//// CSM INSTRUMENTS

Техническое описание

Нано Трибометр (NTR^2)

NTR^2

SWISS MADE

Certified Management System
SQS
ISO 9001

csm
Instruments

//// Содержание

//// Настольная платформа (TTX) 3

//// Нано Трибометр (NTR^2) 4

//// Основные особенности прибора 5

> Уникальная двойная балка кантилевера 5

> Емкостные датчики высокого разрешения в комбинации с пьезоэлектрическим приводом нагрузки 6

> Низкий «шум» пола для микротрибологических измерений 7

> Модуль вращения с датчиком угла 7

> Современный линейный модуль с датчиком перемещения 8

> Диапазоны усилий кантилеверов 8

//// Конфигурации Настольного Нано Трибометра 9

> Систем настольного Нано Трибометра включает 9

> Конфигурации Настольного Нано Трибометра 9

> Опции 10

> Аксессуары 11

//// Технические данные Настольного Нано Трибометра 12

> Вертикальная и тангенциальная силы – кантилеверы на двоной балке 12

> Два независимык емкосных датчика высокого разрешения для вертикальной нагрузки и силы трения: 12

> X и Y Столики 12

> Конфигурация 1: 12

> Конфигурация 2: 12

> Видео микроскоп 13

> Стандартная конфигурация микроскопа: 13

> Постоянное измерение глубины следа износа 13

//// Программное обеспечение Tribo Software 13

> Полный пакет для проведения измерений и анализа результатов 13

> Главная особенность: Одновременное отображение текущего цикла и выполнения измерения 14

//// Контакты 15

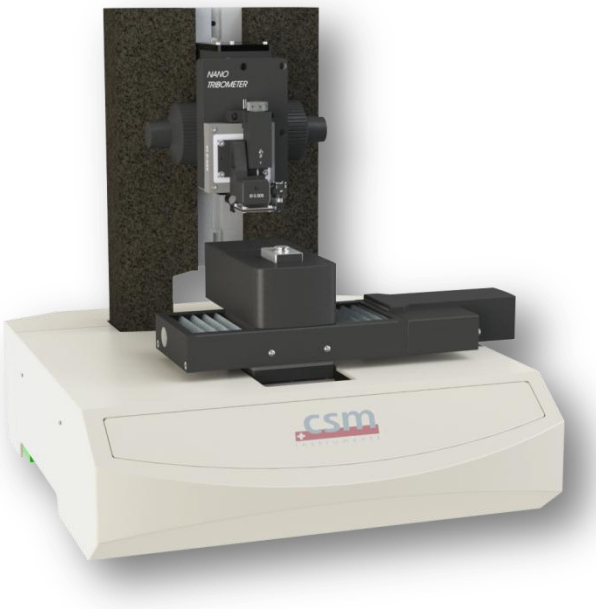
//// Настольная платформа (TTX)

Настольная Платформа (TTX) это компактный, простой в использовании прибор, идеально приспособленный как для рутинных измерений, так и для научных исследований. Ее можно установить на стандартный стол или на активный антивибрационный стол (опция).

Настольная Платформа CSM Instruments обладает компактностью и специально сконструирована для испытания поверхностей. Ее можно оборудовать различными моторизованными или ручными столиками, чтобы получить различные конфигурации прибора.

Настольная Платформа это бюджетное решение, поддерживающее все возможности функциональности в трибологических или поверхностных механических испытаниях. На нее можно также установить видео-микроскоп как дополнительную опцию.

С видео-микроскопом



Без видео-микроскопа

Fig.1 Настольная платформа (TTX) для Нано Трибометра(NTR^2)

Нано Трибометр можно оборудовать опционным микроскопом и X & Y моторизованным столиком.

//// Нано Трибометр (NTR^2)

Нано Трибометр (NTR2) это уникальный инструмент, используемый для определения трибологических свойств широкого диапазона поверхностей различного типа. Новая конструкция основана на упругой двойной балке кантилевера совмещенной с емкостными датчиками высокого разрешения. Эта конструкция обладает высокой точностью измерений для вертикальных и тангенциальных усилий, обеспечивая точное линейное измерение этих усилий. Этот прибор NTR2, в отличие от стандартного трибометра типа «Штифт-Диск», измеряет усилия в диапазоне мН и перемещения порядка сотни микрон.

Область применения прибора относится к нано и микро трибологии и общим трибологическим измерениям, где необходимы малые усилия или/и малые перемещения. Примеры измерений включают:

- Малые образцы: MEMS и микромеханические детали, биологические объекты …
- Тонкие пленки: жесткие диски, оптические покрытия, полупроводники и тонкие полимерные пленки…
- Мягкие материалы: контактные линзы, мягкие полимеры…
- Адгезивные покрытия:гели …

Конструкция двойной балки кантилевера Нано Трибометра – главная ключевая особенность, которая делает трибометр идеальным прибором для исследований в нано и микро-трибологии.

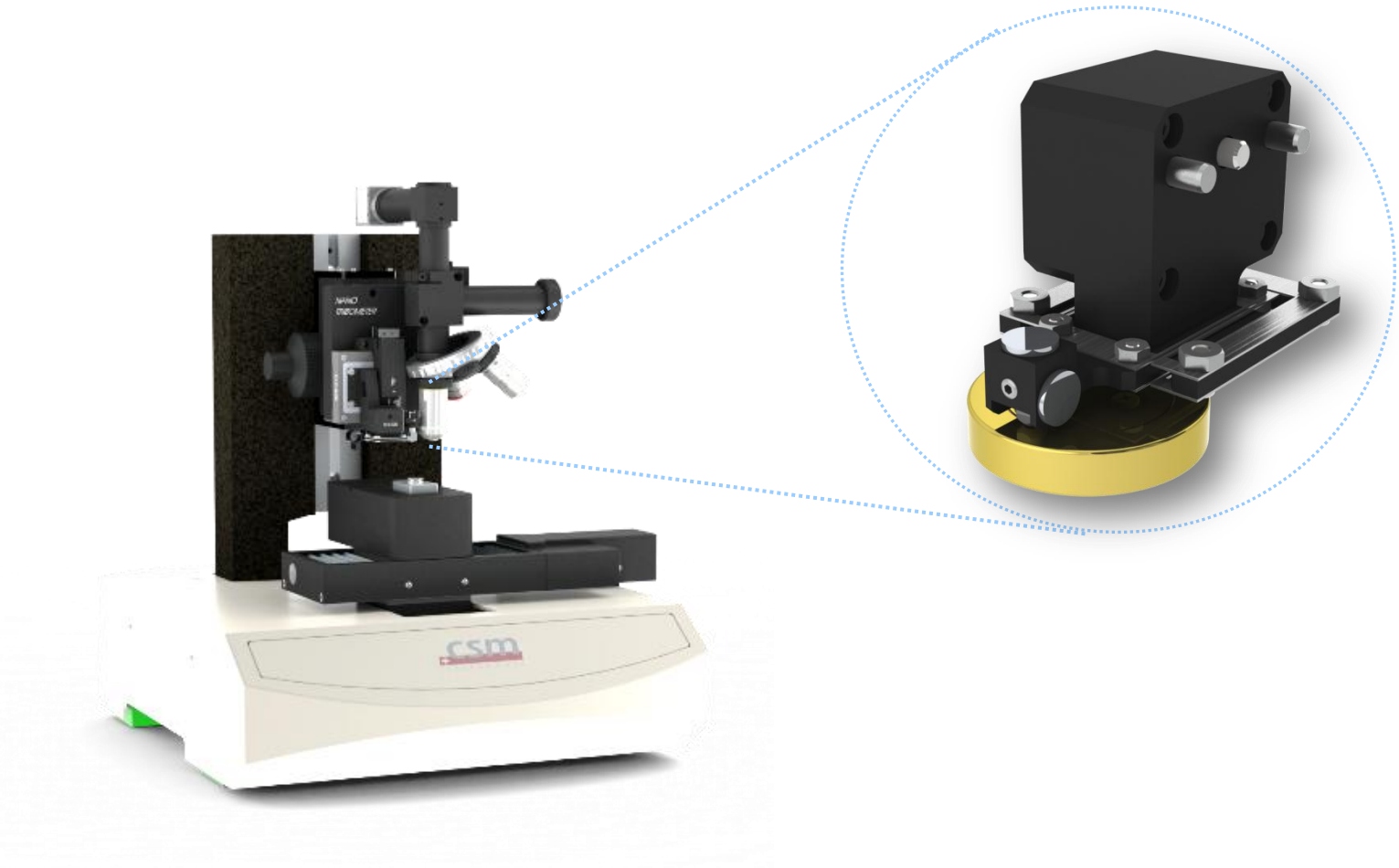


Fig.2 Настольный Нано Трибометр (NTR^2)
и схема “двойной балки кантилевера” (справа)

//// Основные особенности прибора

> Уникальная двойная балка кантилевера

Конструкция модуля Нано Трибометра (NTR^2) основана на двойной балке кантилевера откалиброванной по вертикальной и горизонтальной силе жесткости. Упругая двойная балка кантилевера обеспечивает отлично контролируемое линейное отклонение кантилевера в вертикальном и горизонтальном направлении. Вертикальное перемещение соответствует Вертикальной силе F_N, а латеральное отклонение соответствует Тангенциальной силе F_T (Силе трения). Измерение данных сил (F_N, F_T) обеспечивается позиционированием контртела посредством высокоточных емкостных датчиков. Держатель шара позволяет довольно быстро заменять контртело. В ассортименте имеются различные держатели. Двойная балка кантилевера предотвращает любой торсионный эффект при проведении измерения. Направляющие штифты и фиксирующий винт обеспечивают отличное позиционирование кантилевера, а также простую замену кантилевера на модуле Нано Трибометра

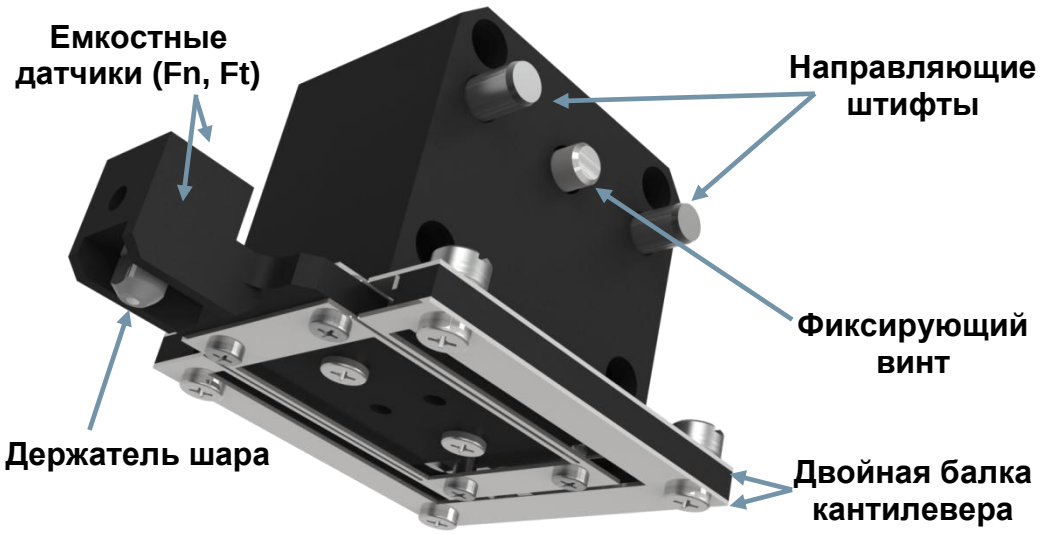


Fig.3 Уникальная конструкция упругой двойной балки кантилевера

Принципы упругой двойной балки кантилевера можно понять из принципа пружины. Усилие, *F*, напрямую относится к жесткости пружины как: $F = K \cdot x$, где *K* соответствует к жесткости кантилевера, а *x* - перемещению. Каждый кантилевер откалиброван по жесткости по вертикальному и тангенциальному усилию. Двойная балка обеспечивает линейность перемещения в диапазоне измерений. Калиброванная жесткость обеспечивает необходимый диапазон усилия.

> Емкостные датчики высокого разрешения в комбинации с пьезоэлектрическим приводом нагрузки

Кантилевер с двойной балкой легко устанавливается на Модуль Нано Трибометра, который включает емкостные датчики высокого разрешения и пьезопривод нагрузки. Емкостные датчики высокого разрешения обеспечивают высокое разрешение при измерении перемещений, в то время как пьезопривод с обратной связью обеспечивает быстрое и точное приложение вертикальной нагрузки. Пьезопривод обеспечивает очень быструю реакцию относительно малых изменений на поверхности образца и отлично контролирует вертикальную нагрузку.

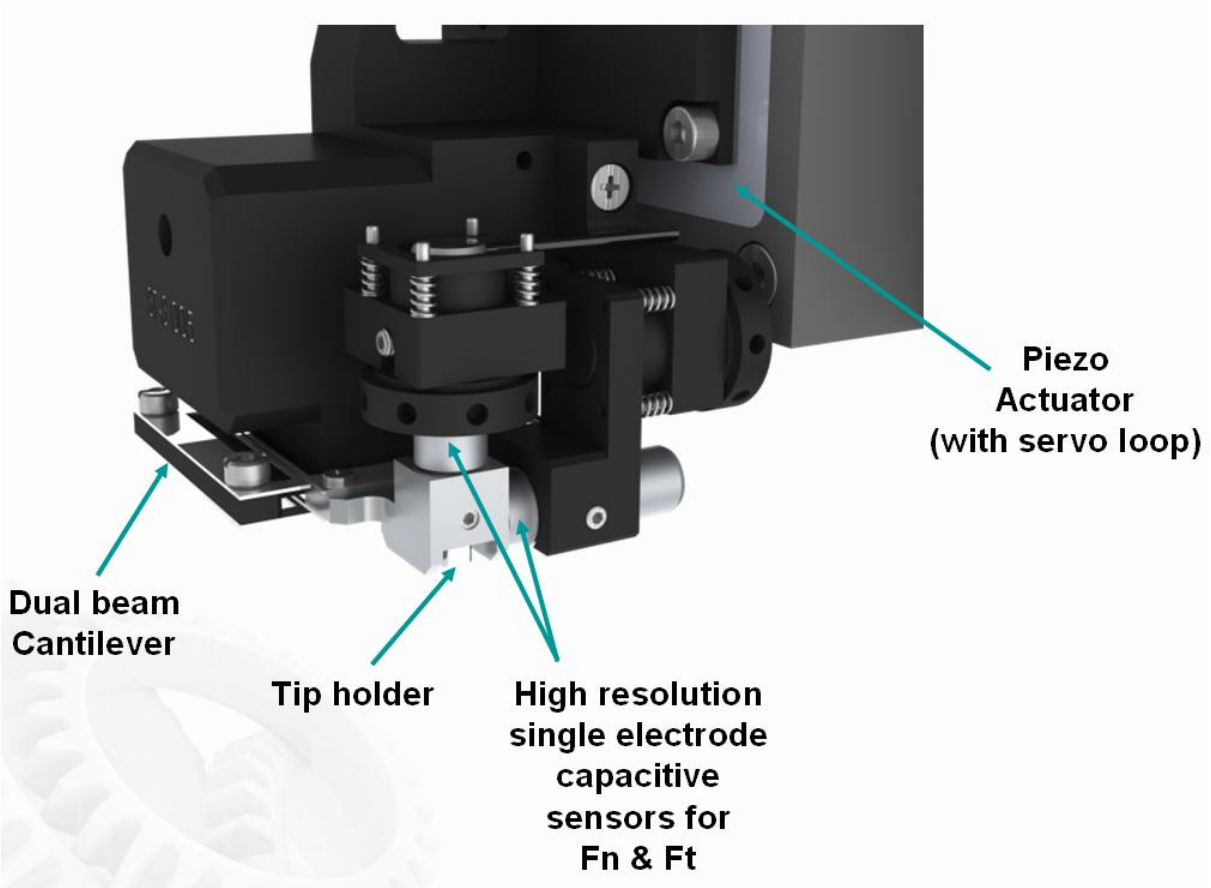


Fig.4 . Модуль Нанотрибометра с кантилевером на двойной балке, ёмкостными датчиками высокого разрешения и пьезоприводом нагрузки

Емкостные датчики высокого разрешения обычно используются также в системах наноиндентирования, и в приборах для нано механических испытаний. Опыт CSM IInstruments в создании приборов для испытаний в нано диапазоне был полезен при создании Нано Трибометра отличающегося высокой стабильностью.

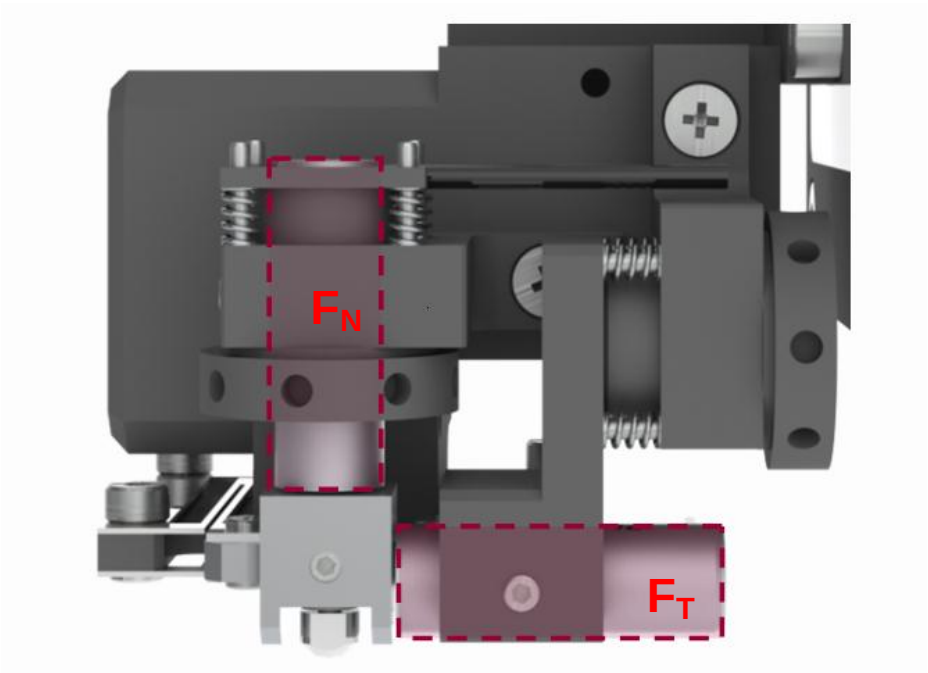


Fig.5 Емкостные датчики высокого разрешения для вертикальной и тангенциальной силы

> Низкий «шум» пола для трибологических измерений

Нано Трибометр (NTR^2) обеспечивает экстремально низкий уровень вибраций пола для микро трибологии: < 0.005 % от диапазона кантилевера для Full Scale ST: стандартно 100 мН, HL: высокой нагрузки 1 Н, HR высокого разрешения: 10 мН. Что соответствует силе < 5 мН для стандартного кантилевера 100 мН.

> Модуль вращения с датчиком угла

Датчик угла поворота на модуле вращения образца, совмещённый с TriboX software позволяет проводить ДВА типа испытаний:

- Режим постоянного вращения
- Многоцикловой возвратно поступательный режим

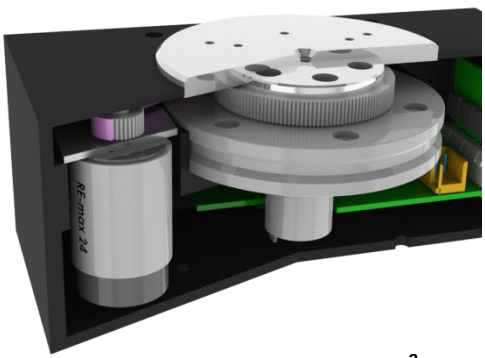


Fig.6 Модуль вращения для NTR^2

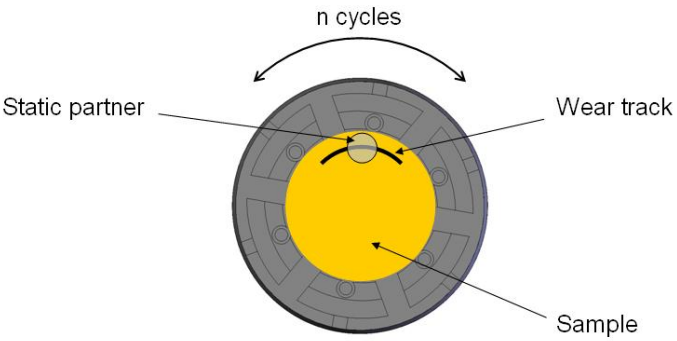
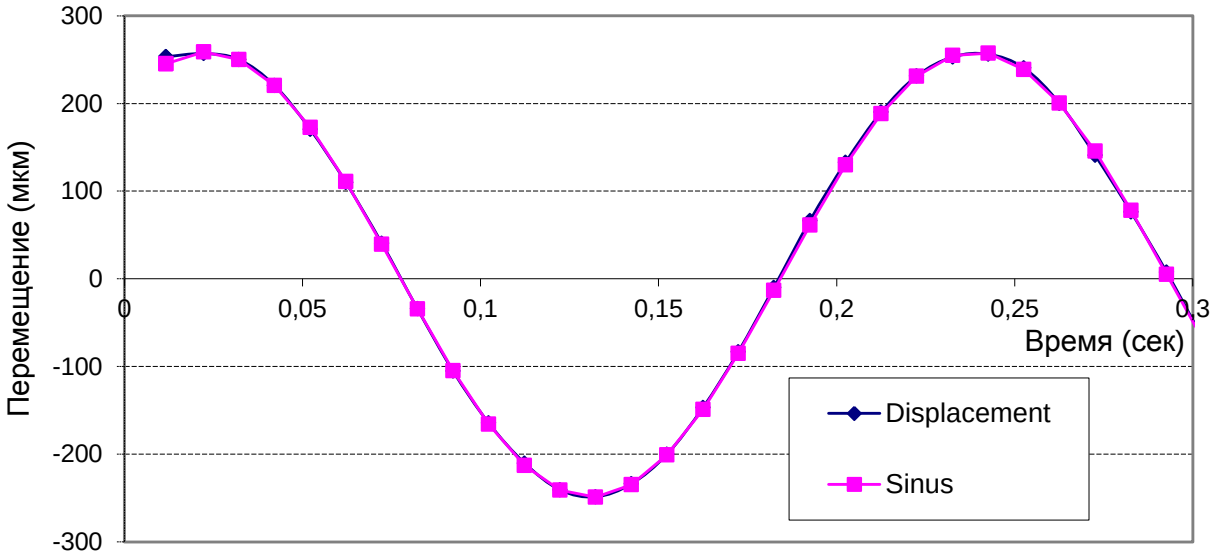


Fig.7 Много цикловой возвратно-поступательный режим «Шар-диск»

> Современный линейный модуль с датчиком перемещения

Линейный модуль включает датчик LVDT для измерений перемещения. Линейный модуль, совмещенный с программным обеспечением TriboX software, обеспечивает расширенные возможности для различных режимов перемещения и контроля скорости.

- **Синусоидальное волновое перемещение = переменная скорость**
- **Триангулярное перемещение (пилообразное) = постоянная скорость**



Синусоидальное волновое перемещение: ход 0.5 мм при 5 Гц (с сервоприводом обратной связи) и актуальное перемещение (измерено при помощи линейного модуля с интегрированным LVDT датчиком) выделено синим, идеальный синус - пурпурным

> Диапазоны усилий кантилеверов

Большой выбор кантилеверов на двойной балке обеспечивает гибкость трибологических измерений различных поверхностей как с низким коэффициентом трения (покрытия DLCs, смазки …), так и с высоким коэффициентом трения (адгезивы, гели …).

	Низкая нагрузка *10 мН*	**Стандартная нагрузка** *100 мН*	**Высокая нагрузка** *1Н*
Высокое трение *Ft=Fnx5*	**HR-H** *Fn:10 мН* *Ft:50 мН*	**ST-H** *Fn:100 мН* *Ft:500 мН*	
Стандартное трение *Fnx5*	**HR** *Fn:10 мН* *Ft:10 мН*	**ST** *Fn:100* *Ft:100*	HL *Fn:1 Н* *Ft:1*
Низкое трение *Ft=Fn/5*		***ST-L*** *Fn:100 мН* *Ft:20 мН*	**HL-L** *Fn:1 Н* *Ft:200 мН*

//// Конфигурации Настольного Нано Трибометра

Нано Трибометр CSM Instruments установлен на компактную настольную платформу. Компактность прибора и его непревзойденные возможности для измерений микро и нано трибологических свойств являются отличным преимуществом при выборе инструмента для исследований.

Платформа TTX имеет в основе плиту из синтетического гранита, обеспечивающего высокоэффективную защиту от вибраций. Платформа обеспечивает отличную механическую стабильность и защиту от вибраций при проведении тонких измерений при минимальной нагрузке Платформу также можно установить на опциональный активный антивибрационный стол, однако этого не требуется для проведения большинства исследований.

Прибор на настольной платформе состоит из (TTX) самого прибора на платформе, блока электроники, персонального компьютера и карты сбора данных.

Стандартный прибор NHT^2-TTX поставляется с ручными или моторизованными столиками для перемещения по X&Y (с ходом 20 или 70 мм). Этот прибор также можно дооснастить видеомикроскопом. Оптический Видеомикроскоп поставляется с 2 оптическими объективами и видеокамерой (интерфейс USB 2.0).

> Систем настольного Нано Трибометра включает

NT2-T-AE-000X	**Настольный Нано Трибометр (TTX-NTR^2)** В составе: - Настольная платформа: *С основанием из синтетического гранита* - Модуль Нано трибометра *Емкостной датчик вертикальной нагрузки* *Емкостной датчик силы трения* - Блок электроники - ПК + программное обеспечение Tribo 4 Software (Win 7) - 19” ЖК монитор - Держатель шара диаметром 2-мм - Стальные 100 Cr6 шары диаметром 2 мм, 10 шт. - 240 В 50/60 Гц (для 110 В, смотри номер NT2-T-AU-0000)

> Конфигурации Настольного Нано Трибометра

Часть 1: Кантилевер с двойной балкой *(нужно выбрать один кантилевер)*

	Стандартные кантилеверы
NT2-O-HL-1000	Силовая пружина **Высокой нагрузки** (F_N = макс 1 Н) и (F_T = 1 Н макс)
NT2-O-ST-0100	Силовая пружина **Стандартная** (F_N = макс 100 мН) и (F_T = 100 мН макс)
NT2-O-HR-0010	Силовая пружина **Высокого разрешения** (F_N= макс 10 мН) и (F_T= 10 мН макс)

Часть 2: Модуль *(нужно выбрать один модуль)*

NT2 -O-BE-0000 **Модуль вращения**
включает:
- режим вращения
- много цикловой возвратно-поступательный режим

ИЛИ / И

NT2-O-CE-5000 **Модуль линейного возвратно-поступательного движения**
Макс длина хода 5 мм

Часть 3: X & Y столики *(нужно выбрать один X и один Y столик)*

TTX-O-AC-0000 **Моторизованный X столик (ход 70 мм) для TTX**
ИЛИ
TTX-O-AD-0000 **Ручной X столик (ход 20 мм) для TTX**

TTX-O-AA-0000 **Моторизованный Y столик (ход 70 мм) для TTX**
ИЛИ
TTX-O-AB-0000 **Ручной Y столик (ход 20 мм) для TTX**

Часть 4: Видеомикроскоп (только при наличии X и Y моторизованных столиков)

NT2-O-ME-0050 **Видеомикроскоп TTX-NTR^2**
Включает:
- Видео Микроскоп:
  Оптические объективы 5x, 50x увеличение(200x, 2000x)
  Камеру CCD с прогрессивной разверткой (USB 2.0)
  ПО для видео
  Второй 19" ЖК монитор
- ПО Xpert Tribo Software (Win 7) с функцией Видео

Часть 5: Антивибрационная система (опционально)

TAB-P-AB-0000 Активный антивибрационный стол (без компрессора) *
** опция рекомендуется только для высокочувствительных трибологических измерений*

TAB-P-AC-E000 Воздушный компрессор для антивибрационного стола
(не требуется при наличии пневмомагистрали)
(240 В 50/60 Гц; для напряжения 110 В, смотри TAB-P-AC-)

> Опции

NT2-O-AA-0000 Датчик измерения глубины следа износа (датчик LVDT)

> Аксессуары

Силовые пружины для Кантилевера с двойной балкой
Силовые пружины (HR макс 10 мН, ST макс 100 мН, HL макс 1 Н) указанного диапазона сил, могут немного различаться в зависимости от результатов калибровки

Кантилевер высокой нагрузки (Вертикальная нагрузка F_N = 1 N макс)

NT2-O-HL-0200	Силовая пружина **Высокой нагрузки** (HL F_N = макс 1 Н) и **Низкой силой трения** (F_T = 200 мН макс)
NT2-O-HL-1000	Силовая пружина **Высокой нагрузки** (HL F_N = макс 1 Н) и **Стандартной силой трения** (F_T = 1 Н макс)

Стандартный кантилевер (Вертикальная нагрузка F_N = 100 мН макс)

NT2-O-ST-0020	Силовая пружина **Стандартной нагрузки** (ST F_N = макс 100 мН) и **Низкой силы трения** (F_T около 20 мН макс)
NT2-O-ST-0100	Силовая пружина **Стандартной нагрузки** (ST F_N = макс 100 мН) и **Стандартной силы трения** (F_T = 100 мН макс)
NT2-O-ST-0500	Силовая пружина **Стандартной нагрузки** (ST F_N = макс 100 мН) и **Высокой силы трения** (F_T около 500 мН макс)

Кантилевер высокого разрешения (Вертикальная нагрузка F_N = 10 мН макс)

NT2-O-HR-0010	Силовая пружина **Высокого разрешения** (F_N= макс 10 мН) и **Стандартной силой трения** (F_T= 10 мН макс)
NT2-O-HR-0050	Силовая пружина **Высокого разрешения** (HR F_N= макс 10 мН) и **Высокой силы трения** (F_T = 50 мН макс)

Держатели шара (заменяемые) (устанавливаются на силовую пружину)

NT2-C-AB-1000	Держатель шара диаметром 1 мм
NT2-C-AB-1500	Держатель шара диаметром 1,5 мм
NT2-C-AB-2000	Держатель шара диаметром 2 мм

Держатели для штифта (устанавливаются на силовую пружину)

NT2-C-AC-1000	Держатель штифта диаметром 1 мм

Для оптического микроскопа: меньшего или большего увеличения

MIC-P-AA-0200	Оптически объектив 20x для увеличения 800x
MIC-P-AA-1000	Оптически объектив 100x для увеличения 4000x

//// Технические данные Настольного Нано Трибометра

> Вертикальная и тангенциальная силы – кантилеверы на двойной балке

	Стандартный (ST)	Высокой нагрузки (HL)	Высокого разрешения (HR)
Макс. нагрузка	100 мН	1 Н	10 мН
Мин. нагрузка	50 мкН	500 мкН	5 мкН
Разрешение	50 наноН	500 наноН	5 наноН
Шум пола *	1 мкН	10 мкН	100 наноН

* Устойчивость к Шуму пола зависит от условий и окружения

> **Два независимык емкосных датчика высокого разрешения для вертикальной нагрузки и силы трения:**

- Один емкостный датчик используется для измерения вертикальной нагрузки
- Один емкостный датчик используется для измерения силы трения

> Модуль вращения

- Скорость вращения: от 1 до 200 об/мин (штифт-диск)
- Радиус следа: от 30 мкм до 20 мм (штифт-диск)
- Разрешение по радиусу следа: 3 мкм (штифт-диск)

Имеется возможность замены Модуля вращения на модуль Линейного возвратно-поступательного движения.

> Модуль линейного движения

- Частота хода: 0.01 - 10 Гц (линейный Трибометр)
- Длина хода: до 5 мм или 2 мм (линейный Трибометр)
- Разрешение по длине хода: 250 нм (линейный Трибометр)

Имеется возможность замены модуля Линейного возвратно-поступательного движения на Модуль вращения.

> X и Y Столики

> **Конфигурация 1:**

Ручной X столик (ход 20 мм) и ручной Y столик (ход 20 мм) для ТТХ.

> **Конфигурация 2:**

Моторизованный X столик (70 мм) и Моторизованный Y столик (70 мм) для ТТХ.

- Разрешение моторизованных столиков:0.25 мкм
- Точность позиционирования: 1 мкм

> Видео микроскоп

Имеется возможность установки видео микроскопа с турелью на 4 объектива на настольную платформу TTX.

> Стандартная конфигурация микроскопа:

- Оптические объективы 5x, 50x для увеличения (200x, 2000x)
- Видеокамеру CCD с прогрессивной разверткой (USB 2.0)
- Программное обеспечение Video

> Постоянное измерение глубины следа износа

- Диапазон глубины: от 20 нм до 250 мкм
- Разрешение по глубине: 20 нм

//// Программное обеспечение Tribo Software

Новое программное обеспечение для NTR^2 специально разработано для трибологических измерений.

> Полный пакет для проведения измерений и анализа результатов

- Отображение в реальном времени силы трения в зависимости от времени и расстояния в течение измерения.
- Настраиваемая частота дискретизации сбора данных силы трения.
- Вычисления Герцевого давления, радиуса контакта и площади контакта (согласно моделированию упругого контакта в ПО ModelX)
- Интегрированные процедуры калибровки силы трения, скорости вращения и датчика радиуса
- Синхронизация первого круга: Каждый тест начинается с той же самой позиции на окружности
- Автоматическое вычисление степени износа образца и статического партнера согласно ожидаемому объему материала при износе и диаметру следа износа на шаре.
- Фильтр «сырых» данных коэффициента трения для улучшения анализа
- Автоматический генератор отчетов
- Экспорт данных в формат ASCII

> Главная особенность: Одновременное отображение текущего цикла и выполнения измерения

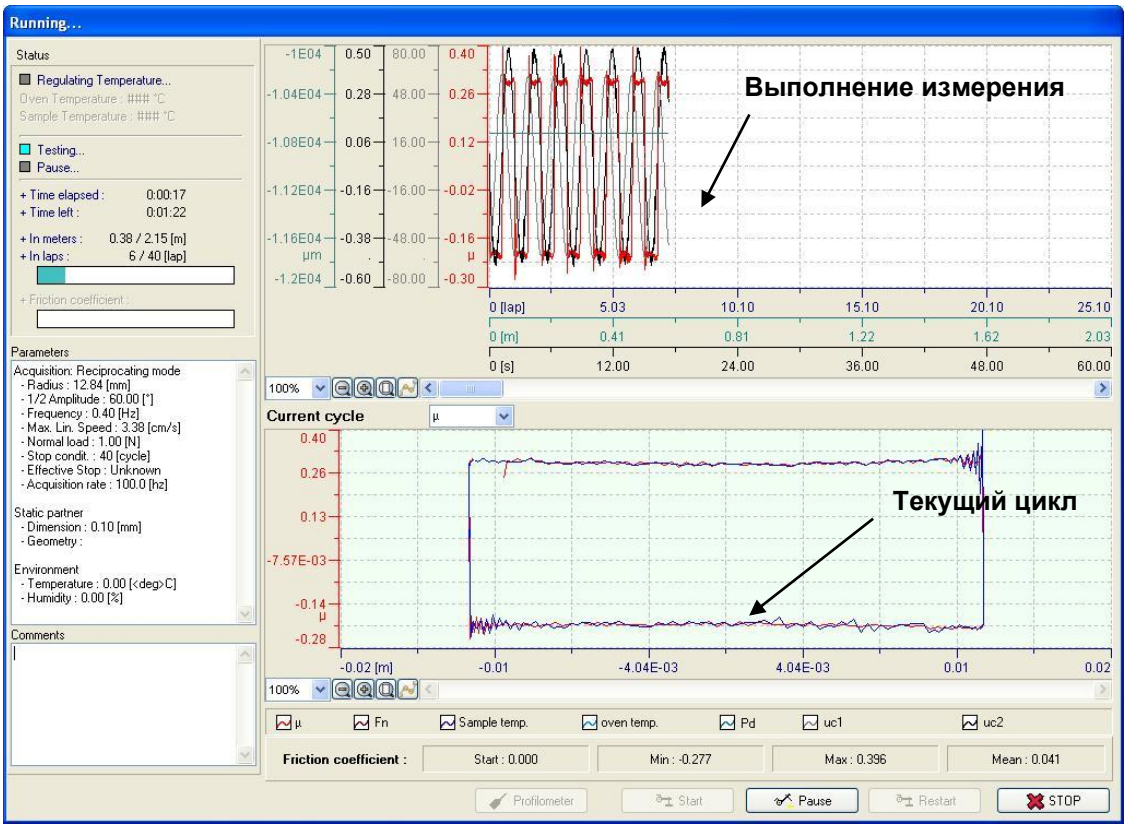
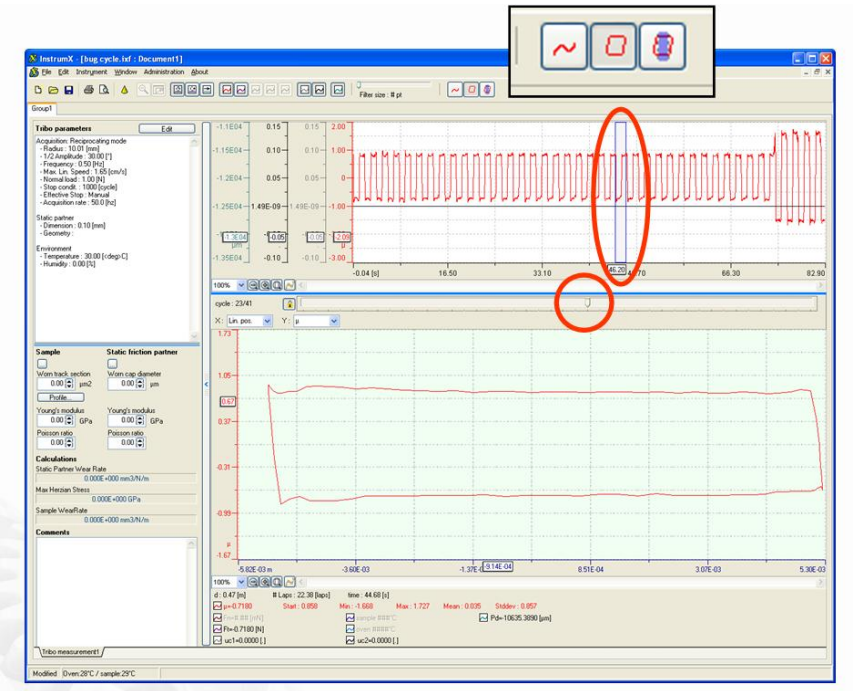


Fig.8 Окна, отображающие Текущий цикл и Выполнение измерения



//// Контакты

//// 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
medlab@nnz.ru
www.medlab.nnz.ru

Copyright CSM Instruments.
Перевод ООО «Ниеншанц-Сайнтифик»

Содержание данного описания может быть изменено без уведомления.