



CSM INSTRUMENTS

Техническое описание 2013

Калотест - Calotest (CAT)



CAT



//// Содержание

//// //// Общая информация.....	3
> Система Calotest включает.....	4
> Компактный Calotest (CATc).....	4
> Промышленный Calotest (CATi).....	4
//// //// Принцип измерений	5
//// //// Прибор Calotest	6
> Компактный Calotest (CATc)	6
> Промышленный Calotest (CATi)	6
//// //// Электромеханические параметры.....	7
> Спецификация Calotest.....	7
> Диапазоны использования	7
//// //// Спецификация суспензий.....	7
//// //// Типы испытаний	8
> Пример анализа толщины	8
//// //// Аксессуары	9
> Состав комплекта визуализации.....	9
> Программное обеспечение.....	9
> Спецификация микроскопа.....	9
//// //// Вычисление толщины (теория).....	10
> Модель Шар/Плоскость	10
> Модель Шар/Цилиндр.....	11
> Модель Шар/Шар	12
//// //// Контактные данные.....	14

//// Общая информация

Прибор Calotest позволяет измерить толщину покрытий за короткое время (1-2 минуты). Он представляет собой идеальный прибор для быстрого и точного определения толщины покрытия.

Прибор Calotest широко используется для анализа покрытий с толщиной между от 0.1 до 50 мкм. Типичные примеры покрытий: CVD, PVD, покрытия плазменного напыления, анодное окисление, ионное напыление, химически и гальванически нанесенные покрытия, полимеры, краски и лаки.

> Система Calotest включает

> Компактный Calotest (CATc)

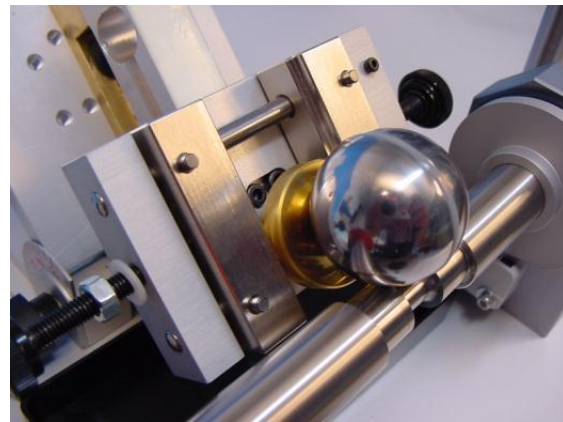
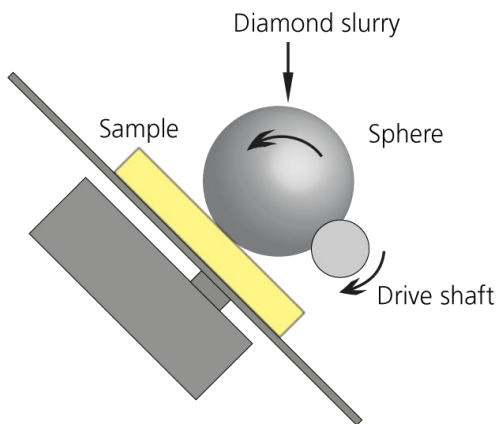
- Универсальный рабочий столик, установленный на блоке электроники.
 - Гидравлический кронштейн.
 - 2 набора шаров Ø 10, 15, 20, 25.4, 30 мм.
 - Суспензия высокого качества (размер алмазных частиц 0.5 - 1 мкм).
 - Супертонкая суспензия (размер алмазных частиц < 0.2 мкм).
- Размер: 24 x 25 см, высота 20 см.
- Общий вес: ~ 12 кг (с блоком электроники, аксессуарами и расходными материалами).

> Промышленный Calotest (CATi)

- Универсальные тиски для образцов.
 - Стенд и гидравлический кронштейн.
 - Блок электроники.
 - 2 набора шаров Ø 10, 15, 20, 25.4, 30 мм.
 - Суспензия высокого качества (размер алмазных частиц 0.5 - 1 мкм).
 - Супертонкая суспензия (размер алмазных частиц < 0.2 мкм).
- Размер: 32 x 25 см, высота 30 см.
- Общий вес: ~ 16 кг (с блоком электроники, аксессуарами и расходными материалами).

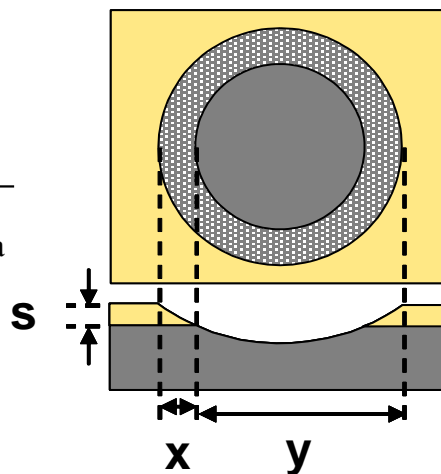
//// Принцип измерений

- Вращающийся шар известного диаметра (шар \varnothing) располагается на поверхности покрытия с заранее выбранной нагрузкой.
- Положение шара по отношению к образцу и нагрузка в зоне контакта постоянно.
- После добавления абразивной суспензии в зону контакта, шар выработывает сферическую лунку в поверхности образца (в покрытии и субстрате).



- Оптический осмотр лунки отображает проекции поверхности разделов покрытия и субстрата. Путем измерения параметров x и y , толщина покрытия = s может быть рассчитана по простому геометрическому уравнению:

$$\text{Толщина } s = \frac{x \cdot y}{\varnothing_{\text{шара}}}$$



//// Прибор Calotest

> Компактный Calotest (CATc)



Рис. 1. Компактный Calotest

> Промышленный Calotest (CATi)

Промышленный Calotest предлагает большой держатель для образца и может подстраиваться под образцы различных размеров и форм.

Для больших образцов, которые слишком велики, чтобы быть установленным на держателе стандартного образца, кронштейн с мотором можно убрать со стенда и зафиксировать на образце используя магнитное основание.



Рис. 2. Промышленный Calotest с блоком управления

//// Электромеханические параметры

> Спецификация Calotest

- Скорость вращения мотора: от 10 до 2990 об/мин
- Размеры рабочего стола: 80 x 80 мм - 45 x 70 мм (Компактный Calotest)
- Диапазоны времени: от 2 сек до 15 мин
- Сила магнитной основы: ~ 700 Н (Промышленный Calotest)
- Шары стандартного диаметра: 10, 15, 20, 25.4, 30 мм
- Электропитание: 105 - 250 В
- Питание мотора: 24 В
- Мощность мотора: 15 Вт
- Частота электросети: 47 - 63 Гц
- Совместим с стандартом VDI 3198

> Диапазоны использования

- Толщина покрытий: от 0.1 до 50 мкм или более
- Точность измерений: от 1 до 5 % (зависит от микроскопа)
- Диаметр кратера: от 0.15 до 2 мм

Точность измерений зависит от следующих причин:

- Качество поверхности (шероховатость) субстрата/или покрытия
- Контакт между различными слоями в покрытии
- Точности оптической системы измерений (микроскопа)

Допуск по измерениям $\pm 5\%$.

//// Спецификация суспензий

В стандартный комплект прибора входит суспензии 2-х типов:

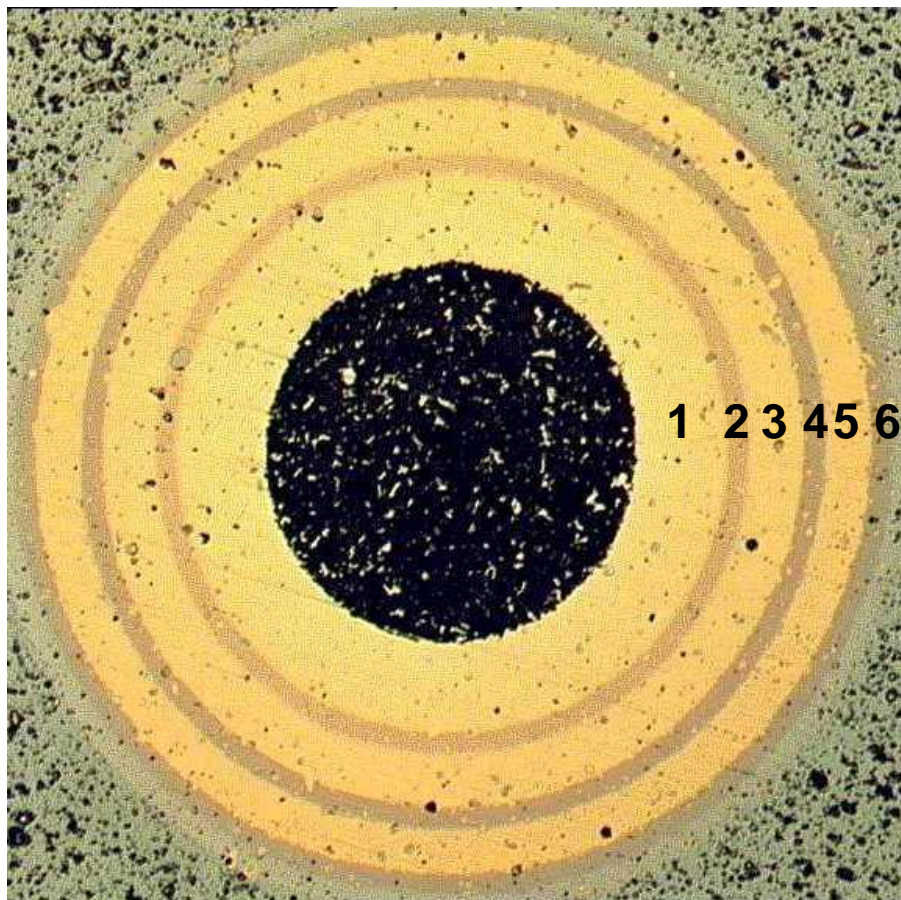
- Супертонкая суспензия: частицы < 0.2 мкм
- Суспензия высокого качества: частицы 0.5 - 1 мкм

//// Типы испытаний

Анализ толщины покрытия (одно- и многослойных) можно проводить обычно 0.1 и 50 мкм.

> Пример анализа толщины

Измерение толщины при помощи Calotest многослойного покрытия TiN - TiCN.



Общая толщина = 3.840 нм

Тощины слоев:

- Слой 1 = 920 нм
- Слой 2 = 240 нм
- Слой 3 = 750 нм
- Слой 4 = 320 нм
- Слой 5 = 750 нм
- Слой 6 = 860 нм

//// Аксессуары

Для точного измерения толщины покрытия, в комплект Calotest можно включить автономный видео-микроскоп с компьютером и программным обеспечением.



> Состав комплекта визуализации

- Отдельный видео-микроскоп на кронштейне
- Цветная видеокамера USB 2.0
- Программное обеспечена для анализа
- Персональный компьютер Dell с установленной системой Windows 7
- 19" ЖК монитор

> Программное обеспечение

- Отображение в реальном времени
- Перекрестья, шкалы, измерение расстояний
- Захват изображений
- Автоматическое вычисление толщины слоев и покрытий

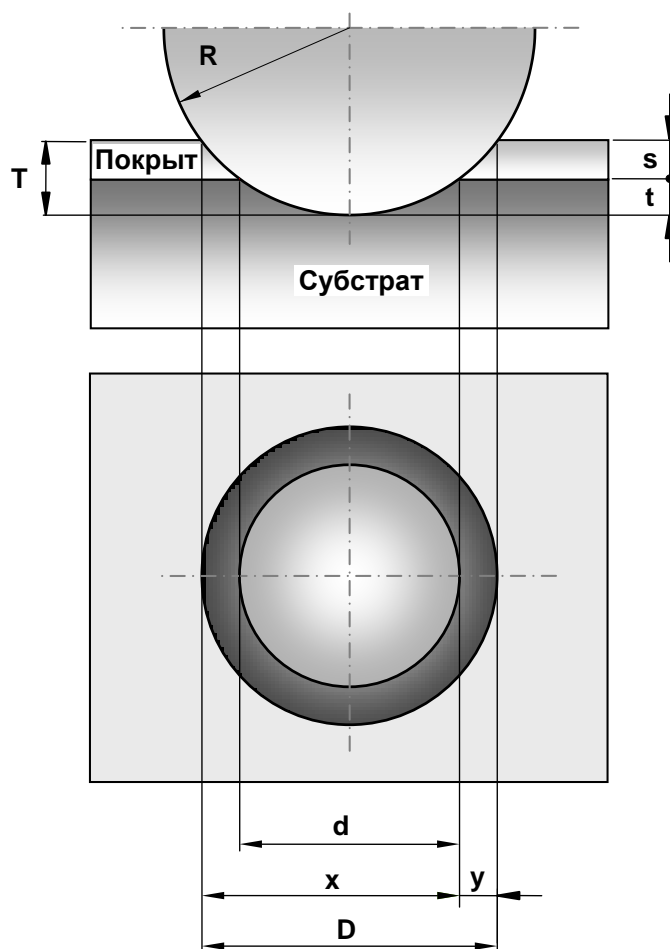
> Спецификация микроскопа

- Объектив Canon 5x для увеличения 200x
- Разрешение видеокамеры: 1280 x 1024 пикселей
- Видимое поле: 1100x800 мкм
- Фокусное расстояние: 28 мм

//// Вычисление толщины (теория)

Calotest можно использовать для определения толщин покрытий на плоских, сферических или цилиндрических образцах. Разные методы вычисления толщины для этих образцов показаны ниже и основаны на стандарте ISO EN 1071-2.

> Модель Шар/Плоскость



Если s толщина покрытия:

$$s = T - t \quad (1)$$

и T общая глубина кратера в образце:

$$T = R - \left(\frac{1}{2} \sqrt{4R^2 - D^2} \right) \quad (2)$$

тогда t , глубина проникновения только в субстрат:

$$t = R - \left(\frac{1}{2} \sqrt{4R^2 - d^2} \right) \quad (3)$$

Из уравнения (1) следует:

$$s = \frac{1}{2} \left(\sqrt{4R^2 - d^2} - \sqrt{4R^2 - D^2} \right) \quad (4)$$



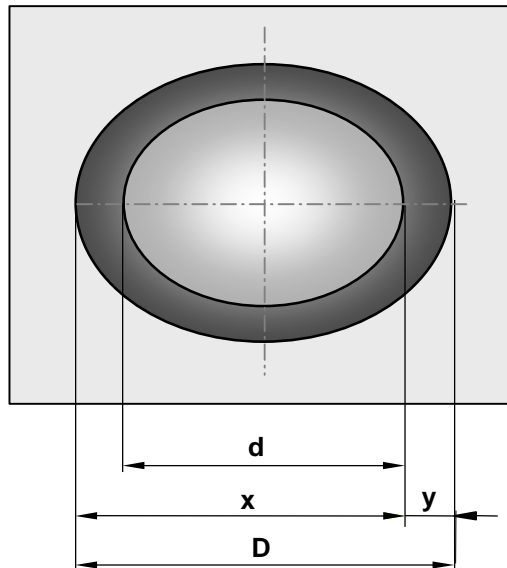
Для тонких пленок, глубина проникновения мала по сравнению с радиусом r шарика. Поэтому, упрощено уравнение будет выглядеть так:

$$s = \frac{D^2 - d^2}{8R}$$

или, после подстановки $D = x + y$ и $d = x - y$

$$s = \frac{xy}{2R}$$

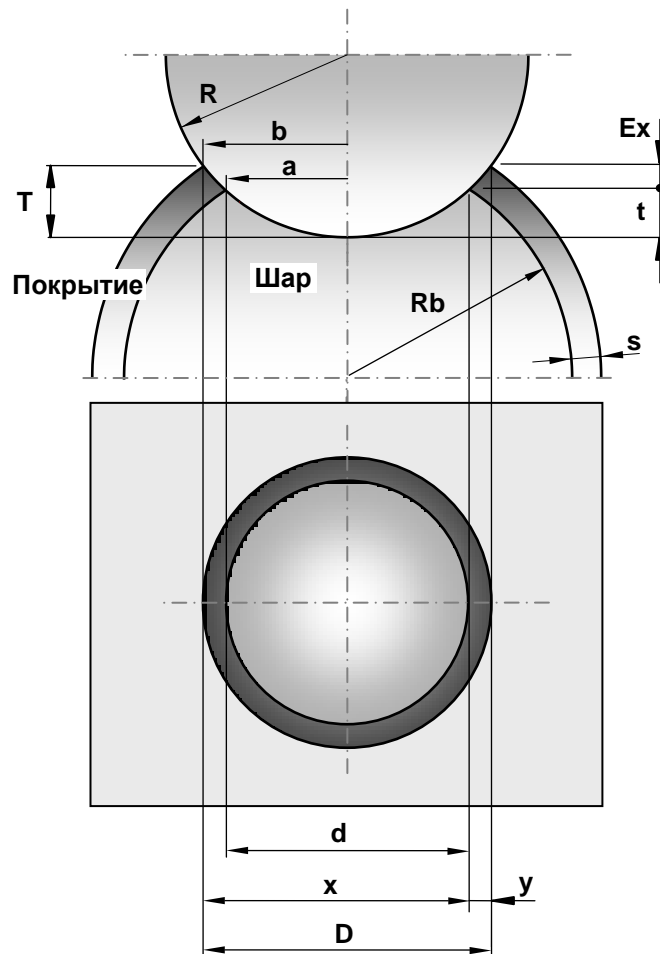
> Модель Шар/Цилиндр



Для уравнений, модель такая же, как для шара/плоской модели.

Различие только в том, что для расчёта толщины покрытия нужно использовать измерение большие диаметры (длины эллипсов).

> Модель Шар/Шар



Принимаем соотношение:
$$Ex_1 = R \left(\sqrt{1 - \frac{a^2}{R^2}} - \sqrt{1 - \frac{b^2}{R^2}} \right) \quad (1)$$

И также:
$$Ex_2 = (Rb + s) \left(\sqrt{1 - \frac{b^2}{(Rb + s)^2}} \right) - Rb \left(\sqrt{1 - \frac{a^2}{Rb^2}} \right) \quad (2)$$

При аппроксимации, если $a \ll R$ и $b \ll R$ the можно использовать следующее упрощение:

$$\left\{ \begin{array}{l} (1-x)^n = 1 - nx + \frac{n(n-1)}{2!}x^2 - \frac{n(n-1)(n-2)}{3!}x^3 + \dots \\ x \ll 1 \end{array} \right.$$

Тогда уравнение (1) примет вид:

$$Ex_1 = \frac{b^2 - a^2}{2R} \quad (3)$$

И уравнение (2) примет вид:

$$Ex_2 = s - \frac{b^2}{2(Rb + s)} + \frac{a^2}{2Rb} \quad (4)$$

Принимая, что $s \ll Rb$ в уравнении (4) получает:

$$Ex_2 = s - \frac{b^2 - a^2}{2Rb} \quad (5)$$

Так как $Ex_1 = Ex_2$, сравниваем уравнения (3) и (5):

$$\frac{b^2 - a^2}{2R} = e - \frac{b^2 - a^2}{2Rb}$$
$$e = \frac{b^2 - a^2}{2} \left(\frac{1}{Rb} + \frac{1}{R} \right)$$

определяем:

$$\begin{cases} x = b + a \\ y = b - a \end{cases}$$

Можно написать следующее уравнение:

$$s = \frac{xy}{2} \left(\frac{1}{Rb} + \frac{1}{R} \right)$$



Если Rb определено для плоской поверхности (шар на плоскости), уравнение становится:

$$s = \frac{xy}{2R}$$

//// 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.

lab equip@nnz.ru

www.medlab.nnz.ru

Copyright CSM Instruments.

Перевод ООО «Ниеншанц-Сайнтифик» 2013

Содержание данного описания может быть изменено без уведомления.