемещения
  (по шкале Вернье) 1 деление = 0.05 перемещения

> Данные о LVDT сенсоре (HBMW1E/L)

- Температура использования: до 130°C
- Диапазоны линейности: ± 1.0 мм
- Чувствительность: 0.08 мВ/В/мкм
- Разрешение: 0.02 мкм
- Импеданс: 2 x 43 Ом
- Индуктивность: 2 x 10 мГенри
- Оптимальное напряжение: 5 В (5 кГц)

//// Типы тестов

Прибор позволяет проводить следующие измерения:

> Тестирование массивных материалов

- Коэффициент трения
- Измерение износа посредством измерения профиля следа износа
- Износ шара (контртела) посредством измерения диаметра следа износа на шаре под микроскопом

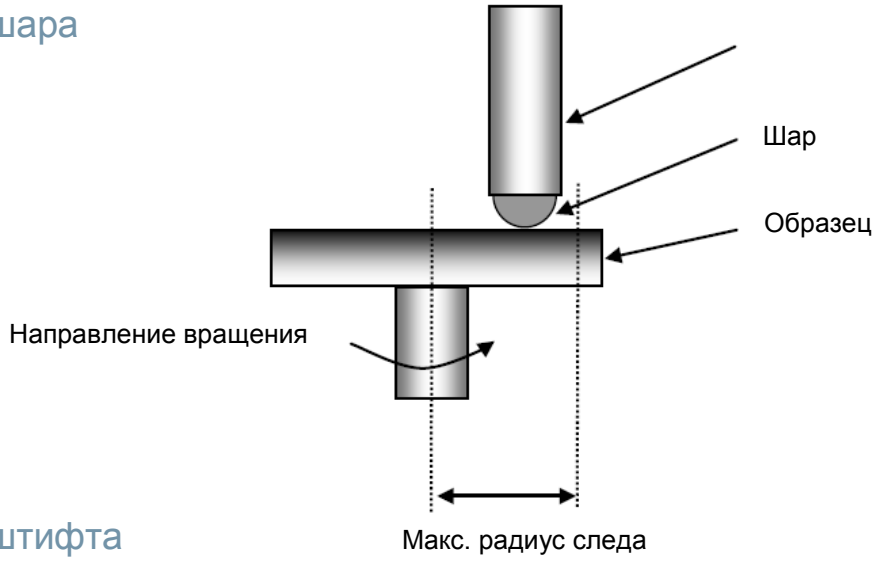
> Тестирование покрытий

- Такие же возможности, как и для массивных материалов, но дополнительно – время жизни покрытия

//// Держатель статичного партнера

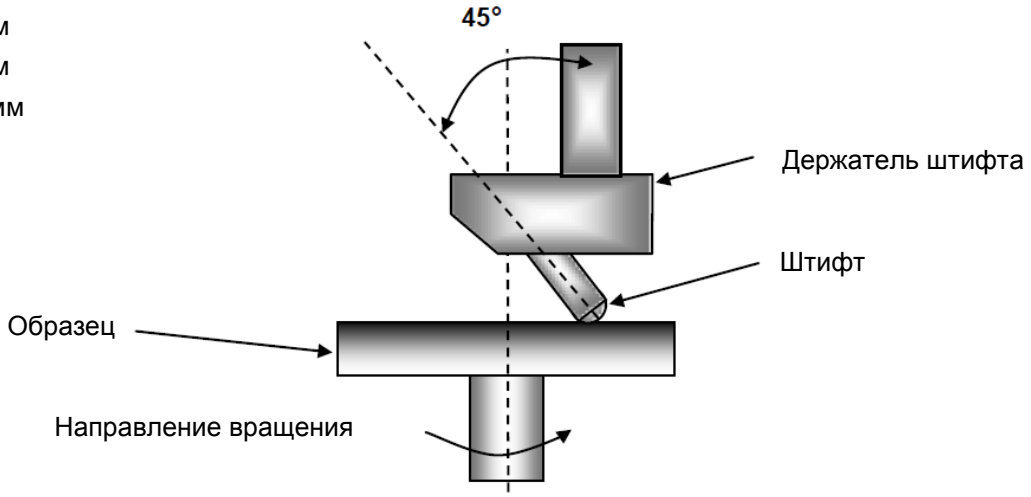
> Держатель шара

- Диаметр: 1.5 мм
- Диаметр: 3 мм
- Диаметр: 6 мм
- Диаметр: 10 мм



> Держатель штифта

- Диаметр: 1.5 мм
- Диаметр: 3 мм
- Диаметр: 6 мм
- Диаметр: 10 мм



Крепление, с помощью которого штифт закреплен под углом 45 градусов, позволяет производить несколько тестов, используя только один штифт

//// Статический партнер

> Шары

- диаметр 3 миллиметра,
- диаметр 6 миллиметров,
- диаметр 10 миллиметров

➢ Свойства шаров

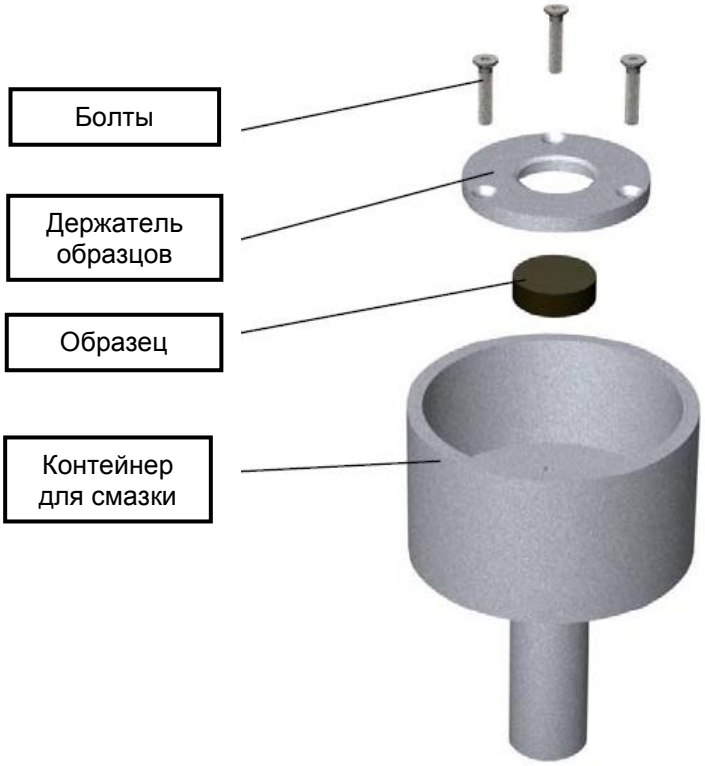
➢

СВОЙСТВА	Ед. изм.	Сапфир	Рубин	Алюминий	Нитрид кремния HP	Нитрид кремния (синт.)	Карбид кремния	Циркон Y-TZP	Циркон Mg-PSZ/ Y-PSZ	Крабид вольфрама	Сталь
Кристаллическая форма	-	Моно	Моно	Поли	Поли	Поли	Поли	Поли	Поли	Поли	Поли
Состав (масс. %)	-	Al_2O_3	99% Al_2O_3	Al_2O_3	Si_3N_4	Si_3N_4	SiC	ZrO2	ZrO2	WC(6T10)	
Чистота	%	99.99	1% Cr_2O_3	99.80	90	90	(-)	90-95	90-95	WC94+Co 6	
Плотность	г/см^3	3.99	3.99	3.1-3.2	3.0-3.2	3.0-3.2	6.0	6.05	5.8	15	
Твердость по Викерсу	Н/мм^2	23000	23000	19000	16000	15500	24000-28000	11000-15000	15000	15500	5000-8000
Сопротивление сжатию	Н/мм^2	2100	2100	2800	3000	3000	1200 2900	1800	2000	5300	1000
Предел прочности	Н/мм^2	(-)	(-)	280	400	250	180	(-)	(-)	(-)	500-1500
Сопротивление изгибу	Н/мм^2	390	390	470	1000	600-800	300-600	700-1100	400-800	1600	450
Стойкость к излому	МПа*м½	1	1	4	6	6	4	10	8-10	(-)	30-80
Константа пластичности	ГПа	430	430	380	320	320	310	200	200	610	200
Тепловое расширение	$10^{-6}.K^{-1}$	5.3	5.3	8.1	3.2	3.2	4.1	10.5	10.5	5.5	10-12
Теплопроводность	Вт/м*К	36	36	29	40	40	85	2	2	50	50
Теплоемкость	Дж/кг.К	755	755	900	750	700	800	400	400	201	(-)
Максимальная температура использования на воздухе	°C	1800 -2000	1800-2000	1500-1800	1200-1500	1200-1500	1600	1000	800-900	(-)	300-600
Химическая устойчивость	Кислоты	Отличная	Отличная	Отличная	Отличная	Отличная	Хорошая	Хорошая	Хорошая	Растворяется	Плохая
	Основания	Хорошая	Хорошая	Хорошая	Хорошая	Хорошая		хорошая	хорошая	(-)	плохая

//// Аксессуары

> Контейнер для смазки

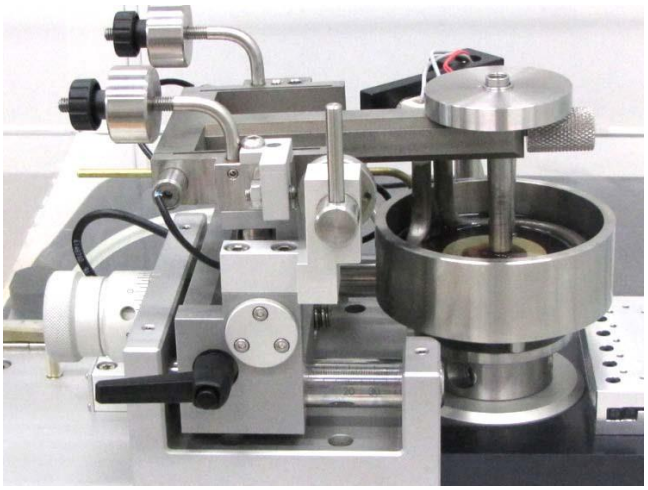
• Контейнер для смазки можно использовать вместо патронного зажима для образцов (образцы диаметром 20 и 30 мм):



Чаша для смазки из алюминия поставляется с Трибометром CSM Instruments. Контейнеры из нержавеющей стали или пластмассы поставляются опционально.

> Модуль нагрева

Эта опция предлагает удобное промежуточное решение (температура до 120°C) между стандартным и высокотемпературным трибометром (до 800°C)



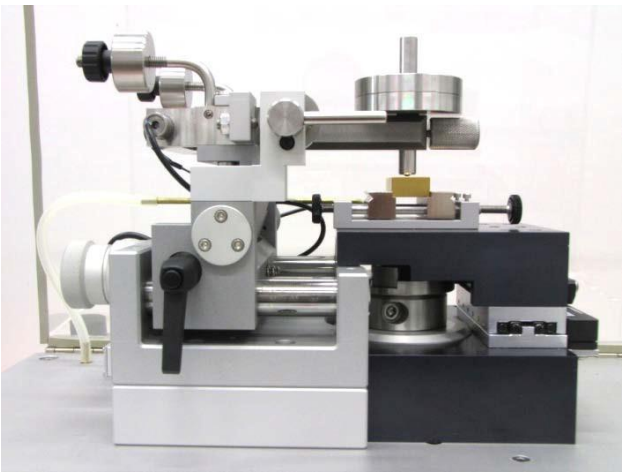
Основные характеристики модуля:

- Может устанавливаться на существующий трибометр
- Нагрев до 120°C
- Размер образцов 20- и 30-мм в диаметре

- Модуль нагрева использует жидкость для нагрева образца при проведении теста в жидкости в присутствии смазки.
- Внешний электронный блок гарантирует точность регулирования температуры 0,1 °C.

> Модуль возвратно-поступательного движения

- Модуль возвратно-поступательного движения можно установить на существующий линейный или вращательный трибометр.
- Этот модуль часто используется при моделировании реальных условий, в которых необходимо линейное скольжение, а не вращение.
- Типичным примером является использование этого модуля при моделировании работы электрических контактов и оптимизации износа в циклических процессах.

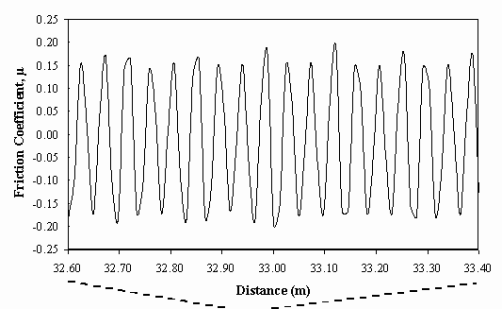


Основные характеристики модуля

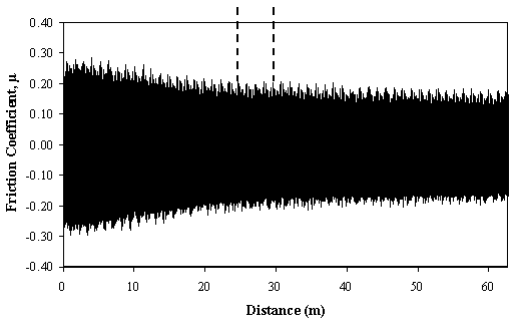
- Максимальный вращающий момент: 450 Н мм
- Максимальная нагрузка 46 Н
- Частота: от 0,005 до 1,6 Гц (1,6 Гц по всей длине хода, возможно до 10 Гц с ограниченной длиной хода)
- Диапазон линейных скоростей: от 0,3 до 100 мм/сек
- Рабочий ход: до 60 мм
- Время теста: до 40 дней с дискретизацией сбора данных 10 Гц

> Типы тестов

- Штифт / пластина
- Шар/пластина
- Другие виды геометрии контакта доступны по запросу.



Этот модуль позволяет определять коэффициент трения, как при прямом так и при обратном движении.



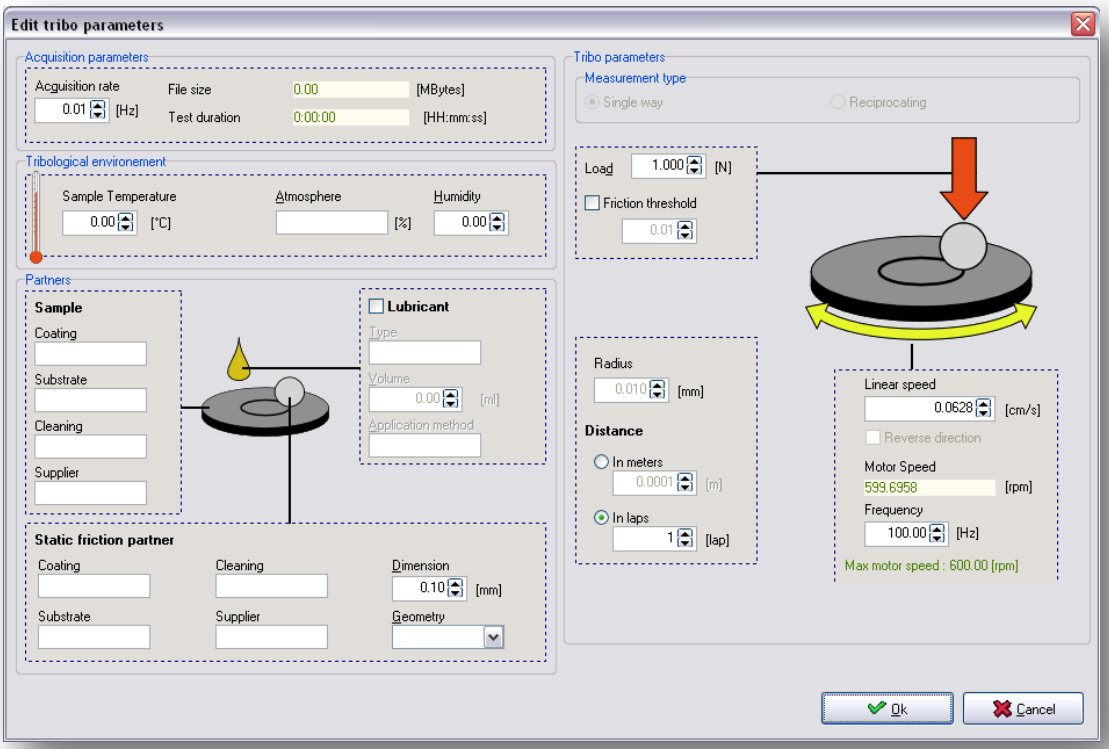
//// Программное обеспечение TRB

> Общие характеристики

- Программное обеспечение на базе Windows 7 или XP
- Постоянный сбор данных и их обработка в реальном времени по сигналу трения (Ft) на протяжении всего теста
    - Частота выборки Тангенциальной силы Ft в Герцах: частота регулируется
- Автоматическая генерация полного отчета по всем измерениям
- Процедуры автоматической калибровки:
    - калибровка измерения силы
    - калибровка скорости
    - калибровка радиуса следа
- Синхронизация первого круга: каждый тете можно начать с той же начальной позиции на окружности

> Настройка измерения

- Окно установки параметров и условий эксперимента



> Параметры эксперимента, вводимые оператором

> Параметры регистрации данных

- Необходимо ввести параметры (частоту дискретизации) записи данных
- “Частота дискретизации” (д4ля тангенциальной силы Ft скорость записи): настраивается от 1 Гц до 100 Гц
- В соответствии с условиями эксперимента (расстояние в кругах или метрах), программное обеспечение автоматически рассчитывает “Размер файла” (в Мегабайтах) и “Продолжительность теста”.

> Трибологические параметры

- **Нагрузка:**

  Используется вертикальная нагрузка от 1 до 10 Н в стандартной конфигурации прибора (более высокие нагрузки - по запросу)
- **Порог силы терния:**

  Порог силы трения может быть зафиксирован: тест автоматически останавливается если коэффициент трения достигает заданного предела. Порог силы трения отличается от принудительной защиты тангенциальной силы.
- **Радиус:**

  Датчик радиуса показывает позицию шара или штифта на балке относительно центра вращения образца.
- **Расстояние (длина пройденного пути):**

  Значение расстояния в метрах или число кругов, задаваемое при каждом тесте.
- **Линейная скорость:**

  Линейная скорость теста (см/сек) соответствует скорости вращения мотора (в об/мин и Гц). Линейная скорость не может быть установлена выше чем максимальная скорость вращения мотора.

> Условия эксперимента

Эти параметры включают:

- Температуру образца (°C)
- Атмосферу (наличие или отсутствие инертного газа)
- Относительную влажность(%)

Эти параметры являются существенными для трибологических тестов, но они не принимают участия в фактической записи кривой силы трения и вычислениях. Их можно ввести после окончания теста.

> Контртело

Эта часть - описание статического партнера, образа и возможные используемые смазочные материалы. Следующие параметры экспериментальных условий могут быть введены в программу:

- Образец Покрытие, субстрат, очистка, держатель
- Смазка Тип, объем, способ применения…
- Статический партнер (шар, штифт…) Покрытие, субстрат, очистка, держатель, размеры, геометрия

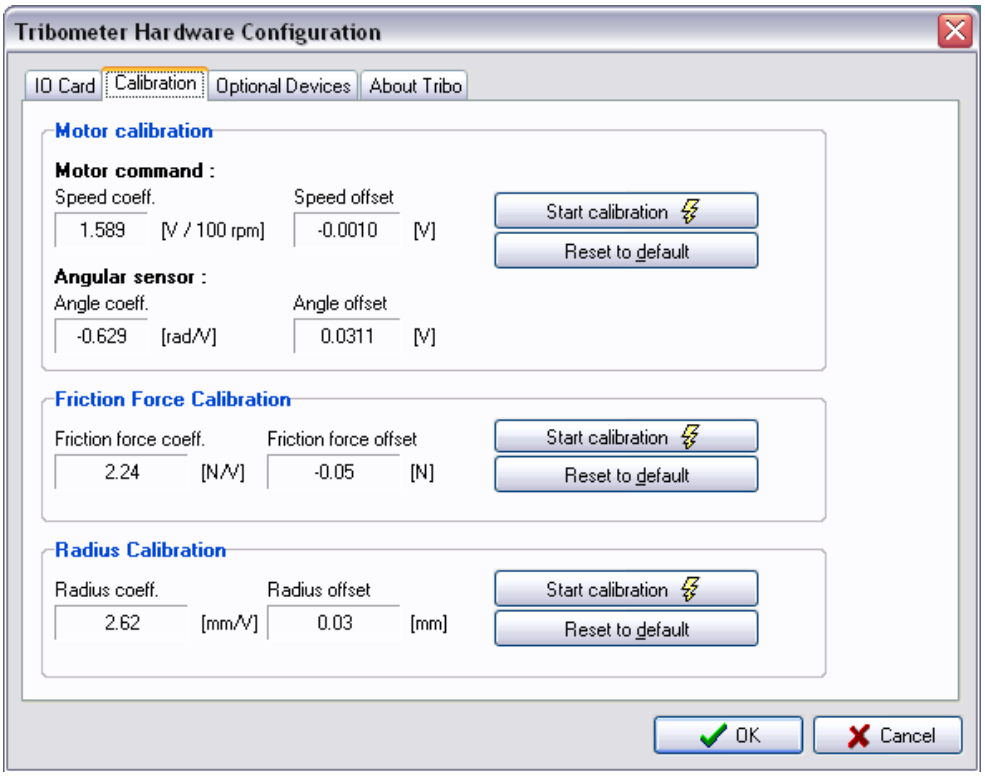
Эти параметры являются существенными для трибологических тестов, но они не принимают участия в фактической записи кривой силы трения. Они могут быть введены после окончания теста.

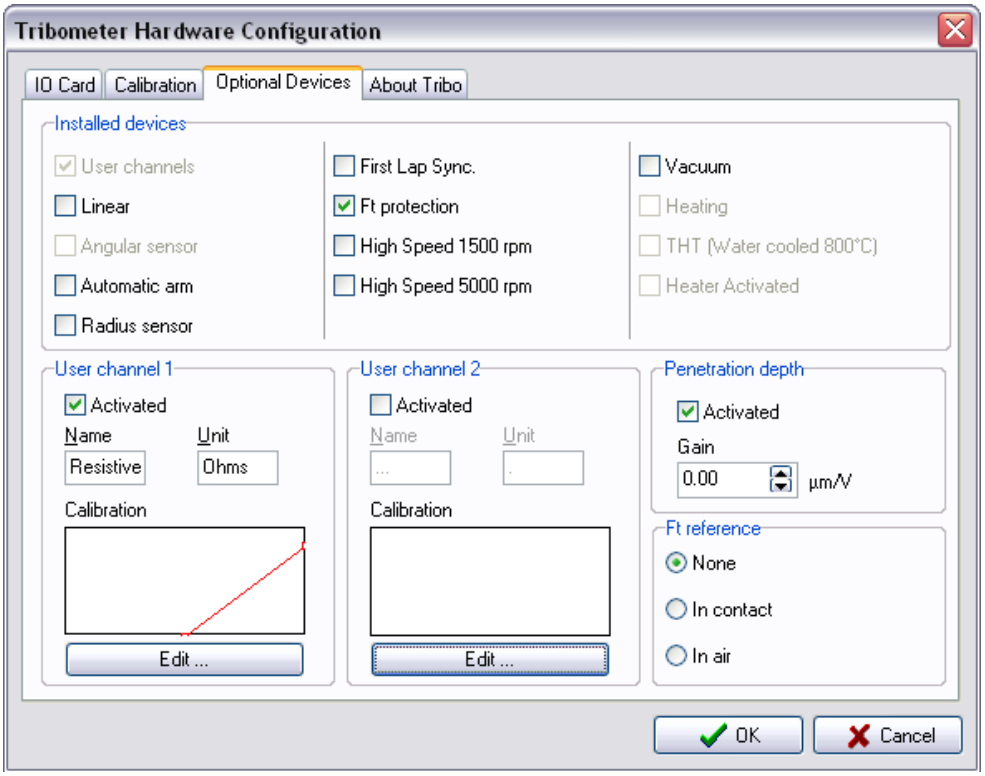
> **Процедуры калибровки**

Трибометры компании CSM Instruments проходят калибровку перед установкой.

Каждый пользователь может откалибровать скорость мотора, тангенциальную силу и радиус. Процедура калибровки отличается простотой и не требует много времени (менее5 минут).

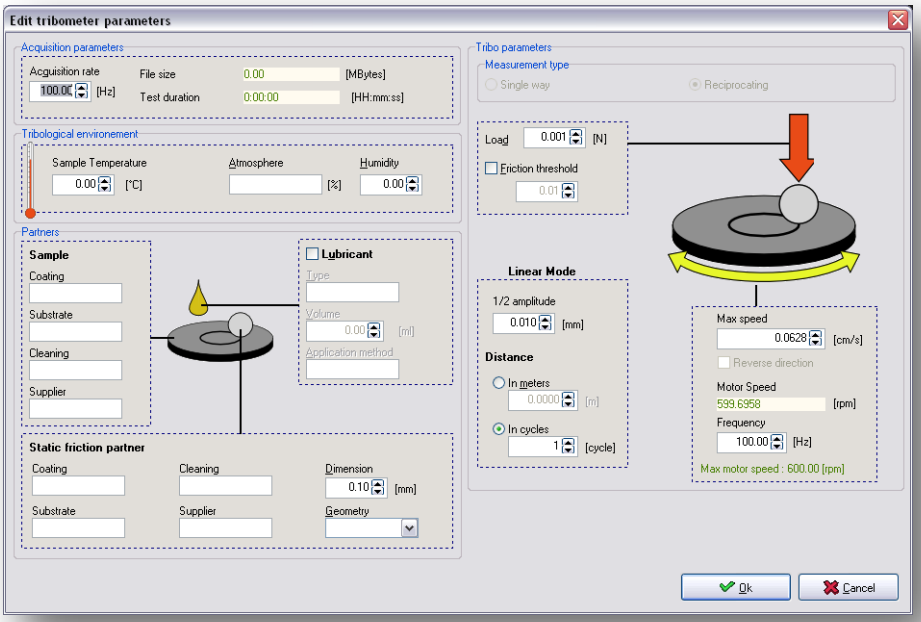
Окна калибровки трибометра





> Линейный режим

При проведении тестов, для линейных измерений устанавливается ½ амплитуды.



> Процесс измерения

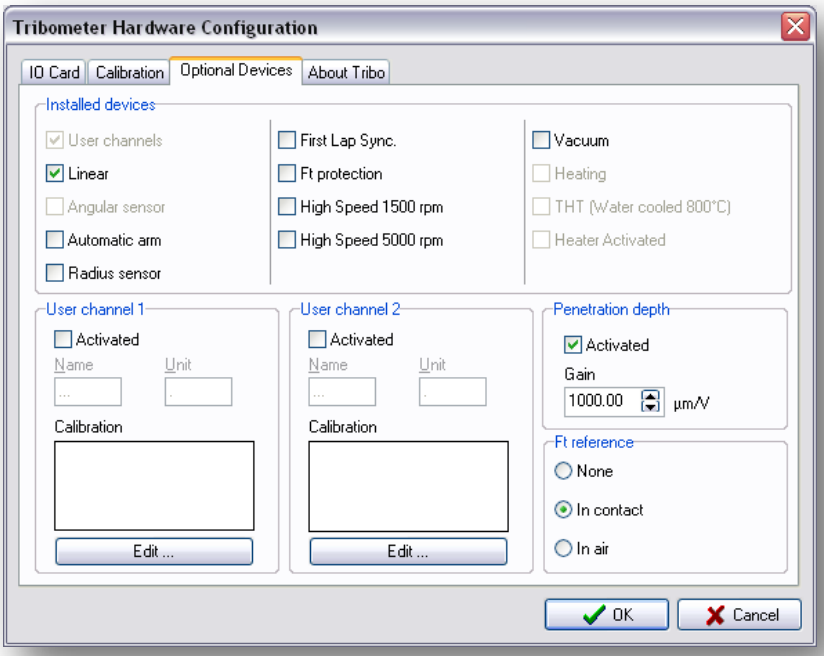
При проведении процесса измерений на экране ПК в реальном времени отображаются кривые снимаемых сигналов.

> Конфигурация прибора

Имеется возможность установки конфигурации Трибометра для изменений и проверок:

- Линейный режим
- Датчик радиуса
- Устройства нагрева
- Синхронизация первого круга
- Защита Ft (защита перегрузки силы трения)
- Вакуум
- Высокоскоростной режим 1500 об/мин

Имеется 2 пользовательских канала для подключения дополнительных датчиков CSM Instruments или пользователя (температура, влажность).



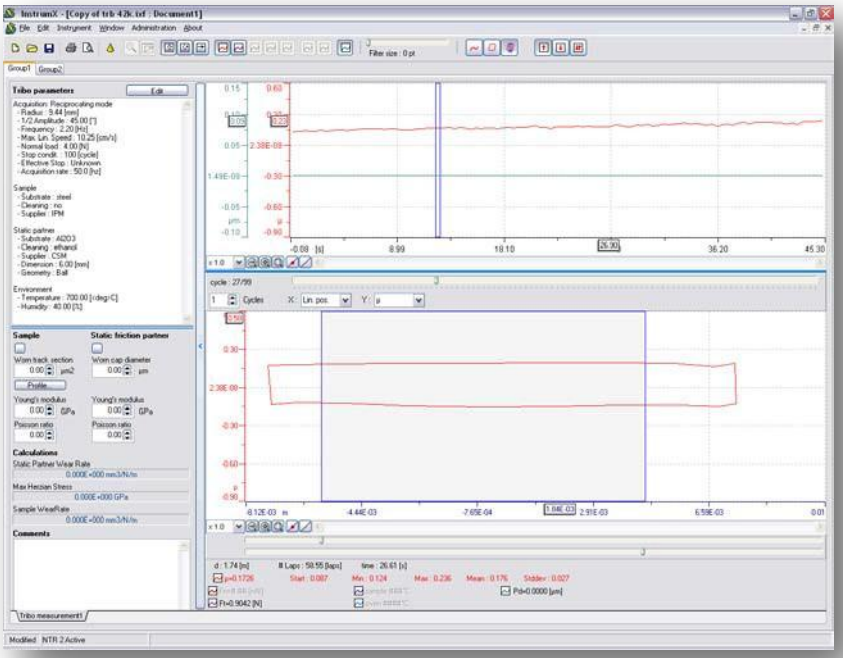
На стандартном трибометре установлены следующие системы

- Датчик радиуса: сенсор автоматически измеряет позицию контртела относительно центра вращения образца.

- Синхронизация первого круга: этот параметр позволяет синхронизировать положение стартовой точки на образце при проведении всех тестов. Эксперимент запускается с той же самой позиции на вращающемся образце.

- Ft защита (защита тангенциальной силы): принудительная защита тангенциальной силы может быть активирована или деактивирована. Принцип защиты – процесс измерений останавливается при достижении тангенциальной силой заданной безопасной максимальной величины..

> Результаты



Программа автоматически регистрирует следующие величины коэффициента трения:

- Стартовое значение.
- Среднее значение.
- Стандартное отклонение.
- Минимальное значение.
- Максимальное значение.

> Анализ

По окончании эксперимента, профиль износа образца и статического партнера можно определить при помощи профилометра. Измерив след износа на образце и статическом партнере при помощи модуля Юнга и коэффициента Пуассона обеих материалов, программа вычисляет следующие параметры:

- Степень износа статического партнера.
- Степень износа образца.
- Максимум контактного напряжения по Герцу.

//// Дополнительное оборудование (ОПЦИИ)

• Для специфических условий применения прибора имеются следующие дополнительные опции::

> Измерение электрического сопротивления контакта

Измерение сопротивления электрического контакта между образцом и контртелом (шар 6 мм диаметром) изолированным от подвижной балки трибометра происходит во время эксперимента и отображается в окне измерения программного обеспечения трибометра. Диапазон измерений от 0 до 1000 Ом.

> Компактный профилометр

(i) - Компактный профилометр

Компактный профилометр, простой в использовании прибор, предназначенный для определения секционного профиля следа износа на образце после трибологического теста.

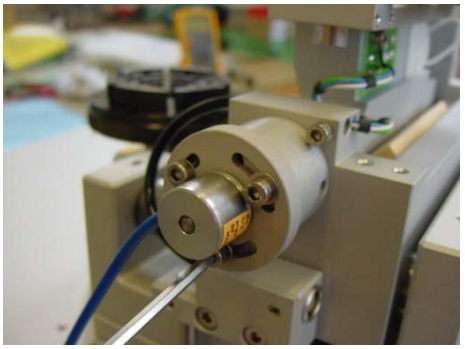
Компактный профилометр это идеальный инструмент для анализа следа износа. В паузах при проведении эксперимента или после проведения теста при помощи трибометра он позволяет быстро измерить профиль и получить степень износа образца. Поперечный профиль следа износа генерируется благодаря уникальному механизму типа «стилус». Интегрированный программный пакет позволяет

увидеть профиль следа износа. Степень износа затем автоматически вычисляется из данных в программе трибометра TriboX.

Кроме того, он позволяет измерить измерение шероховатость поверхности. Компактный профилометр может вычислить до 10 параметров шероховатости (Ra, Rsk, Rz, Rt) Более подробно, смотри, pdf документ "Компактный профилометр - Технические характеристики".

> Измерение глубины следа износа

Глубина проникновения штифта или шара при контакте с образцом может постоянно измеряться время теста. Это происходит при помощи измерения вертикального перемещения балки, на которой укреплен штифт или шар.



> RVDT датчик

- 12 битная плата измерений
- Разрешение: 1мкм
- 0 V = 0 мм
- 10 V = 2.09 мм
- Максимальный диапазон смещения: +/- 2мм
- Максимальная глубина следа: до 1.2 мм

При анализе нужно принимать во внимание различные механизмы износа. Нужно рассматривать три возможных ситуации при тестировании: а) изнашивается только шар, б) изнашивается только образец, с) изнашивается и образец и шар (контртело)

В случаях а) и б) ожидаемая степень износа пропорционален глубине следа износа на теле. В случае с) при вычислении значение коэффициента износа следует принять во внимание износ обоих тел: статического партнера и диска. В этом случае для получения коэффициента износа можно применять профилометр с измерительным щупом.

> Повышенная скорость вращения

В стандартной комплектации трибометр имеет максимальную скорость вращения до 500 об/мин. Опционально, имеется возможность поставки трибометра со скоростью вращения до 1500 об/мин. Также возможна модернизация трибометра от 500 до 1500 об минуту.

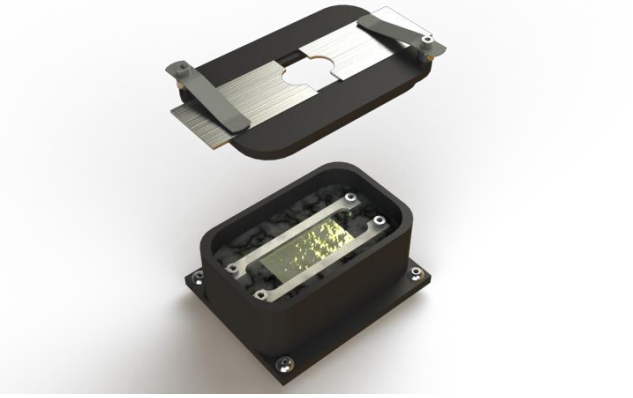
> Вакуумный трибометр

За специальной брошюрой о вакуумном трибометре обращайтесь в компанию CSM Instruments или к официальным дистрибьюторам.

> Высокотемпературный трибометр

За специальной брошюрой о высокотемпературном трибометре (800 или 1000 C) обращайтесь в компанию CSM Instruments или к официальным дистрибьюторам.

> Чаша для жидкости (для линейного модуля)



Максимальная линейная скорость
от 1 до 6 [см/с].

<u>Размеры образца</u>

Ширина: 15 - 20 мм
Макс. длина: 60 мм
Макс. толщина: 10 мм

> Набор для трибокоррозии

TRB-O-JA-0000

- Чаша для жидкости из PTFE
- Вращающийся электрический контакт
- Изолированный держатель шара
- Крепления электродов

//// Контактные данные

HEADQUARTER
//// CSM Instruments SA
Rue de la Gare 4
CH-2034 Peseux
Switzerland
info@csm-instruments.com
T: +41 32 557 56 00
F: +41 32 557 56 10

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПРЕДСТАВИТЕЛЬ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ И СНГ

//// ООО НИЕНШАНЦ-САЙНТИФИК
193318, Санкт-Петербург
ул. Ворошилова, д.2
Отдел лабораторного оборудования
medlab@nnz.ru
www.medlab.nnz.ru

Copyright CSM Instruments.
Перевод ООО Ниеншанц-Сайнтифик
Содержание данного описания может быть изменено без уведомления.