Приложение № 34 к протоколу

МГС № 47-2015

**ИНФОРМАЦИЯ**

**О работах, проведенных в рамках выполненной программы «Создание эталонов единицы длины нового поколения в диапазоне 10-9÷10-4 м на 2013-2015 годы» в период с октября 2014 г. по январь 2015 г.**

**ФГУП «ВНИИМС»:**

**Тема: «Совершенствование Государственного первичного специального эталона единицы длины в области измерений параметров шероховатости Rmax, Rz, Ra в диапазоне 10-6÷10-9 м».**

В части совершенствования эталонной базы в области измерений геометрических величин проводились работы по совершенствованию государственного первичного специального эталона единицы длины в области измерений параметров шероховатости Rmax, Rz, и Ra (ГЭТ 113-2010) в диапазоне длин от 1 нм до 1000нм.

В соответствии с календарным планом на 4 кв. проведена подготовка усовершенствованного Государственного первичного специального эталона единицы длины в области измерений параметров шероховатости Rmax, Rz, и Ra к утверждению.

Для этого приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 14.11.2014 г. № 1822 была назначена комиссия, которая провела приемку Государственного первичного специального эталона единицы длины в области измерений параметров шероховатости Rmax, Rz, и Ra.

Комиссии были представлены:

- эталон, предназначенный для воспроизведения, хранения и передачи единицы длины в области измерений параметров шероховатости Rmax, Rz, и Ra;

- материалы исследований эталона;

- доклад Федеральному агентству по техническому регулированию и метрологии;

* паспорт эталона;
* правила хранения и применения эталона;
* рекомендация о назначении ученого хранителя эталона;
* решение научно-технического совета ФГУП «ВНИИМС» от 27 ноября 2014 г. (протокол № 7);

проект нормативного документа ГОСТ Р……..«Государственная поверочная схема для средств измерений параметров шероховатости Rmax, Rz в диапазоне от 0,001 до 3000 мкм и Ra в диапазоне от 0,001 до 750 мкм»;

* демонстрационные материалы к докладу.

В результате ознакомления с эталоном и документацией к нему, а также рассмотрения материалов исследований эталона, комиссия установила:

1. Эталон состоит из:

- *в диапазоне 0,001 – 50 мкм* - модернизированного сканирующего зондового микроскопа «НаноСкан-3Di» (рис. 1);

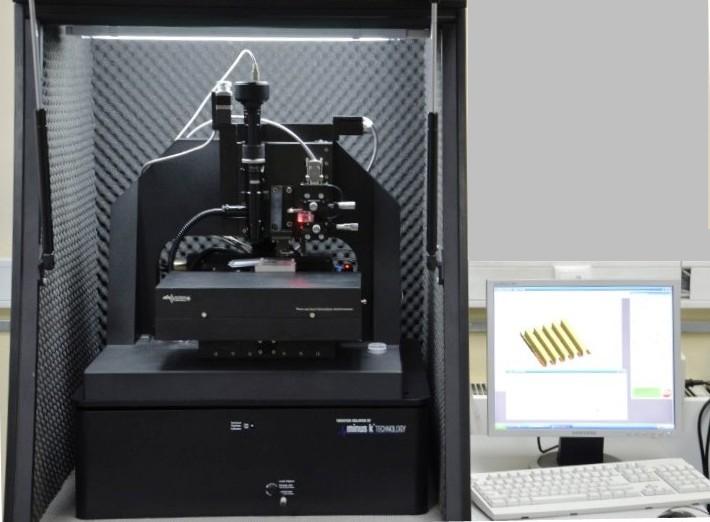


Рисунок 1. Внешний вид модернизированного сканирующего зондового микроскопа «НаноСкан-3Di»

- *в диапазоне 0,0015 – 3 мкм* - модернизированного автоматизированного интерференционного микроскопа МИА-М1 (рис.2);



Рисунок 2. Внешний вид модернизированного автоматизированного интерференционного микроскопа МИА-М1

- *в диапазоне 0,025 – 0,1 мкм* - модернизированного прецизионного контактного профилометра нанометрового диапазона Talystep (рис.3);



Рисунок 3. Внешний вид модернизированного прецизионного контактного профилометра нанометрового диапазона Talystep

- *в диапазоне 1,0 – 3000 мкм* - модернизированного контактного широкодиапазонного профилометра Form TalySurf (рис.4)

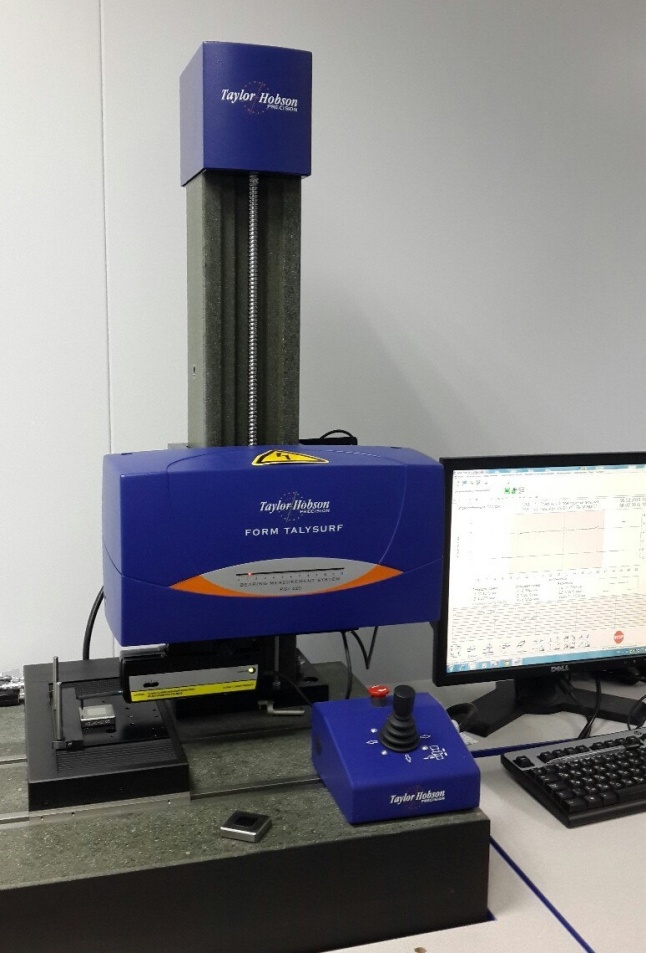


Рисунок 4. Внешний вид модернизированного контактного широкодиапазонного профилометра Form TalySurf

***Эталонная установка на базе модернизированного сканирующего зондового микроскопа «НаноСкан-3Di» (диапазон 0,001 - 50 мкм)***

Измерение рельефа поверхности сканирующим зондовым микроскопом «НаноСкан-3Di» осуществляется путем построчного сканирования участка поверхности измерительным зондом с записью сигнала обратной связи.

Блок схема эталонной установки на базе модернизированного сканирующего зондового микроскопа «НаноСкан-3Di» приведена на рисунке 5.

Измерительный зонд

Нанопозиционер (пьезостол)

Интерферометр

Вычислительный блок

Компьютер

Рисунок 5. Блок-схема эталонной установки на базе модернизированного сканирующего зондового микроскопа «НаноСкан-3Di»

Состав модернизированного сканирующего зондового микроскопа «НаноСкан-3Di» приведен на рисунке 6.

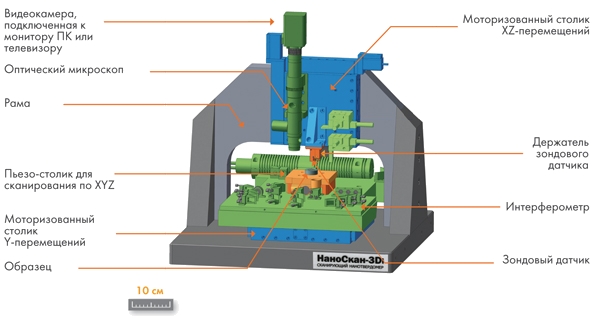


Рисунок 6. Состав эталонной установки на базе модернизированного сканирующего зондового микроскопа «НаноСкан-3Di»

Две величины используются в качестве измеряемого сигнала: *A* ‑ разность между амплитудой свободных колебаний зонда *A0* и амплитудой установившихся колебаний при контакте с поверхностью *Ac*; и *F* ‑ разность между частотой свободных колебаний зонда *F0* и частотой установившихся колебаний при контакте с поверхностью *Fc*. Обратная связь поддерживает постоянными заданное значение величин *А* и *F*. Для перемещения зонда используются прецизионный пьезокерамический нанопозиционер, на который по цепи обратной связи подается сигнал. Профиль поверхности получается посредством регистрации этих перемещений с помощью лазерного интерферометра.

Фазовый сдвиг, полученный на выходе алгебраического модуля блока обработки сигналов, используется для расчета текущего перемещения по формуле:

,

где *R* – текущее перемещение,

*λ* – длина волны лазера,

*N* – целое число периодов интерференционной полосы,

*δ* – текущий фазовый сдвиг.

При модернизации:

- в прибор встроен 3-координатный гетеродинный лазерный интерферометр, который измеряет перемещения нанопозиционера по трем осям, и блок обработки сигналов для оценки данных, полученных с интерферометра;

- в программное обеспечение добавлена возможность анализа данных с интерферометра;

- исследованы и скомпенсированы систематические составляющие погрешности прибора, обусловленные наличием интерферометра.

**Эталонная установка на базе модернизированного автоматизированного интерференционного микроскопа МИА-М1 (диапазон 0,015 – 3 мкм)**

Интерференционный микроскоп МИИ-4 был заменен на модернизированный автоматизированный интерференционный микроскоп МИА-М1.

Блок схема эталонной установки на базе модернизированного автоматизированного интерференционного микроскпопа приведена на рисунке 7.

Предметный столик

Блок пьезопривода

Измерительный блок

Регистрирующее устройство

Рисунок 7. Блок-схема эталонной установки на базе модернизированного автоматизированного интерференционного микроскопа МИА-М1

Устройство модернизированного автоматизированного интерференционного микроскопа МИА-М1 приведен на рисунке 8.

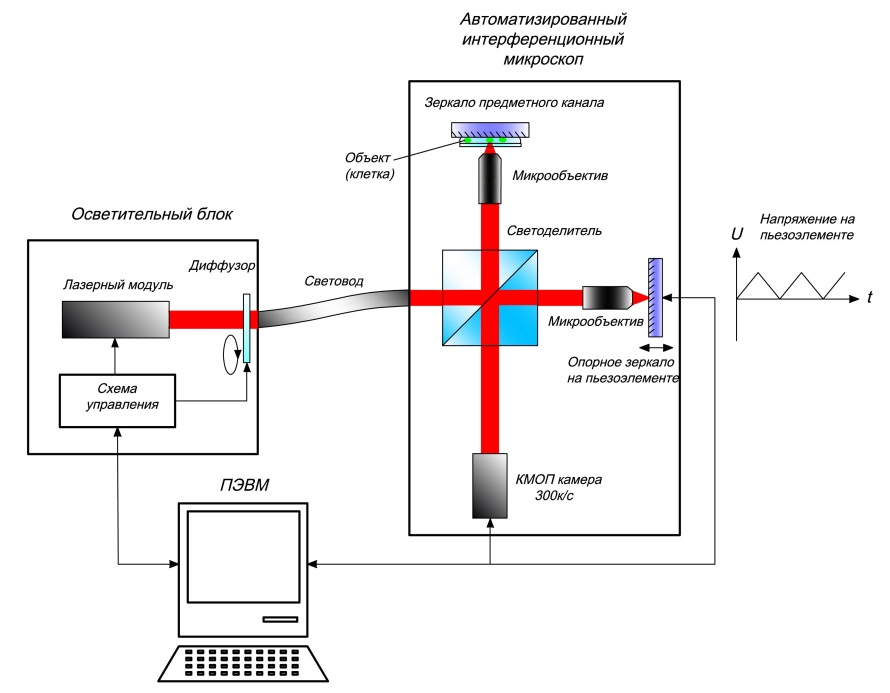


Рисунок 8. Устройство эталонной установки на базе модернизированного автоматизированного интерференционного микроскопа МИА-М1

Принцип действия микроскопа основан на интерференции световых пучков лазерного излучения, отраженных от опорного зеркала и поверхности измеряемого изделия. Основой микроскопа является микроинтерферометр, построенный по схеме интерферометра Линника. Для расширения диапазона и повышения точности измерений реализован метод дискретного фазового сдвига при помощи управляемого от компьютера зеркала на пьезоэлементе (пьезозеркала), встроенного в опорное плечо микроинтерферометра. Интерференционные картины при различных положениях пьезозеркала регистрируются с помощью встроенной цифровой видеокамеры, оцифровываются и передаются в персональный компьютер (ПК), где производится их автоматическая обработка.

В результате обработки восстанавливается оптическая разность хода, соответствующая измеряемому профилю поверхности.

Результаты измерений, в виде профилей исследуемых объектов (графиков сечений), псевдоцветовых карт и текстовой информации, отображаются на экране компьютера.



где *H(x,y)* – высота профиля,

*λ* – длина волны источника излучения,

*Φ(x,y)* – значение фазы.

2. Эталон обеспечивает воспроизведение, хранение и передачу единицы длины параметров шероховатости Rmax, Rz, и Ra со следующими значениями метрологических характеристик:

Диапазон значений длины, в котором воспроизводится единица, составляет от 0,001 до 3000 мкм.

Первичный эталон в комплексе обеспечивает воспроизведение единицы длины в области измерений параметров шероховатости:

- Rmax и Rz в диапазоне 0,001 ÷ 50 мкм; Ra от 0,001 ÷ 12,5 мкм со средним квадратическим отклонением результата измерений *S*, не превышающим 0,0002 мкм при 20 независимых наблюдениях и неисключенной систематической погрешностью θ, не превышающей 0,0014 мкм;

- Rmax и Rz в диапазоне 0,0015 ÷ 3 мкм; Ra от 0,001 ÷ 0,75 мкм со средним квадратическим отклонением результата измерений *S*, не превышающим 0,0002 мкм при 20 независимых наблюдениях и неисключенной систематической погрешностью θ, не превышающей 0,0013 мкм;

- Rmax и Rz в диапазоне 0,025 ÷ 0,1 мкм; Ra от 0,006 ÷ 0,025 мкм со средним квадратическим отклонением результата измерений *S*, не превышающим 0,0015 мкм при 20 независимых наблюдениях и неисключенной систематической погрешностью θ, не превышающей 0,0012 мкм;

- Rmax и Rz в диапазоне 1 ÷ 3000 мкм; Ra от 0,4 ÷ 750 мкм – со средним квадратическим отклонением результата измерений, не превышающим 0,04 мкм при 20 независимых наблюдениях и неисключенной систематической погрешностью θ, не превышающей 0,013 мкм;

Стандартная неопределенность:

оцененную по типу А, uA:

- в диапазоне 0,001 ÷ 50 мкм 0,2⋅10-3 мкм;

- в диапазоне 0,0015 ÷ 3 мкм 0,2⋅10-3 мкм;

- в диапазоне 0,025 ÷ 0,1 мкм 1,5⋅10-3 мкм;

- в диапазоне 1 ÷ 3000 мкм 4,0⋅10-2 мкм;

оцененная по типу В, uB:

- в диапазоне 0,001 ÷ 50 мкм 1,4⋅10-3 мкм;

- в диапазоне 0,0015 ÷ 3 мкм 1,3⋅10-3 мкм;

- в диапазоне 0,025 ÷ 0,1 мкм 1,2⋅10-3 мкм;

- в диапазоне 1 ÷ 3000 мкм 1,3⋅10-2 мкм;

Суммарная стандартная неопределенность:

- в диапазоне 0,001 ÷ 50 мкм 1,4⋅10-3 мкм;

- в диапазоне 0,0015 ÷ 3 мкм 1,3⋅10-3 мкм;

- в диапазоне 0,025 ÷ 0,1 мкм 1,9⋅10-3 мкм;

- в диапазоне 1 ÷ 3000 мкм 4,2⋅10-2 мкм;

Расширенная неопределенность при К=3, U:

- в диапазоне 0,001 ÷ 0,025 мкм 4,2⋅10-3 мкм;

- в диапазоне 0,0015 ÷ 3 мкм 3,9⋅10-3 мкм;

- в диапазоне 0,025 ÷ 0,1 мкм 5,7⋅10-3 мкм;

- в диапазоне 1 ÷ 3000 мкм 12,6⋅10-2 мкм

1. Вся аппаратура, входящая в состав эталона единицы длины в области измерений параметров шероховатости Rmax, Rz, и Ra, исследована и находится в рабочем состоянии.
2. Условия хранения и применения эталона соответствуют требованиям, установленным «Правилами хранения и применения».
3. Уровень эталона соответствует современным достижениям развития отечественной и зарубежной науки и техники.
4. Достигнутые точности воспроизведения и передачи единицы длины в области измерений параметров шероховатости Rmax, Rz, и Ra соответствуют потребностям данной области измерений.

На основании вышеизложенного комиссия рекомендовала Федеральному агентству по техническому регулированию и метрологии утвердить Государственный первичный специальный эталон единицы длины для параметров шероховатости Rmax, Rz, и Ra с новыми метрологическими характеристиками.

На основании заключения комиссии усовершенствованный эталон и разработанная к нему документация были представлены в Росстандарт для рассмотрения на заседании научно-технической комиссии по метрологии и измерительной технике.

Для представления эталона на НТК были подготовлены материалы к заседанию НТК, проект протокола заседания НТК, доклад и демонстрационные материалы.

В соответствии с Приказом Росстандарта №118 от 29.01.2015 г. был утвержден Государственный первичный специальный эталон единицы длины в области измерений параметров шероховатости Rmax, Rz, Ra ГЭТ 113-2014 взамен ГЭТ 113-2010.