



**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПО ИЗУЧЕНИЮ СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТИ И ВАКУУМА»**

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор АО «НИЦПВ»

 Д.М. Михайлюк
«14» октября 2020 г.



**ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

Профилометр оптический WYKO NT9300

**Методика поверки
МП 80/072-3-2020**

Москва
2020

1 Область применения

Настоящая методика распространяется на профилометр оптический WYKO NT9300 фирмы Veeco Instruments Inc., США (далее – профилометр), предназначенный для измерений линейных размеров элементов рельефа вдоль осей X, Y и Z и параметров шероховатости поверхности твердотельных объектов с коэффициентом отражения более 1% оптическим методом и устанавливает методы и средства его первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками - 1 год.

2 Операции поверки

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции, указанные в таблице 1:

Таблица 1. Операции, выполняемые при проведении поверки.

№ п/п	Наименование операций	Номер пункта методики	Обязательность проведения операций при	
			до ввода в эксплуатацию и после ремонта	в процессе эксплуатации
1	Внешний осмотр, проверка комплектности. Идентификация программного обеспечения.	7.1	да	да
2	Опробование профилометра	7.2	да	да
3	Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений линейных размеров по оси Z	7.3.1	да	да
4	Определение диапазона и относительной погрешности измерений линейных размеров в плоскости XY	7.3.2	да	да
5	Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений шероховатости	7.3.3	да	да

1.2 Операции поверки проводятся юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, аккредитованными в установленном порядке.

1.3 Проведение поверки не в полном объеме, для меньшего числа поддиапазонов измерений и для меньшего числа измеряемых величин не предусмотрено.

3 Средства поверки

При проведении поверки применяются следующие средства поверки:

- мера ширины и периода специальная МШПС-2.0К (Госреестр № 33598-06) - поверочный образец ПО-1;

- мера длины концевая 3-го разряда номинальным значением 1 мм (Госреестр №38376-08) – поверочный образец ПО-2;

- мера длины концевая 3-го разряда номинальным значением 2 мм (Госреестр №38376-08) – поверочный образец ПО-3;

- мера длины концевая 3-го разряда номинальным значением 1,1 мм (Госреестр №38376-08) – поверочный образец ПО-4;

- объект-микрометр типа ОМО, эталон 2-го разряда (Госреестр №590-63) – поверочный образец ПО-5;

- мера длины штриховая типа ПБ по ГОСТ 12069-90, эталон 2-го разряда (диапазон измерений 0-200 мм) – поверочный образец ПО-6.

- мера шероховатости эталонная ПРО-10 эталон 1-го разряда, номинальным значением шероховатости по параметру R_a 0,025 мкм (Госреестр №66933-17) - поверочный образец ПО-7 .

- мера шероховатости эталонная ПРО-10, эталон 1-го разряда номинальным значением шероховатости по параметру R_a 0,62 мкм (Госреестр №66933-17) – поверочный образец ПО-8.

Допускается использование других средств поверки, по характеристикам не уступающим указанным.

4 Требования безопасности

При проведении поверки соблюдают требования ГОСТ 12.3.019-80 «Правила эксплуатации электроустановок потребителем».

5 Требования к квалификации поверителей

К проведению поверки допускаются лица:

- имеющие опыт работы с профилометрами оптическими;
- прошедшие обучение и имеющие удостоверение поверителя;
- изучившие техническое описание и руководство по эксплуатации поверяемого профилометра оптического WYKO NT9300 и методику его поверки.

6 Условия поверки и подготовка к ней

6.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающей среды, °С18 - 24
- атмосферное давление, кПа.....92-104
- относительная влажность воздуха, % не более.....80
- напряжение питания от сети переменного тока частотой 50/60 Гц, В.....200-240
- давление в магистрали сжатого воздуха, Па.....от $2,75 \cdot 10^5$ до $5,5 \cdot 10^5$

6.2 Подготовку профилометра к работе провести в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

6.3 Перед проведением поверки профилометр должен быть выдержан во включенном состоянии не менее 2 часов.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр, проверка комплектности. Идентификация программного обеспечения

7.1.1 При внешнем осмотре установить:

- соответствие комплектности (без запасных частей и инструмента), указанной в руководстве по эксплуатации;
- надёжность крепления соединительных элементов;
- отсутствие повреждений и дефектов, влияющих на работоспособность и метрологические характеристики профилометра;

- наличие на профилеометре заводского номера и товарного знака фирмы-изготовителя.
- 7.1.2 Для идентификации программного обеспечения (ПО) профилеометра необходимо:
 - включить профилеометр;
 - запустить рабочую программу профилеометра согласно руководству по эксплуатации;
 - дождаться загрузки рабочей программы;
 - в открывшемся окне вызвать информацию о программном обеспечении (Рисунок 1);

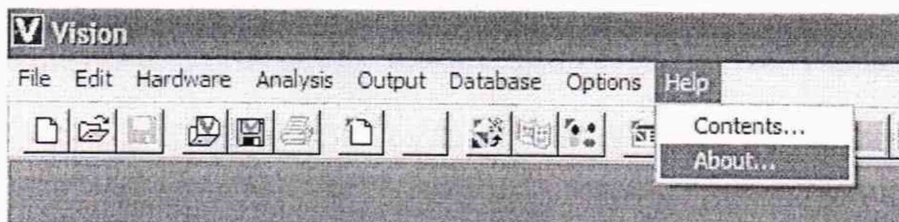


Рисунок 1

- по информации в всплывающем окне определить номер версии программного обеспечения (Рисунок 2);

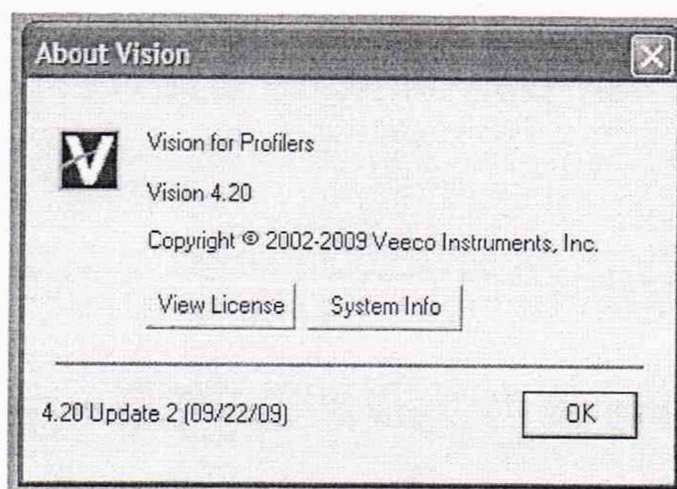


Рисунок 2

Профилеометр считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если идентификационные признаки ПО профилеометра соответствуют значениям, приведенным в таблице 2.

Таблица 2 - Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационное наименование ПО	Vision
Номер версии (идентификационный номер) ПО	4.20 и выше
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	-
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	-

7.2 Опробование

7.2.1 После включения профилеометра выдержать его во включенном состоянии не менее 2-х часов. На рабочем столе ПЭВМ нажать на иконку программного обеспечения (ПО) профилеометра, при этом откроется активное окно управления профилеометром.

7.2.2 После запуска аппаратной части и ПО производится автоматическая проверка функциональных узлов и программной части системы. При возникновении каких-либо

ошибок работы ПО или неполадок в аппаратной части, ПО выдает сообщение об ошибке с указанием аппаратного узла или программного компонента, который является причиной неисправности.

В случае отсутствия указанных сообщений, профилометр находится в исправном состоянии и готов к работе.

7.2.3 Профилометр считается прошедшим поверку по п.7.2, если выполнены требования п.7.2.2.

7.3 Определение метрологических характеристик.

7.3.1 Определение диапазона и пределов абсолютной погрешности измерений линейных размеров по оси Z.

7.3.1.1 Установить на столик образцов профилометра поверочный образец ПО-1 (меру ширины и периода специальную МШПС-2.0К). Используя объектив с увеличением 10х, получить изображение рельефной шаговой структуры центрального модуля меры. Запомнить полученное изображение на жесткий диск управляющего компьютера профилометра. В соответствии с руководством по эксплуатации профилометра произвести измерения высоты выступа рельефной структуры меры в количестве $n = 10$ раз в разных местах в пределах поля зрения, каждый раз регистрируя значение h_i высоты (в нм).

7.3.1.2 Определить среднее значение высоты выступов по формуле:

$$\bar{h} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} h_i$$

7.3.1.3 Определить абсолютную погрешность измерений высоты выступов меры по формуле

$$\Delta_1 = \bar{h} - H_{\text{МШПС}}$$

где $H_{\text{МШПС}}$ - паспортное значение высоты выступа меры ширины и периода специальной МШПС-2.0К, выраженное в нм.

7.3.1.4 Установить на концевую меру номинальным размером 2 мм (ПО-3) концевую меру номинальным размером 1 мм (ПО-2) таким образом, чтобы их рабочие поверхности соприкасались и взаимно перекрывались на 65-80%. Произвести притирку мер друг к другу.

7.3.1.5 Установить объектив с увеличением 10х, установить концевые меры ПО-3 и ПО-2 на столик образцов профилометра таким образом, чтобы их рабочие поверхности находились в горизонтальной плоскости, а перепад высоты 1 мм, создаваемый концевой мерой ПО-2, находился в поле зрения профилометра примерно в центральной его части. Зарегистрировать полученное изображение на жесткий диск.

7.3.1.6 В соответствии с руководством по эксплуатации профилометра произвести измерения высоты ступеньки 1 мм в количестве $n = 10$ раз в разных местах в пределах поля зрения, каждый раз регистрируя значение H_i высоты, выраженное в мкм.

7.3.1.7 Определить среднее значение высоты ступеньки по формуле:

$$\bar{H} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} H_i$$

7.3.1.8 Определить абсолютную погрешность измерений высоты ступеньки номинальным значением 1 мм по формуле

$$\Delta_2 = \bar{H} - H_{к.м.(1)}$$

где $H_{к.м.(1)}$ – паспортное значение длины концевой меры номинальным значением 1 мм, выраженное в мкм.

7.3.1.9 Установить на концевую меру ПО-3 параллельно концевые меры ПО-2 и ПО-4 на столик образцов профилометра таким образом, чтобы их рабочие поверхности находились в горизонтальной плоскости, а перепад высоты 0,1 мм, создаваемый мерами ПО-2 и ПО-4, находился в поле зрения профилометра примерно в центральной его части. Зарегистрировать полученное изображение на жесткий диск.

7.3.1.10 В соответствии с руководством по эксплуатации профилометра произвести измерения высоты ступеньки 0,1 мм в количестве $n = 10$ раз в разных местах в пределах поля зрения, каждый раз регистрируя значение H_j высоты, выраженное в мкм.

7.3.1.11 Определить среднее значение высоты ступеньки по формуле:

$$\tilde{H} = \frac{1}{10} \sum_{j=1}^{10} H_j$$

7.3.1.12 Определить абсолютную погрешность измерений высоты ступеньки номинальным значением 0,1 мм по формуле

$$\Delta_{0,1} = \tilde{H} - H_{к.м.(0,1)}$$

где $H_{к.м.(0,1)}$ – паспортное значение длины концевой меры номинальным значением 1,1 мм, выраженное в мкм.

7.3.1.13 Считать, что абсолютная погрешность измерений линейных размеров по оси Z во всем диапазоне находится внутри границ $\pm(1+0,008L)$ нм, установленных в описании типа (где L - измеряемая длина по оси Z в нм), если выполнены требования

$$|\Delta_1| \leq 1 + 0,02L_1,$$

$$|\Delta_2| \leq 0,001 + 0,02L_2$$

$$|\Delta_3| \leq 0,001 + 0,02L_{0,1}$$

где L_1 , L_2 и L_3 – измеряемые линейные размеры по оси Z :

$L_1 = \bar{h}$ - значение, определенное по п.7.3.1.2, выраженное в нм

$L_2 = \bar{H}$ - значение, определенное по п.7.3.1.7, выраженное в мкм,

$L_{0,1} = \tilde{H}$ - значение, определенное по п.7.3.1.11, выраженное в мкм.

7.3.1.14 Результаты поверки по п.7.3.1 считать положительными, если выполнены требования п.7.3.1.13.

При этом диапазоном измерений линейных размеров по оси Z следует считать диапазон от 2 до $1 \cdot 10^6$ нм.

7.3.2 Определение диапазона и относительной погрешности измерений линейных размеров в плоскости XY

7.3.2.1 Установить на столик образцов профилометра поверочный образец ПО-5 (объект-микрометр).

7.3.2.2 Последовательно провести измерения номинальных размеров объект-микрометра, указанных в таблице 3, в плоскости XY, используя объективы, указанные в таблице 3 из имеющихся в наличии согласно комплекту поставки профилометра. Для

каждого номинального значения размера измерения провести 10 раз, результатом измерений считать среднее значение по 10-ти измерениям.

Таблица 7.3.2. Номинальные значения размеров поверочного образца ПО-5, подлежащие измерениям в зависимости от увеличения объектива.

Объектив	Номинальное значение размера объект-микрометра, мкм
2,5х	50
	1000
10х	50
	100
	1000
50х	20
	120

7.3.2.3 Определить относительную погрешность измерений линейных размеров для каждого номинального размера из таблицы 7.3.2 по формуле:

$$\frac{\Delta L_i}{L_i} = \frac{L_i - L_{ном}}{L_i} \times 100\%$$

где $L_{ном}$ – номинальное значение размера объект-микрометра из числа указанных в таблице 3,

L_i – среднее измеренное значение, соответствующее номинальному значению.

7.3.2.4 Установить на столик образцов профилометра поверочный образец ПО-6 (Меру длины штриховую типа ПБ по ГОСТ 12069-90, 2 р.), установить объектив 2,5х. Провести измерения номинальных размеров поверочного образца ПО-6 в плоскости ХУ из числа указанных в таблице 4 в количестве 10 раз для каждого размера и определить среднее значение. Измерения провести используя перемещения столика объектов.

Таблица 4. Номинальные значения размеров поверочного образца ПО-6, подлежащие измерениям.

Объектив	Номинальные значения размеров поверочного образца ПО-6, мкм
2,5х	2000
	100000

7.3.2.5 Определить относительную погрешность измерений линейных размеров для каждого номинального размера из таблицы 4 по формуле:

$$\frac{\Delta L_j}{L_j} = \frac{L_j - L_{ном}}{L_j} \times 100\%$$

где $L_{ном}$ – номинальное значение размера поверочного образца ПО-6 из числа указанных в таблице 4,

L_j – среднее измеренное значение, соответствующее номинальному значению.

7.3.2.6 Установить на столик образцов профилометра поверочный образец ПО-1 (меру ширины и периода специальную МШПС-2.0К). Используя объектив с увеличением 50х, получить изображение рельефной шаговой структуры центрального модуля меры. Провести 10 раз измерения линейного размера, соответствующего 3-м шагам меры и определить его среднее значение $L_{(3)}$.

Определить относительную погрешность измерений по формуле:

$$\frac{\Delta L_{(3)}}{L_{(3)}} = \frac{L_{(3)} - 3T_{\text{МШПС}}}{L_{(3)}} \times 100\%$$

где $T_{\text{МШПС}}$ – аттестованное значение шага меры ширины и периода специальной МШПС-2.0К.

7.3.2.7 Используя объектив с увеличением 50х, получить изображение рельефной шаговой структуры центрального модуля меры. Провести 10 раз измерения линейного размера, соответствующего 1-му шагу меры и определить его среднее значение $L_{(1)}$.

Определить относительную погрешность измерений по формуле:

$$\frac{\Delta L_{(1)}}{L_{(1)}} = \frac{L_{(1)} - T_{\text{МШПС}}}{L_{(1)}} \times 100\%$$

где $T_{\text{МШПС}}$ – аттестованное значение шага меры ширины и периода специальной МШПС-2.0К.

7.3.2.8 Используя объектив с увеличением 50х, получить изображение рельефной шаговой структуры центрального модуля меры. Провести 10 раз измерения линейного размера, соответствующего 8-ми шагам меры и определить его среднее значение $L_{(8)}$.

Определить относительную погрешность измерений по формуле:

$$\frac{\Delta L_{(8)}}{L_{(8)}} = \frac{L_{(8)} - 8T_{\text{МШПС}}}{L_{(8)}} \times 100\%$$

где $T_{\text{МШПС}}$ – аттестованное значение шага меры ширины и периода специальной МШПС-2.0К.

7.3.2.9 Считать, что относительная погрешность измерений линейных размеров в плоскости ХУ находится в пределах $\pm 2\%$, если для всех значений, полученных по п.7.3.2.3, выполняются условия $|\Delta L_i / L_i| \leq 2\%$, для всех значений, полученных по п.7.3.2.4, справедливо $|\Delta L_j / L_j| \leq 2\%$, для результатов по пп. 7.3.2.6-7.3.2.8 выполняются условия $|\Delta L_{(3)} / L_{(3)}| \leq 2\%$, $|\Delta L_{(1)} / L_{(1)}| \leq 2\%$, $|\Delta L_{(8)} / L_{(8)}| \leq 2\%$.

При этом диапазоном измерений линейных размеров в плоскости ХУ следует считать диапазон от 2 до 200000 мкм.

7.3.2.8 Профилометр считается прошедшим этап поверки по п.7.3.2, если выполнены требования п. 7.3.2.9.

7.3.3 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений шероховатости по параметру R_a

7.3.3.1 Установить на столик образцов профилометра поверочный образец ПО-7 (меру шероховатости эталонную ПРО-10 с номинальным параметром шероховатости $R_a = 0,025$ мкм). Установить объектив с увеличением 50х.

7.3.3.2 Получить изображение профиля рабочего участка меры. Запомнить полученное изображение.

7.3.3.3 По полученному изображению профиля провести измерения параметра шероховатости R_a , используя значения фильтров профиля $\lambda_s = 2,5$ мкм и λ_c –указанный в

паспорте поверочного образца. Определить значение параметра шероховатости R_a как среднее по результатам 10 измерений. Проверить соответствие полученного значения требованию

$$|R_a - R_{a(amm)}| \leq 0,003 + 0,04R_a$$

где $R_{a(amm)}$ – аттестованное значение поверочного образца ПО-7 по параметру R_a .

7.3.3.4 Установить на столик образцов профилометра поверочный образец ПО-8 (меру шероховатости эталонную ПРО-10 с номинальным параметром шероховатости $R_a = 0,62$ мкм). Установить объектив с увеличением 10х.

7.3.3.5 Получить изображение профиля рабочего участка меры. Запомнить полученное изображение.

7.3.3.6 По полученному изображению профиля провести измерения параметра шероховатости R_a , используя значения фильтров профиля $\lambda_s = 2,5$ мкм и λ_c –указанный в паспорте поверочного образца. Определить значение параметра шероховатости R_a как среднее по результатам 10 измерений. Проверить соответствие полученного значения требованию

$$|R_a - R_{a(amm)}| \leq 0,003 + 0,04R_a$$

где $R_{a(amm)}$ – аттестованное значение поверочного образца ПО-8 по параметру R_a .

7.3.3.7 Результаты поверки по п.7.3.3 считать положительными, если выполнены требования п.7.3.3.3 и п.7.3.3.6. При этом диапазоном измерений шероховатости по параметру R_a следует считать диапазон от 0,005 до 1 мкм.

8 Оформление результатов поверки

8.1 Результаты поверки оформляются протоколом, который хранится в организации, проводившей поверку.

8.2 Профилометр, удовлетворяющий требованиям настоящей методики, признают годным к применению. Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. Свидетельство о поверке оформляется в соответствии с требованиями нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке или на лицевую панель базового блока микроскопа.

8.3 При отрицательных результатах поверки профилометр запрещают к применению и выдают извещение о непригодности с указанием причин по установленной форме.

Главный метролог АО «НИЦПВ»



С.В. Бондарчук