

ФГБУ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»  
ФГБУ «ВНИИМС»

СОГЛАСОВАНО  
Заместитель, директора  
по производственной метрологии  
ФГБУ «ВНИИМС»  
А.Е. Коломин  
08 августа 2022 г.



**МОДУЛЬ АНАЛИЗА ПОВЕРХНОСТИ КРИСТАЛЛОВ И  
ПЛАСТИН - СТИЛУСНЫЙ ПРОФИЛОМЕТР  
KLA-Tencor P-17**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

**МП 203-30-2022**

МОСКВА, 2022 г.

## 1. Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на модуль анализа поверхности кристаллов и пластин - стилусный профилометр KLA-Tencor P-17 (далее - прибор) и устанавливает методы и средства его первичной и периодической поверок.

1.1. Методика поверки распространяется на прибор с диапазоном измерений параметра шероховатости Ra от 0,001 до 90 мкм.

1.2. Прибор модуль анализа поверхности кристаллов и пластин - стилусный профилометр KLA-Tencor P-17 не относится к многоканальным измерительным системам, многопредельным и многодиапазонным средствам измерений, не состоит из нескольких автономных блоков и не предназначены для измерений (воспроизведения) нескольких величин. Поверка отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава средства измерений для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений не предусмотрена.

1.3. Прибор до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта подлежит первичной поверке, в процессе эксплуатации – периодической поверке.

1.4. Обеспечение прослеживаемости поверяемого прибора к Государственному первичному эталону осуществляется методом прямых измерений посредством эталонных мер шероховатости в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений параметров шероховатости Rmax, Rz в диапазоне от 0,001 до 12000 мкм и Ra в диапазоне от 0,001 до 3000 мкм, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06.11.2019 г. № 2657.

## 2. Перечень операций поверки средства измерений

При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7	да	да
Опробование	8	да	да
Проверка программного обеспечения	9	да	да
Определение метрологических характеристик	10		
Определение относительной погрешности измерений параметра Ra	10.1	да	да
Определение абсолютной погрешности измерений высот неровностей	10.2	да	да

Определение повторяемости результатов измерений высот неровностей	10.3	да	нет
---	------	----	-----

### 3. Требования к условиям проведения поверки

Поверка проводится в нормальных условиях применения приборов:

- температура окружающего воздуха, °С 20±2
- относительная влажность окружающего воздуха, %, не более 80

Приборы выдерживают не менее 1 ч в помещении, где проводят поверку.

### 4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению измерений при поверке и к обработке результатов измерений допускаются лица, имеющие квалификацию поверителя, изучившие порядок работы с прибором, а также знающие требования настоящей методики, и работающие в организации, аккредитованной на право проведения поверки средств измерений. Для проведения поверки прибора достаточно одного поверителя.

### 5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.8 Контроль условий поверки	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от 15 до 25 °С, абсолютная погрешность не более 1°С	Термогигрометр ИВА-6Н, модификации ИВА-6НР, рег. № 13561-01
10.1 Определение относительной погрешности прибора при измерении параметра шероховатости Ra	Эталонные меры шероховатости поверхности 1-го разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений параметров шероховатости Rmax, Rz в диапазоне от 0,001 до 12000 мкм и Ra в диапазоне от 0,001 до 3000 мкм, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06.11.2019 г. № 2657	Меры шероховатости эталонные ПРО-10, Рег. № 66933-17 Номинальные значения параметра шероховатости Ra от 0,001 до 400 мкм, пределы допускаемой относительной погрешности параметра Ra ±3%
10.2 Определение погрешности измерений высот неровностей		Мера для поверки приборов для измерений шероховатости поверхности PEN-10-1, Рег № 52740-13 Номинальное значение параметра шероховатости Rmax 10 мкм. Пределы допускаемого отклонения параметра Rmax ±0,05 мкм.



10.4 Определение повторяемости результатов измерений высот неровностей	Эталонные меры шероховатости поверхности 1-го разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений параметров шероховатости R <sub>max</sub> , Rz в диапазоне от 0,001 до 12000 мкм и Ra в диапазоне от 0,001 до 3000 мкм, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06.11.2019 г. № 2657	Мера для поверки приборов для измерений шероховатости поверхности PEN-10-1, Рег № 52740-13  Номинальное значение параметра шероховатости R <sub>max</sub> 10 мкм. Пределы допускаемого отклонения параметра R <sub>max</sub> ±0,05 мкм. Мера периода и высоты линейная TGZ1, рег. № 41678-09. Пределы допускаемых значений абсолютной погрешности определения высоты выступов в рельефе шаговых структур ±2 нм
Примечание: Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

#### 6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки приборов должны соблюдаться следующие требования:

- при подготовке к проведению поверки должны быть соблюдены требования безопасной работы с летучими жидкостями, к которым относятся этиловый спирт (ректификат) с этиловым эфиром, используемые для промывки мер;
- этиловый спирт (ректификат) хранят с плотно закрытой металлической крышкой, в количестве не более однодневной нормы, требуемой для промывки.

#### 7. Внешний осмотр

При внешнем осмотре СИ должно быть установлено соответствие прибора следующим требованиям:

- наружные поверхности прибора не должны иметь дефектов, влияющих на его эксплуатационные характеристики;
- комплектность прибора должна соответствовать требованиям технической документации;
- производится осмотр иглы датчика на наличие сколов и дефектов и промывка алмазной иглы спиртом методом полива.
- 

#### 8. Подготовка к поверке и опробование

Поверяемый прибор и средства поверки следует подготовить к работе в соответствии с технической документацией на них.

Опробование прибора произвести согласно Руководству по эксплуатации на модуль анализа поверхности кристаллов и пластин - стилусный профилометр KLA-Tencor P-17.

## 9. Проверка программного обеспечения

9.1 Проверка ПО модуля анализа поверхности кристаллов и пластин - стилусного профилометра KLA-Tencor P-17.

Результат проверки ПО считается положительным, если полученные на дисплее идентификационные данные ПО и номер версии соответствуют указанным в описании типа.

## 10. Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение относительной погрешности прибора при измерении параметра шероховатости Ra.

Определение относительной погрешности прибора при измерении параметра шероховатости Ra производить при помощи эталонных мер шероховатости 1-го разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений параметров шероховатости Rmax, Rz в диапазоне от 0,001 до 12000 мкм и Ra в диапазоне от 0,001 до 3000 мкм, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06.11.2019 г. № 2657.

Установить эталонную меру ПРО-10 на прибор и провести измерения параметров Ra на 10 равномерно расположенных длинах измерений в пределах рабочего участка эталонной меры.

Среднее значение параметра  $\bar{Ra}_{np}$  определить по формуле:

$$\bar{Ra}_{np} = \frac{\sum_{i=1}^m Ra_{np}^i}{n}, \quad (1)$$

где n- количество длин измерений,

$Ra_{np}$  – измеренное i-тое значение параметра шероховатости.

Относительную погрешность в процентах определить по формуле:

$$\bar{Ra}_{np} = \frac{\bar{Ra}_{np} - Ra_{обр}}{Ra_{обр}} \cdot 100, \quad (2)$$

где  $Ra_{обр}$  - действительное значение параметра Ra эталонной меры, взятое из свидетельства о поверке на меру, мкм.

10.2 Определение погрешности измерений высот неровностей.

Определение погрешности измерений высот неровностей осуществляется методом прямых измерений с использованием меры для поверки приборов для измерений шероховатости поверхности PEN 10-1

Установить эталонную меру шероховатости и провести измерения высоты неровности  $H_i$  в 10 равномерно расположенных участках в пределах рабочей зоны меры.

Определить среднее значение высоты меры по формуле:

$$H_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^n H_i}{n}. \quad (3)$$



Определить абсолютную погрешность измерений высоты неровностей определить по формуле:

$$\Delta H = H_{\text{ср}} - H_{\text{дс}}, \quad (4)$$

где  $H_{\text{дс}}$  - действительное значение высоты неровностей меры, указанное в свидетельстве о поверке на неё.

10.3 Прибор считается поверенным, если относительная погрешность прибора при измерении параметра шероховатости  $R_a$  находится в пределах  $\pm 5\%$ , а абсолютная погрешность измерений высот неровностей находится в пределах  $\pm(0,006+L/20)$  мкм, где  $L$  –измеряемая высота неровностей в нм.

10.4 Определение повторяемости результатов измерений высот неровностей

Определение повторяемости результатов измерений высот неровностей менее 1 мкм осуществляется методом прямых измерений меры периода и высоты линейной TGZ1, рег. № 41678-09, высот неровностей более 1 мкм с помощью меры для поверки приборов для измерений шероховатости поверхности PEN 10-1.

Повторяемость  $S$  результатов измерений высоты неровностей менее 1 мкм определить по формуле

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (H_i - H_{\text{ср}})^2}{n-1}}, \text{ где}$$

$H_i$  - результат измерений высоты меры при  $i$ -м измерении

$H_{\text{ср}}$  - среднее значение высоты меры по  $n$  измерениям

Повторяемость  $S$  результатов измерений высоты неровностей более 1 мкм определить по формуле

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (H_i - H_{\text{ср}})^2}{n-1}} \cdot \frac{100}{H_{\text{ср}}} \%$$

10.5 Прибор считается поверенным, если повторяемость результатов измерений мер до 1 мкм не более 2,5 нм, а мер с высотой неровностей более 1 мкм не превышает 2,5 %.

## 11. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Прибор считается прошедшим поверку, если по пункту 10 соответствует заявленным требованиям.

В случае подтверждения соответствия метрологических требований прибора, результаты поверки считаются положительными, и прибор признают пригодным к применению.

В случае, если соответствие метрологическим требованиям прибора не подтверждено, результаты поверки считаются отрицательными и прибор признают не пригодным к применению.

## 12. Оформление результатов поверки

12.1. Результаты поверки оформляются протоколом, составленным в произвольной форме и содержащим результаты по каждой операции, указанной в таблице 1.

12.2. При положительных результатах поверки сведения о результатах поверки средства измерений передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. В соответствии с действующим законодательством допускается выдача свидетельства о поверке и (или) внесение записи о проведенной поверке в паспорт средства измерений.

12.3. При отрицательных результатах поверки сведения о результатах поверки средства измерений передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. В соответствии с действующим законодательством допускается выдача извещения о непригодности к применению средства измерений с указанием основных причин непригодности.

Зам. начальника отдела 203  
ИЦ ФГБУ «ВНИИМС»



Н.А. Табачникова

Начальник лаборатории 203/5  
ЦИ ФГБУ «ВНИИМС»



Д.А. Карабанов