

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Профилометры оптические ContourGT-K

#### Назначение средства измерений

Профилометры оптические ContourGT-K (далее по тексту – профилометры) предназначены для измерений линейных размеров и проведения бесконтактного неразрушающего анализа рельефа поверхностей объектов.

#### Описание средства измерений

Принцип действия профилометров основан на интерференции световых пучков лазерного излучения, отраженного от опорного зеркала и поверхности измеряемого изделия. Интерференционные картины при различных положениях пьезо зеркала регистрируются с помощью встроенной цифровой ПЗС-камеры, оцифровываются и поступают в персональный компьютер (ПЭВМ), где производится их автоматическая обработка. В результате обработки восстанавливается оптическая разность хода, соответствующая измеряемому профилю поверхности.

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

В профилометрах реализовано два метода исследования: интерферометрия фазового контраста и вертикальная сканирующая интерферометрия.

В методе вертикальной сканирующей интерферометрии используется источник оптического излучения с широким спектром (белый светодиод). В основе метода лежит вертикальное перемещение объектива встроенным приводом с одновременной регистрацией изображения камерой. Каждая точка поверхности оказывается в фокусе, модуляция интерферирующих сигналов достигает максимума, после чего спадает по мере выхода объектива из зоны фокуса. Высота каждой точки поверхности определяется системой по положению объектива в области максимальной модуляции.

В методе интерферометрии фазового контраста используется источник оптического излучения с узким спектром (зеленый светодиод). В этом методе во время цикла измерения система прецизионного позиционирования объектива изменяет оптическую длину пути луча. Каждое такое изменение приводит к сдвигу интерференционных полос. Данные сдвиги регистрируются камерой в виде серии интерферограмм, которые с помощью программной обработки преобразуются в топографию поверхности.

В составе профилометра находится три вида тубусных линз (1.0X, 0.55X, 2.0X) и три интерферометрических объектива (5x, 20x, 50x). Используя различные комбинации объективов и тубусных линз, можно получить объективы с различными увеличениями. В основе измерений при использовании объективов с увеличением 2,75x крат, 5x крат, 10x крат лежит оптическая схема интерферометра Майкельсона, при использовании объективов с увеличениями 11x крат, 20x крат, 27,5x крат, 40x крат, 50x крат, 100x крат - интерферометра Миро.



Рисунок 1 – Общий вид профилометров оптических ContourGT-K с указанием места нанесения маркировки



Рисунок 2 – Профилометр оптический ContourGT-K (вид сзади) с указанием мест нанесения маркировки и знака поверки

Пломбирование профилометров не предусмотрено.

### **Программное обеспечение**

Профилометры функционируют под управлением специального программного обеспечения (ПО) Vision64, установленного на внешний компьютер. ПО управляет настройками оборудования, анализирует данные и обеспечивает графическое представление результатов. Оно предоставляет возможности полной настройки представления данных и позволяет сохранять результаты анализа в базу данных. Настройки измерений и анализа сохраняются в конфигурационных файлах для дальнейшего использования.

Идентификационные данные программного обеспечения представлены в таблице 1.

Таблица 1

| Идентификационные данные (признаки)                             | Значение    |
|-----------------------------------------------------------------|-------------|
| Идентификационное наименование ПО                               | Vision64    |
| Номер версии (идентификационный номер )ПО                       | 5.41 и выше |
| Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода) | -           |
| Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО                 | -           |

Программное обеспечение записано в энергонезависимой памяти персонального компьютера. Установка обновленных версий ПО допускается только представителями предприятия – изготовителя.

Защита программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «низкий» согласно Р 50.2.077-2014.

### Метрологические и технические характеристики

Таблица 2

| Наименование характеристики                                                                                                                                                  | Значение характеристики                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Поле зрения объектива по осям X/Y, мкм<br>2,75 x<br>5 x<br>10 x<br>11 x<br>20 x<br>27,5 x<br>40 x<br>50 x<br>100 x                                                           | 2409/2048<br>1220/1060<br>613/425<br>316/242<br>228/173<br>154/118<br>126/95<br>126/95<br>53/45 |
| Предел среднего квадратического отклонения измерений поля зрения для всех объективов по осям X/Y, %                                                                          | 5                                                                                               |
| Диапазон показаний линейных размеров по вертикали для всех объективов(ось Z), нм                                                                                             | от 0,1 до 95300000                                                                              |
| Диапазон измерений линейных размеров по вертикали для всех объективов(ось Z), нм                                                                                             | от 19,9 до 1800                                                                                 |
| Пределы допускаемой относительно погрешности измерений линейных размеров по вертикали (ось Z), %<br>2,75 x<br>5 x<br>10 x<br>11 x<br>20 x<br>27,5 x<br>40 x<br>50 x<br>100 x | ±15<br>±17<br>±16<br>±15<br>±9<br>±14<br>±11<br>±12<br>±9                                       |

|                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Диапазон показаний линейных размеров по горизонтали (оси X, Y), мкм</p> <p>2,75 x</p> <p>5 x</p> <p>10 x</p> <p>11 x</p> <p>20 x</p> <p>27,5 x</p> <p>40 x</p> <p>50 x</p> <p>100 x</p> | <p>от 1 до 2048</p> <p>от 1 до 1060</p> <p>от 1 до 500</p> <p>от 1 до 400</p> <p>от 0,5 до 300</p> <p>от 0,5 до 240</p> <p>от 0,4 до 150</p> <p>от 0,3 до 120</p> <p>от 0,2 до 50</p> |
| <p>Диапазон измерений линейных размеров по горизонтали (оси X, Y), мкм</p> <p>2,75 x</p> <p>5 x</p> <p>10 x</p> <p>11 x</p> <p>20 x</p> <p>27,5 x</p> <p>40 x</p> <p>50 x</p> <p>100 x</p> | <p>от 100 до 1000</p> <p>от 100 до 1000</p> <p>от 100 до 600</p> <p>от 100 до 600</p> <p>от 100 до 300</p> <p>от 3 до 240</p> <p>от 3 до 150</p> <p>от 3 до 120</p> <p>от 3 до 40</p> |
| <p>Диапазон показаний линейных размеров по горизонтали (оси X, Y), мкм</p> <p>2,75 x</p> <p>5 x</p> <p>10 x</p> <p>11 x</p> <p>20 x</p> <p>27,5 x</p> <p>40 x</p> <p>50 x</p> <p>100 x</p> | <p>от 1 до 2048</p> <p>от 1 до 1060</p> <p>от 1 до 425</p> <p>от 1 до 242</p> <p>от 0,5 до 173</p> <p>от 0,5 до 118</p> <p>от 0,4 до 95</p> <p>от 0,3 до 95</p> <p>от 0,2 до 45</p>   |
| <p>Диапазон измерений линейных размеров по горизонтали (оси X, Y), мкм</p> <p>2,75 x</p> <p>5 x</p> <p>10 x</p> <p>11 x</p> <p>20 x</p> <p>27,5 x</p> <p>40 x</p> <p>50 x</p> <p>100 x</p> | <p>от 100 до 1000</p> <p>от 100 до 1000</p> <p>от 100 до 600</p> <p>от 100 до 600</p> <p>от 100 до 300</p> <p>от 3 до 240</p> <p>от 3 до 150</p> <p>от 3 до 120</p> <p>от 3 до 40</p> |

|                                                                                                                                                                                  |                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений линейных размеров по горизонтали (оси X, Y), %<br>2,75 х-20 х<br>27,5 х<br>40 х<br>50 х<br>100 х                         | $\pm 15$<br>$\pm 3$<br>$\pm 1$<br>$\pm 1$<br>$\pm 1$ |
| Диапазон показаний шероховатости (высотных параметров Ra, Rz), мкм                                                                                                               | от 0,025 до 953                                      |
| Диапазон измерений шероховатости (высотных параметров Ra, Rz), для всех объективов, мкм                                                                                          | от 0,014 до 0,18                                     |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения шероховатости (высотных параметров Ra, Rz), мкм<br>2,75 х<br>5 х<br>10 х<br>11 х<br>20 х<br>27,5 х<br>40 х<br>50 х<br>100 х | $\pm(0,004 - 0,0011)$                                |
| Вертикальная скорость сканирования, мкм/с, не более                                                                                                                              | 47                                                   |
| Габаритные размеры (Ш' В' Д), мм, не более                                                                                                                                       | 492' 754' 534                                        |
| Масса, кг, не более                                                                                                                                                              | 60                                                   |
| Электропитание осуществляется от сети переменного тока с напряжением, В<br>частотой, Гц                                                                                          | 220<br>60                                            |
| Условия эксплуатации:<br>- температура окружающей среды, °С<br>- относительная влажность воздуха, %, не более<br>-атмосферное давление, кПа                                      | 20 $\pm$ 3<br>80<br>100 $\pm$ 4                      |

### Знак утверждения типа

наносится на титульный лист руководства по эксплуатации типографским способом и на нижнюю панель профилометров методом наклеивания.

### Комплектность средства измерений

Таблица 3

| Наименование и обозначение                       | Количество, шт. |
|--------------------------------------------------|-----------------|
| Профилометр оптический ContourGT-K               | 1               |
| Слайдер для тубусных линз*                       | 1               |
| Тубусная линза 1.0X*                             | 1               |
| Тубусная линза 0.55X*                            | 1               |
| Тубусная линза 2.0X *                            | 1               |
| Объектив интерферометрический 5х*                | 1               |
| Объектив интерферометрический 20х*               | 1               |
| Объектив интерферометрический 50х*               | 1               |
| Турель на 5 объективов*                          | 1               |
| Калибровочный стандарт высоты ступенек (8 мкм) * | 1               |

|                                                        |   |
|--------------------------------------------------------|---|
| Ультра гладкое зеркало*                                | 1 |
| Виброизоляционный стол размером 30´ 30 дюймов*         | 1 |
| Основание для образцов                                 | 1 |
| Компрессор*                                            | 1 |
| Компьютер*                                             | 1 |
| Руководство по эксплуатации                            | 1 |
| Методика поверки МП 043.М1-15                          | 1 |
| *определяется опционально по согласованию с заказчиком |   |

## Поверка

осуществляется по документу МП 043.М1-15 «ГСИ. Профилометры оптические ContourGT-K. Методика поверки», утвержденному ФГУП «ВНИИОФИ» 01.08.2015 г.

Основные средства поверки:

1 Объект-микрометр ОМО/ОМП

Метрологические характеристики:

Расстояние между соседними штрихами  $(0,01 \pm 0,002)$  мкм

Длина всей шкалы  $(1 \pm 0,003)$  мкм

2 Мера периода линейная TGZ3 из состава государственного вторичного эталона единицы шероховатости  $R_{\max}$ ,  $R_z$  в диапазоне значений от 0,001 до 400 мкм, единицы шероховатости  $R_a$  в диапазоне значений от 0,001 до 100 мкм по ГОСТ 8.296-2015 (Регистрационный номер в реестре Федерального информационного фонда 2.1.ZZA.0070.2015 от 16.07.2015)

Метрологические характеристики:

Номинальное значение периода структуры меры 3,0 мкм

Допускаемое отклонение от номинального значения шага шаговой структуры не более  $\pm 0,01$  мкм

3 Набор мер из состава государственного вторичного эталона единицы длины в области измерения параметров шероховатости  $R_{\max}$  в диапазоне от 0.02 до 1.8 мкм и  $R_a$  номинального значения 0,0015 мкм по ГОСТ 8.296-2015 (Регистрационный номер в реестре Федерального информационного фонда 2.1.ZZA.0034.2015)

Метрологические характеристики:

SHS – 180 QC

Номинальное значение периода структуры меры 19,9 нм

Доверительные границы результата измерений  $\pm 0,8$  нм

SHS –1800 QC

Номинальное значение периода структуры меры 179,4 нм

Доверительные границы результата измерений  $\pm 2,0$  нм

SHS 1,8 QC

Номинальное значение периода структуры меры 1781 нм

Доверительные границы результата измерений  $\pm 11$  нм

4 Мера профильная ПРО-10

Основные метрологические характеристики:

Номинальные значения параметра шероховатости  $R_a$  от 0,005 до 100 мкм

Пределы допускаемого среднеквадратического отклонения параметра  $R_a$ ,  $\pm 3\%$

Знак поверки наносится на заднюю панель корпуса профилометров (место нанесения указано на рисунке 2)

## Сведения о методиках (методах) измерений

«Профилометры оптические ContourGT-K. Руководство по эксплуатации», раздел 3

**Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к профилометрам оптическим ContourGT-K**

Техническая документация компании «Bruker AXS SAS/Bruker Nano Surfaces Division», США

ГОСТ 8.296-2015 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений параметров шероховатости  $R_{\max}$ ,  $R_z$  в диапазоне от 0,001 до 3000 мкм и  $R_a$  в диапазоне от 0,001 до 750 мкм

**Изготовители**

Компания «Bruker Nano Inc.», США  
3400 East Britannia, Suite 150 Tucson, AZ 85706, USA  
Телефон: +1-520-741-1044  
Факс: +1-800-366-9956  
E-mail: [Sumin.Zhu@bruker.com](mailto:Sumin.Zhu@bruker.com), <https://www.bruker.com/>

Компания «Bruker AXS SAS», Франция  
77447 4 Allee Hendrik Lorentz, Champs-sur-Marne, Marne-la-Vallee, France  
Тел.: +33(0) 1 60 95 90 00  
Факс+33 (0) 1 60 17 50 20  
E-mail: [secret@bruker-axs.fr](mailto:secret@bruker-axs.fr), [www.bruker-axs.fr](http://www.bruker-axs.fr)

**Заявитель**

ООО «ОПТЭК»  
Адрес: 105005, Россия, г. Москва, Денисовский пер., д. 26.  
Тел.: +7(495) 933-51-51  
Факс: +7(495) 933-51-55  
ИНН: 770101001  
E-mail: [office@optecgroup.com](mailto:office@optecgroup.com)  
Web: <http://www.optecgroup.com/>

**Испытательный центр**

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-физических измерений» (ФГУП «ВНИИОФИ»)

Адрес: 119361, Москва, ул. Озерная, 46.  
Телефон: (495) 437-56-33; факс: (495) 437-31-47  
E-mail: [vniiofi@vniiofi.ru](mailto:vniiofi@vniiofi.ru)

Аттестат аккредитации ФГУП «ВНИИОФИ» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30003-14 от 23.06.2014 г.

Заместитель

Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

С.С. Голубев

М.п. «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.