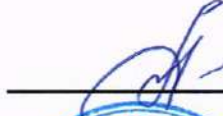


СОГЛАСОВАНО

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


_____ **А.Н. Щипунов**

_____ **2025 г.**
М.п.

Государственная система обеспечения единства измерений

Твердомеры Виккерса MERTIS

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 360-018-2025

**р.п. Менделеево
2025 г.**

1 Общие положения

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

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

1.3 Передача твердомеру чисел твердости по шкалам Виккерса осуществляется методом прямых измерений.

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

Таблица 1 - Метрологические характеристики испытательных нагрузок по шкалам Виккерса

Модификация твердомеров	Испытательные нагрузки, Н	Пределы допускаемого относительного отклонения испытательных нагрузок, %
MERTIS HV-10, MERTIS HV-10Z, MERTIS HVS-10, MERTIS HVS-10Z, MERTIS MHV-10Z, MERTIS QHVT-10Z, MERTIS MHV-10Z/V2.0, MERTIS MHV-10Z/V3.0	2,942; 4,903; 9,807; 19,61; 29,42; 49,03; 98,07	±1,0
MERTIS XHVT-10Z, MERTIS XHVT-10Z/V3.0	1,961; 2,942; 4,903; 9,807; 19,61; 29,42; 49,03; 98,07	
MERTIS XHVT-30Z, MERTIS XHVT-30Z/V3.0.	2,942; 4,903; 9,807; 19,61; 29,42; 49,03; 98,07; 196,1; 294,2	
MERTIS HV-50, MERTIS HV-50Z, MERTIS HVS-50, MERTIS HVS-50Z, MERTIS MHV-50Z, MERTIS QHVT-50Z, MERTIS XHVT-50Z, MERTIS XHVT-50Z/V3.0, MERTIS MHV-50Z/V2.0, MERTIS MHV-50Z/V3.0	4,903; 9,807; 19,61; 29,42; 49,03; 98,07; 196,1; 294,2; 490,3	
П р и м е ч а н и е – в соответствии с заказом для твердомеров MERTIS MHV-10Z, MERTIS QHVT-10Z, MERTIS MHV-10Z/V2.0, MERTIS MHV-10Z/V3.0 может быть добавлена испытательная нагрузка 1,961 Н		

Таблица 2 – Диапазоны измерений твердости по шкалам Виккерса

Шкалы	Диапазоны измерений твердости HV
HV 0,2; HV 0,3	от 50 до 1000
HV 0,5; HV 1; HV 2; HV 3; HV 5; HV 10; HV 20; HV 30; HV 50	от 50 до 1500
HV 20 *	от 60 до 1500
HV 30 *	от 90 до 1500
HV 50 *	от 145 до 1500
* Для твердомеров MERTIS HV-50, MERTIS HV-50Z, MERTIS HVS-50, MERTIS HVS-50Z	

Таблица 3 – Метрологические характеристики твердомеров по шкалам Виккерса

Диапазон измерений твёрдости HV	Шкалы	Пределы допускаемых абсолютных погрешностей HV ($\pm$)	Размах чисел твёрдости HV, не более
От 50 до 75 включ.	HV20; HV30; HV50	3,0	2,4
	HV3; HV5; HV10	3,0	3,0
	HV1; HV2	3,0	3,0
	HV0,2; HV0,3; HV0,5	3,1	2,9
Св. 75 до 125 включ.	HV20; HV30; HV50	3,0	3,0
	HV3; HV5; HV10	3,0	3,0
	HV1; HV2	4,0	4,0
	HV0,5	3,0	3,5
	HV0,2; HV0,3	4,0	4,0
Св. 125 до 250 включ.	HV20; HV30; HV50	6,0	7,0
	HV3; HV5; HV10	8,0	10,0
	HV1; HV2	10,0	10,0
	HV0,5	13,0	10,0
	HV0,3	14,0	10,0
	HV0,2	16,0	10,0
Св. 250 до 350 включ.	HV30; HV50	7,0	7,0
	HV20	10,0	10,0
	HV3; HV5; HV10	11,0	11,0
	HV1; HV2	13,0	13,0
	HV0,2; HV0,3; HV0,5	17,0	15,0
Св. 350 до 525 включ.	HV30; HV50	10,0	10,0
	HV5; HV10; HV20	15,5	15,5
	HV2; HV3	20,0	20,0
	HV1	25,0	25,0
	HV0,2; HV0,3; HV0,5	25,0	22,0
Св. 525 до 650 включ.	HV30; HV50	13,0	13,0
	HV5; HV10; HV20	19,0	19,0
	HV2; HV3	26,0	26,0
	HV1	31,0	31,0
	HV0,2; HV0,3; HV0,5	30,0	26,0
Св. 650 до 750 включ.	HV30; HV50	15,0	15,0
	HV5; HV10; HV20	22,0	22,0
	HV2; HV3	30,0	29,6
	HV1	42,0	38,5
	HV0,2; HV0,3; HV0,5	35,0	30,0
Св. 750 до 850 включ.	HV30; HV50	17,0	19,0
	HV5; HV10; HV20	25,0	25,0
	HV2; HV3	36,0	36,0
	HV1	51,0	51,0
	HV0,2; HV0,3; HV0,5	50,0	40,0
Св. 850 до 1000 включ.	HV30; HV50	20,0	20,0
	HV10; HV20	30,0	30,0
	HV3; HV5	40,0	38,0
	HV2	50,0	50,0
	HV1	60,0	57,0
	HV0,2; HV0,3; HV0,5	60,0	42,0

Продолжение таблицы 3

Диапазон измерений чисел твёрдости HV	Шкалы	Пределы допускаемых абсолютных погрешностей HV ($\pm$)	Размах чисел твёрдости HV, не более
Св. 1000 до 1250 включ.	HV30; HV50	24,0	24,0
	HV20; HV10	32,0	32,0
	HV3; HV5	45,0	52,0
	HV2	50,0	50,0
	HV1	68,0	68,0
	HV0,5	70,0	66,0
Св. 1250 до 1500 включ.	HV30; HV50	26,0	26,0
	HV10; HV20	39,0	39,0
	HV3; HV5;	65,0	65,0
	HV1; HV2	77,0	77,0
	HV0,5	78,0	72,0
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
	первичной поверке	периодической поверке	
1 Внешний осмотр твердомера	да	да	7
2 Подготовка к поверке и опробование твердомера	да	да	8
3 Проверка программного обеспечения твердомера	да	да	9
4 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия твердомера метрологическим требованиям	да	да	10
4.1 Определение метрологических характеристик испытательных нагрузок по шкалам Виккерса	да	да	10.1
4.2 Определение метрологических характеристик твердомера по шкалам Виккерса	да	да	10.2
5 Оформление результатов поверки	да	да	11

2.2 В случае получения отрицательного результата при проведении одной из операций поверку прекращают, а твердомер 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 °С до плюс 28 °С;
- 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) твердомеров.

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	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.4 Определение отклонения показаний измерительного устройства твердомера	Рабочие эталоны единицы длины не ниже 2-го разряда, по ГПС для средств измерения длины, приказ Ростандарта от 29.12.2018 № 2840, в диапазоне от 0 до 1 мм	Объект-микрометр ОМ-О (рег. № 28962-16)
	Мера длины штриховая, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,2$ мкм, в диапазоне от 0 до 2 мм *	Мера длины штриховая высокоточная МШВ-О (рег. № 60060-15)
п. 10.1 Определение метрологических характеристик испытательных нагрузок по шкалам Виккерса	Рабочие эталоны силы не ниже 2-го разряда по ГПС для средств измерений силы, приказ Росстандарта от 22.10.2019 № 2498, в диапазоне от 1 Н до 500 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 твердомера 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: $((200 \pm 50) \text{ HV}; (450 \pm 75) \text{ HV}; (800 \pm 50) \text{ HV}$	Меры твердости (микротвердости) эталонные Виккерса МТВ-МЕТ и ММТВ-МЕТ (рег. № 65701-16)
* Для объектива с увеличением 5X		

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 твердомера

7.1. При проведении внешнего осмотра твердомера проверить:

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

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

8 Подготовка к поверке и опробование твердомера

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 наконечника. Поверхность рабочей части наконечника должна быть чистой и обезжиренной.

8.3. Провести опробование твердомера 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 твердомера.

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

П р и м е ч а н и е – Для длин диагонали до 1 мм включительно использовать объект-микрометр, для длин диагонали свыше 1 мм использовать меру длины штриховую.

8.4.2 Установить объект-микрометр или меру длины штриховую на рабочий столик твердомера так, чтобы деления шкалы измерительного устройства оказались между горизонтальными маркерами.

8.4.3 Определить отклонение показаний измерительного устройства твердомера $\check{A}_1$ для длин диагонали менее и равной 0,08 мм по формуле (1):

$$\check{A}_1 = 1 - I_0, \quad (1)$$

где 1 – интервал между делениями шкалы измерительного устройства по показаниям твердомера,

I_0 – приписанное значение интервала шкалы измерительного устройства, присвоенное ему поверяющей организацией по результатам последней поверки.

8.4.4 Определить отклонение показаний измерительного устройства твердомера $\check{A}_1$, %, для длин диагонали более 0,08 мм по формуле (2):

$$\check{A}_1 = ((1 - I_0) / I_0) \cdot 100, \quad (2)$$

8.4.5 Повторить операции п.п. 8.4.3 – 8.4.4 настоящей методики поверки, установив объект-микрометр или меру длины штриховую на рабочий столик твердомера 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 превышает 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 твердомера

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

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

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

9.2 Результат проверки по данному пункту считать положительным, если идентификационные 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 твердомера метрологическим требованиям

10.1 Определение метрологических характеристик испытательных нагрузок по шкалам Виккерса

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

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

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

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

где $F_{\text{изм}}$ – значение испытательной нагрузки, измеренной динамометром;

F_0 – номинальное значение испытательной нагрузки.

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

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

10.2 Определение метрологических характеристик твердомера по шкалам Виккерса

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

10.2.1 Поверку твердомеров выполнить при следующих нагрузках:

- для твердомеров MERTIS HV-10, MERTIS HV-10Z, MERTIS HVS-10, MERTIS HVS-10Z, MERTIS MHV-10Z, MERTIS QHVT-10Z, MERTIS MHV-10Z/V2.0, MERTIS MHV-10Z/V3.0 – 2,942 Н (шкала HV 0,3); 4,903 Н (шкала HV 0,5); 9,807 Н (шкала HV 1); 49,03 Н (шкала HV 5); 98,07 Н (шкала HV 10);

- для твердомеров MERTIS XHVT-10Z, MERTIS XHVT-10Z/V3.0 - 1,961 Н (шкала HV 0,2); 2,942 Н (шкала HV 0,3); 4,903 Н (шкала HV 0,5); 49,03 Н (шкала HV 5); 98,07 Н (шкала HV 10);

- для твердомеров MERTIS XHVT-30Z, MERTIS XHVT-30Z/V3.0. – 2,942 Н (шкала HV 0,3); 4,903 Н (шкала HV 0,5); 9,807 Н (шкала HV 1); 98,07 Н (шкала HV 10); 294,2 Н (шкала HV 30);

для твердомеров MERTIS HV-50, MERTIS HV-50Z, MERTIS HVS-50, MERTIS HVS-50Z, MERTIS MHV-50Z, MERTIS QHVT-50Z, MERTIS XHVT-50Z, MERTIS XHVT-50Z/V3.0, MERTIS MHV-50Z/V2.0, MERTIS MHV-50Z/V3.0 – 4,903 Н (шкала HV 0,5); 49,03 Н (шкала HV 5); 98,07 Н (шкала HV 10); 294,2 Н (шкала HV 30); 490,3 Н (шкала HV 50).

10.2.2 Меры твердости выбирать в соответствии с таблицей 8.

Примечание - В случае, если в процессе эксплуатации не все вышеуказанные нагрузки реализуются в твердомере, допускается поверка по мерам твердости при других прикладываемых нагрузках. Меры твердости 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. Поверка должна быть проведена не менее чем по пяти шкалам твердости.

Таблица 8

Обозначение шкалы твердости	Значение твердости меры, HV	Диапазон длин диагоналей отпечатка, мм	Количество мер, используемых для поверки, шт.
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
HV 0,5	(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
HV 3	(200±50) HV; (450±75) HV; (800±50) HV	от 0,04 до 0,2	1
HV 5	(450±75) HV; (800±50) HV	от 0,04 до 0,2	1
HV 10	(800±50) HV	от 0,04 до 0,2	1
	(200±50) HV	не менее 0,2	1
HV 20	(200±50) HV; (450±75) HV; (800±50) HV	не менее 0,2	1
HV 30	(200±50) HV; (450±75) HV; (800±50) HV	не менее 0,2	1
HV 50	(200±50) HV; (450±75) HV; (800±50) HV	не менее 0,2	1
Примечание - Если в твердомере 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 твердости (п. 5.1) нанести пять отпечатков, располагая их равномерно по всей поверхности меры. Определить медиану 5-ти измерений H_m и занести ее в протокол (приложение А, таблица А.4).

10.2.4 Вычислить абсолютную погрешность твердомера по формуле (4).

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

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

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

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

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 твердомера;

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

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

10.2.6 Результаты поверки твердомера считать положительными, если значения абсолютной погрешности и размаха показаний твердомера находятся в допустимых пределах, указанных в таблице 3.

11 Оформление результатов поверки

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

11.2 Результаты поверки твердомера 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 твердомера 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 твердомер 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 лаборатории 360
НИО-3 ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.Э. Асланян

Ведущий инженер НИО-3 ФГУП «ВНИИФТРИ»



М.А. Васенина

Приложение А
к документу МП 360-018-2025
«ГСИ. Твердомеры Виккерса MERTIS »
(рекомендуемое)

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

Средство измерений _____,

Серийный № _____

Средства поверки

Наименование, тип СИ, заводской номер	Метрологические характеристики

Условия поверки

Температура _____ °С

Относительная влажность _____ %

Результаты внешнего осмотра _____

Результаты опробования _____

Таблица А.1 - Определение отклонения показаний измерительного устройства твердомера

[illegible]

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

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

Таблица А.3 - Определение относительного отклонения испытательной нагрузки

[illegible]

Таблица А.4 - Результаты измерений твердости

Шкала твердости	Значение твердости меры (по свидетельству о поверке)	Результаты измерений HV					Медиана пяти измерений HV
		H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	H ₅	H _м

Таблица А.5 - Определение абсолютной погрешности и размаха показаний по шкалам Виккерса

Шкала твердости	Значение твердости меры (по свидетельству о поверке)	Медиана пяти измерений HV	Абсолютная погрешность твердомера HV	Размах показаний твердомера HV

Заключение:

Твердомер является пригодным (непригодным) к применению.

Поверитель _____