

СОГЛАСОВАНО

**Первый заместитель генерального
директора – заместитель по научной
работе ФГУП «ВНИИФТРИ»**


A.N. Шипунов
« 07 » 2025 г.
М.п.


Государственная система обеспечения единства измерений

Микротвердомеры Виккерса-Кнупа MERTIS

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 360-019-2025

**р.п. Менделеево
2025 г.**

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на микротвердомеры Виккерса-Кнупа MERTIS (далее - микротвердомеры), изготавливаемые компанией «Shanghai Shangcai Testermachine Co. Ltd», Китай, и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок.

1.2 Первичной поверке подлежат микротвердомеры до ввода их в эксплуатацию. Периодической поверке подлежат микротвердомеры, находящиеся в эксплуатации, на хранении и после ремонта.

1.3 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается прослеживаемость твердомеров к Государственному первичному эталону твёрдости по шкалам Виккерса и шкалам Кнупа ГЭТ 31-2024 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений твёрдости по шкалам Виккерса и шкалам Кнупа, утвержденной приказом Росстандарта от 14.08.2024 № 1898.

1.4 Передача микротвердомеру чисел твердости по шкалам Виккерса и Кнупа осуществляется методом прямых измерений.

1.5 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблицах 1 - 3.

Таблица 1 - Метрологические характеристики испытательных нагрузок по шкалам Виккерса и шкалам Кнупа

Испытательные нагрузки, Н	Пределы допускаемого относительного отклонения испытательных нагрузок, %
0,098; 0,245; 0,490; 0,981	±1,5
1,961; 2,942; 4,903; 9,807; 19,61*	±1,0

* Опционально, в соответствии с заказом

Таблица 2 – Метрологические характеристики микротвердомеров по шкалам Виккерса

Диапазон измерений чисел твёрдости HV	Шкалы	Пределы допускаемых абсолютных погрешностей HV, (±)	Размах чисел твёрдости HV, не более
От 50 до 75 включ.	HV0,2; HV0,3; HV0,5; HV1; HV2	3,0	2,9
	HV0,1	4,7	4,3
	HV0,05	6,2	5,8
	HV0,01; HV0,025	7,8	7,2
Св. 75 до 125 включ.	HV1; HV2	3	3
	HV0,2; HV0,3; HV0,5	4	4
	HV0,1	6	6
	HV0,05	8	8
	HV0,01; HV0,025	10	10
Св. 125 до 250 включ.	HV1; HV2	9	8
	HV0,3; HV0,5	12	10
	HV0,2	16	10
	HV0,1	18	15
	HV0,05	20	19
	HV0,01; HV0,025	20	20
Св. 250 до 350 включ.	HV1; HV2	13	13
	HV0,2; HV0,3; HV0,5	17	15
	HV0,1	25	22
	HV0,05	32	29
	HV0,01; HV0,025	33	30

Продолжение таблицы 2

Диапазон измерений чисел твёрдости HV	Шкалы	Пределы допускаемых абсолютных погрешностей HV, (\pm)	Размах чисел твёрдости HV, не более
Св. 350 до 525 включ.	HV1; HV2	21	19
	HV0,2; HV0,3; HV0,5	25	22
	HV0,1	36	33
	HV0,05	47	43
Св. 525 до 650 включ.	HV1; HV2	24	22
	HV0,2; HV0,3; HV0,5	30	26
	HV0,1	45	39
Св. 650 до 750 включ.	HV1; HV2	30	25
	HV0,2; HV0,3; HV0,5	35	30
	HV0,1	50	45
Св. 750 до 850 включ.	HV1; HV2	35	31
	HV0,2; HV0,3; HV0,5	50	40
	HV0,1	70	60
Св. 850 до 1000 включ.	HV1; HV2	45	36
	HV0,2; HV0,3; HV0,5	60	45
Св. 1000 до 1250 включ.	HV1; HV2	60	58
	HV0,5	70	66
Св. 1250 до 1500 включ.	HV1; HV2	70	60
	HV0,5	78	72

Примечание - метрологические характеристики действительны для 5 измерений

Таблица 3 – Метрологические характеристики микротвердомеров по шкалам Кнупа

Диапазон измерений чисел твёрдости HK	Шкалы	Пределы допускаемых абсолютных погрешностей HK (\pm)	Размах чисел твёрдости HK, не более
От 17 до 150 включ.	HK0,5; HK1; HK2	10,4	10,4
	HK0,1; HK0,2; HK0,3	11,6	11,6
	HK0,025; HK 0,05	12,8	12,8
	HK0,01	14,0	14,0
Св. 150 до 350 включ.	HK0,5; HK1; HK2	26,0	26,0
	HK0,1; HK0,2; HK0,3	27,0	27,0
	HK0,025; HK 0,05	28,4	28,4
	HK0,01	29,8	29,8
Св. 350 до 650 включ.	HK0,5; HK1; HK2	39,0	39,0
	HK0,1; HK0,2; HK0,3	42,0	42,0
	HK0,025; HK 0,05	45,4	45,4
Св. 650 до 800 включ.	HK0,5; HK1; HK2	44,2	44,2
	HK0,1; HK0,2; HK0,3	46,8	46,8
Св. 800 до 1000 включ.	HK0,5; HK1; HK2	65,0	65,0
	HK0,1; HK0,2; HK0,3	80,6	80,6
Св. 1000 до 1500 включ.	HK0,5; HK1; HK2	83,2	83,2
	HK0,1; HK0,2; HK0,3	130,0	130,0

Примечание - метрологические характеристики действительны для 5 измерений

2 Перечень операций поверки

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 4.

Таблица 4 – Перечень операций поверки

Наименование операций поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первой проверке	периодической проверке	
1 Внешний осмотр микротвердомера	да	да	7
2 Подготовка к поверке и опробование микротвердомера	да	да	8
3 Проверка программного обеспечения микротвердомера	да	да	9
4 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия микротвердомера метрологическим требованиям	да	да	10
4.1 Определение метрологических характеристик испытательных нагрузок по шкалам Виккерса и шкалам Кнупа	да	да	10.1
4.2 Определение метрологических характеристик микротвердомера по шкалам Виккерса	да	да	10.2
4.3 Определение метрологических характеристик микротвердомера по шкалам Кнупа	да	да	10.3
5 Оформление результатов поверки	да	да	11

2.2 В случае получения отрицательного результата при проведении одной из операций поверку прекращают, а микротвердомер признают не прошедшим поверку.

2.3 Допускается проведение поверки по отдельным шкалам и диапазонам измерений твердости, которые используются при эксплуатации, по соответствующим пунктам настоящей методики поверки. Соответствующая запись должна быть сделана в эксплуатационных документах и свидетельстве о поверке на основании решения эксплуатирующей организации.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха плюс 18 °C до плюс 28 °C;
- относительная влажность окружающего воздуха не более 80 %.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К работе допускаются лица, имеющие среднее или высшее техническое образование и аттестованные в качестве поверителя в данной области измерений, обученные правилам техники безопасности и изучившие руководство по эксплуатации (далее - РЭ) микротвердомеров.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки должны быть применены средства, указанные в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень средств поверки

Операция поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.4 Определение отклонения показаний измерительного устройства микротвердомера	Объект-микрометр, диапазон (0 - 1) мм, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,2$ мкм	Объект-микрометр ОМ-О (рег. № 28962-16)
п. 10.1 Определение метрологических характеристик испытательных нагрузок по шкалам Виккерса и шкалам Кнупа	Весы лабораторные, диапазон (10 - 1000) г, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,03$ г	Весы лабораторные ВЛТЭ 1100 (рег. № 21370-02)
	Рабочие эталоны силы не ниже 2-го разряда по ГПС для средств измерений силы, приказ Росстандарта № 2498 от 22.10.2019 в диапазоне от 1 Н до 20 Н, пределы допускаемой относительной погрешности не более $\pm 0,24$ %	Динамометры электронные переносные АЦДМ (рег. № 87777-22). Динамометры электронные переносные АЦДС, (рег. № 49465-12)
п. 10.2 Определение метрологических характеристик микротвердомера по шкалам Виккерса	Рабочие эталоны твердости не ниже 2-го разряда и микротвердости по шкалам Виккерса по ГПС для средств измерений твердости по шкалам Виккерса и шкалам Кнупа, приказ Росстандарта от 14.08.2024 № 1898, со значениями твердости: (250 \pm 50) HV; (450 \pm 75) HV; (800 \pm 50) HV	Меры твёрдости (микротвердости) эталонные Виккерса МТВ-МЕТ и ММТВ-МЕТ (рег. № 65701-16)
п. 10.3 Определение метрологических характеристик микротвердомера по шкалам Кнупа	Рабочие эталоны твердости по шкалам Кнупа по ГПС для средств измерений твердости по шкалам Виккерса и шкалам Кнупа, приказ Росстандарта от 14.08.2024 № 1898, со значениями твердости: (250 \pm 50) HK; (450 \pm 75) HK; (800 \pm 50) HK	Меры твёрдости по шкалам Кнупа из состава ГЭТ 31-2024 со значениями твердости HK: от 150 до 350 включ., размах не более 14,9; св. 350 до 650 включ., размах не более 22,7; св. 650 до 800 включ., размах не более 23,4; св. 800 до 1000 включ., размах не более 40,3

5.2 Допускается использовать аналогичные средства поверки, удовлетворяющие метрологическим требованиям, приведенным в таблице 5.

5.3 Все применяемые средства поверки должны быть поверены или аттестованы в установленном порядке и иметь соответствующие записи в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены требования согласно приказу Минтруда России от 15.12.2020 № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок».

7 Внешний осмотр микротвердомера

7.1. При проведении внешнего осмотра микротвердомера проверить:

- соответствие внешнего вида и комплектности требованиям нормативно-технической документации (РЭ и описаниею типа);
- наличие маркировки, подтверждающей тип и серийный номер;
- отсутствие видимых дефектов и повреждений, препятствующих работе микротвердомера;
- целостность рабочей части наконечников (отсутствие рисок, сколов и других дефектов).

7.2 Результат внешнего осмотра считать положительным, если выполняются все вышеперечисленные требования.

8 Подготовка к поверке и опробование микротвердомера

8.1 Перед проведением поверки необходимо привести в рабочее состояние средства поверки в соответствии с указаниями, изложенными в их эксплуатационной документации.

8.2 Проверить состояние рабочей части наконечников. Поверхность рабочей части наконечников должна быть чистой и обезжиренной.

8.3. Провести опробование микротвердомера в соответствии с главой 7 РЭ.

Результат опробования считать положительным, если на дисплее отобразилась полная информация об измерении.

8.4 Определение отклонения показаний измерительного устройства микротвердомера.

8.4.1 Отклонение показаний измерительного устройства определить при помощи объект-микрометра. Измерения проводить, как минимум, на трех разных интервалах для каждого рабочего диапазона.

8.4.2 Установить объект-микрометр на рабочий столик микротвердомера так, чтобы деления шкалы измерительного устройства оказались между горизонтальными маркерами.

8.4.3 Определить отклонение показаний измерительного устройства микротвердомера \bar{A}_l для длин диагонали менее и равной 0,08 мм по формуле (1):

$$\bar{A}_l = l - l_0, \quad (1)$$

где l – интервал между делениями шкалы измерительного устройства по показаниям микротвердомера,

l_0 – приписанное значение интервала шкалы объект-микрометра, присвоенное ему поверяющей организацией по результатам последней поверки.

8.4.4 Определить отклонение показаний измерительного устройства микротвердомера $\bar{A}_l\%$, для длин диагонали более 0,08 мм по формуле (2):

$$\bar{A}_l = ((l - l_0) / l_0) \cdot 100, \quad (2)$$

8.4.5 Повторить операции п.п. 8.4.3 – 8.4.4 настоящей методики поверки, установив объект-микрометр на рабочий столик микротвердомера так, чтобы деления шкалы измерительного устройства оказались между вертикальными маркерами.

Результаты измерений занести в протокол (приложение А, таблица А1)

8.4.6 Результат поверки по данному пункту считать положительным, если отклонение показаний измерительного устройства не превышают значений, указанных в таблице 6, в соответствии с требованиями пункта 5.3 документа ГОСТ Р ИСО 6507-1-2007 «Металлы и сплавы. Измерение твёрдости по Виккерсу. Часть 1. Метод измерения».

Таблица 6

Длина диагонали, d, мм	Предельные отклонения показаний оптической системы
$d \leq 0,080$	$\pm 0,0008$ мм
$d > 0,080$	$\pm 1,0\%$ от d

9 Проверка программного обеспечения микротвердомера

9.1 Проверку программного обеспечения (далее - ПО) микротвердомера (идентификацию) проводить для микротвердомеров, оснащенных персональным компьютером, следующим образом:

- включить микротвердомер и запустить ПО;
- на мониторе компьютера отобразится наименование ПО и номер версии.

Результаты занести в протокол (приложение A, таблица A.2).

9.2 Результат проверки по данному пункту считать положительным, если идентификационный данные ПО соответствуют данным, приведенным в таблице 7.

Таблица 7 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	merTEST-H
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже v. 1.0
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	-

10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия микротвердомера метрологическим требованиям

10.1 Определение метрологических характеристик испытательных нагрузок по шкалам Виккерса и шкалам Кнупа

Определение метрологических характеристик испытательных нагрузок заключается в определении относительного отклонения и диапазонов испытательных нагрузок.

10.1.1 Все используемые в микротвердомере испытательные нагрузки, указанные в таблице 1, должны быть измерены с помощью весов и динамометров. Должны быть выполнены по три измерения для каждой испытательной нагрузки.

10.1.2 Определить относительное отклонение δ , %, прикладываемой испытательной нагрузки по формуле (3):

$$\delta = ((F_{изм} - F_0)/F_0) \cdot 100, \quad (3)$$

где $F_{изм}$ – значение испытательной нагрузки, измеренной весами или динамометром;
 F_0 – номинальное значение испытательной нагрузки.

Результаты занести в протокол (приложение A, таблица A.3).

10.1.3 Результат поверки по данному пункту считать положительным, если значение относительного отклонения каждой измеренной нагрузки находится в допускаемых пределах, указанных в таблице 1.

10.2 Определение метрологических характеристик микротвердомера по шкалам Виккерса

Определение метрологических характеристик микротвердомера по шкалам Виккерса состоит из определения абсолютной погрешности, размаха показаний и диапазонов измерений твердости по шкалам Виккерса.

10.2.1 Проверку микротвердомеров выполнить при следующих нагрузках: 0,098 Н (шкала HV 0,01); 0,245 Н (шкала HV 0,025); 0,981 Н (шкала HV 0,1); 2,942 Н (шкала HV 0,3); 9,807 Н (шкала HV 1).

П р и м е ч а н и е – Для микротвердомеров, реализующих нагрузку 19,61 Н, провести поверку по шкале HV 2.

10.2.2 Меры твердости выбирать в соответствии с таблицей 8.

П р и м е ч а н и е - В случае, если в процессе эксплуатации не все вышеуказанные нагрузки реализуются в микротвердомере, допускается поверка по мерам твёрдости при других прикладываемых нагрузках. Меры твёрдости и шкалы выбираются таким образом, чтобы длины диагоналей полученных отпечатков укладывались во все диапазоны длин, приведенные в таблице 8, при этом должны быть задействованы максимальная и минимальная нагрузки.

Таблица 8

Обозначение шкалы твёрдости	Значение твёрдости меры, HV	Диапазон длин диагоналей отпечатка, мм	Количество мер, используемых для поверки, шт.
HV 0,01	(200±50) HV	не более 0,04	1
HV 0,025	(200±50) HV; (800±50) HV	не более 0,04	2
HV 0,05	(200±50) HV; (800±50) HV	не более 0,04	2
HV 0,1	(200±50) HV; (800±50) HV	не более 0,04	2
HV 0,2	(450±75) HV; (800±50) HV	не более 0,04	2
HV 0,3	(800±50) HV	не более 0,04	1
	(200±50) HV	от 0,04 до 0,2	1
HV 0,5	(800±50) HV	не более 0,04	1
	(200±50) HV	от 0,04 до 0,2	1
HV 1	(200±50) HV; (450±75) HV; (800±50) HV	от 0,04 до 0,2	1
HV 2	(200±50) HV; (450±75) HV; (800±50) HV	от 0,04 до 0,2	1

П р и м е ч а н и я:

1 Первичная поверка проводится по всем шкалам твердости

2 Если в микротвердомере реализуются не более 5 шкал, то поверяется каждая шкала

10.2.3 Измерения твердости проводить при той же нагрузке, для которой присвоено значение эталонной меры.

На эталонную меру твёрдости (п. 5.1) нанести пять отпечатков, располагая их равномерно по всей поверхности меры. Определить медиану 5-ти измерений Нм и занести ее в протокол (приложение А, таблица А.4).

10.2.4 Вычислить абсолютную погрешность микротвердомера Δ по формуле (4).

$$\Delta = H_m - H_n, \quad (4)$$

где H_m – значение медианы меры твердости, определенное по результатам пяти измерений микротвердомера;

H_n – приписанное значение меры твердости, присвоенное ей поверяющей организацией по результатам последней поверки.

Результаты занести в протокол (приложение А, таблица А5).

10.2.5 Вычислить размах показаний твердомера R по формуле (5):

$$R = R_{\max} - R_{\min}, \quad (5)$$

где R_{\max} – максимальное значение твердости, полученное по результатам пяти измерений микротвердомера;

R_{\min} – минимальное значение твердости, полученное по результатам пяти измерений микротвердомера.

Результаты занести в протокол (приложение А, таблица А.5).

10.3 Определение метрологических характеристик микротвердомера по шкалам Кнупа

Определение метрологических характеристик микротвердомера по шкалам Кнупа состоит из определения абсолютной погрешности, размаха показаний и диапазонов измерений твердости по шкалам Кнупа.

10.3.1 Проверку микротвердомеров выполнить при следующих нагрузках: 0,098 Н (шкала НК 0,01); 0,245 Н (шкала НК 0,025); 0,981 Н (шкала НК 0,1); 2,942 Н (шкала НК 0,3); 9,807 Н (шкала НК 1).

П р и м е ч а н и е – Для микротвердомеров, реализующих нагрузку 19,61 Н, провести поверку по шкале НК 2.

10.3.2 Меры твердости выбирать в соответствии с таблицей 9.

П р и м е ч а н и е - В случае, если в процессе эксплуатации не все вышеуказанные нагрузки реализуются в микротвердомере, допускается поверка по мерам твёрдости при других прикладываемых нагрузках. Меры твёрдости и шкалы выбираются таким образом, чтобы длины диагоналей полученных отпечатков укладывались во все диапазоны длин, приведенные в таблице 8, при этом должны быть задействованы максимальная и минимальная нагрузки.

Таблица 9

Обозначение шкалы твёрдости	Значение твёрдости меры, НК	Диапазон длин диагоналей отпечатка, мм	Количество мер, используемых для поверки, шт.
НК 0,01	(200±50) НК	не более 0,04	1
НК 0,025	(200±50) HV; (800±50) НК	не более 0,04	2
НК 0,05	(200±50) HV; (800±50) НК	не более 0,04	2
НК 0,1	(200±50) HV; (800±50) НК	не более 0,04	2
НК 0,2	(450±75) HV; (800±50) НК	не более 0,04	2
НК 0,3	(800±50) НК	не более 0,04	1
	(200±50) НК	от 0,04 до 0,2	1
НК 0,5	(800±50) НК	не более 0,04	1
	(200±50) НК	от 0,04 до 0,2	1
НК 1	(200±50) НК; (450±75) НК; (800±50) НК	от 0,04 до 0,2	1
НК 2	(200±50) НК; (450±75) НК; (800±50) НК	от 0,04 до 0,2	1

П р и м е ч а н и я:

1 Первичная поверка проводится по всем шкалам твердости

2 Если в микротвердомере реализуются не более 5 шкал, то проверяется каждая шкала

10.3.3 Измерения твердости проводить при той же нагрузке, для которой присвоено значение эталонной меры.

На эталонную меру твёрдости (п. 5.1) нанести пять отпечатков, располагая их равномерно по всей поверхности меры. Определить медиану 5-ти измерений Нм и занести ее в протокол (приложение А, таблица А.4).

10.3.4 Вычислить абсолютную погрешность микротвердомера Δ по формуле (4).

10.3.5 Вычислить размах показаний микротвердомера R по формуле (5).

Результаты занести в протокол (приложение А, таблица А.5).

10.3.6 Результаты поверки микротвердомера считать положительными, если значения абсолютной погрешности и размаха показаний микротвердомера находятся в допускаемых пределах, указанных в таблицах 2 и 3.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки занести в протокол. Рекомендуемая форма протокола приведена в приложении А.

11.2 Результаты поверки микротвердомера подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. При отрицательных результатах поверки выдается извещение о непригодности, оформленное в соответствии с действующими нормативными документами.

11.3 По заявлению владельца микротвердомера или лица, представившего его на поверку, на средство измерений выдается свидетельство о поверке средства измерений или извещение о непригодности к применению средства измерений.

11.4 Нанесение знака поверки на микротвердомер не предусмотрено.

11.5 В случае, если поверка была проведена по отдельным шкалам и диапазонам измерений твердости, в свидетельстве о поверке делается соответствующая запись.

Начальник НИО-3 ФГУП «ВНИИФТРИ»

Н.А. Назаров

Начальник лаборатории 360 НИО-3
ФГУП «ВНИИФТРИ»

А.Э. Асланян

Приложение А
к документу МП 360-019-2025
«ГСИ. Микротвердомеры Виккерса-Кнупа MERTIS»
(рекомендуемое)

Протокол № _____
Первичной/периодической поверки
От « » 20 года

Средство измерений _____,

Серийный № _____

Средства поверки

Условия поверки

Температура _____ °C

Относительная влажность _____ %

Результаты внешнего осмотра _____

Результаты опробования_____

Таблица А.1 - Определение отклонения показаний измерительного устройства микротвердометра

Таблица А.2 - Проверка программного обеспечения (ПО) микротвердомера

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	
Номер версии (идентификационный номер) ПО	

Таблица А.3 - Определение относительного отклонения испытательной нагрузки

Таблица А.4 - Результаты измерений твердости

Таблица А.5 - Определение абсолютной погрешности и размаха показаний

Заключение:

Микротвердомер является пригодным (непригодным) к применению.

Поверитель