

СОГЛАСОВАНО

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



А.Н. Щипунов
« 14 » _____ 2022 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Твердомеры Виккерса DuraScan 50

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 360-002-2022

2022 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на твердомеры Виккерса DuraScan 50, серийный номер 892 и 1045 (далее - твердомеры), изготавливаемые фирмой «EMCO-TEST Prüfmaschinen GmbH», Австрия, и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок.

1.2 При проведении поверки обеспечивается прослеживаемость твердомеров Виккерса к Государственному первичному специальному эталону твердости металлов по шкалам Виккерса (ГЭТ 31-2010) согласно ГОСТ 8.063-2012.

1.3 Поверка твердомеров может осуществляться только аккредитованным на проведение поверки в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации лицом в соответствии с его областью аккредитации.

1.4 Передача твердомерам единицы твердости по шкале Виккерса осуществляется методом прямых измерений.

2 Перечень операций поверки

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

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операций	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр твердомера	7	да	да
Подготовка к поверке и опробование твердомера	8	да	да
Проверка программного обеспечения твердомера	9	да	да
Определение метрологических характеристик твердомера и подтверждение соответствия твердомера метрологическим требованиям	10	да	да
Определение абсолютной погрешности твердомера по шкалам Виккерса и диапазонов измерений твердости по шкалам Виккерса	10.1	да	да
Оформление результатов поверки	11	да	да

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 от 18 до 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 квалифицированные в качестве поверителя в данной области измерений, обученные правилам техники безопасности и полностью изучившие руководство по эксплуатации (далее - РЭ) твердомера.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки должны быть применены средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень средств поверки

Операция поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.2 Измерение геометрических параметров алмазных наконечников Виккерса	Средства измерений геометрических параметров по ГОСТ 8074-82, общее увеличение не менее 30х	Микроскоп инструментальный ММИ-1, (рег. 599-63)
п. 8.4 Определение отклонения показаний измерительного устройства твердомера.	Рабочий эталон 2-го разряда*, согласно ГПС для средств измерения длины, приказ Ростандарта № 2840 от 29.12.2018, в диапазоне от 0 до 1 мм	Объект-микрометр ОМ-О (№ 28962-05)
п. 8.5 Определение относительного отклонения испытательной нагрузки	Средства измерений массы в диапазоне от 10 до 1000 г, II класс точности по ГОСТ OIML R 76-1-2011	Весы лабораторные ВЛТЭ 1100, (рег. № 21370-02)
	Средства измерений силы в диапазоне от 1 до 10 кг, пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 0,24\%$	Динамометры электронные переносные АЦДС, (рег. № 49465-12)
п. 10.1 Определение абсолютной погрешности твердомера по шкалам Виккерса и диапазонов измерений твердости по шкалам Виккерса.	Рабочие эталоны микротвёрдости по ГОСТ 8.063-2012 со значениями твердости: (200 $\pm$ 50) HV; (450 $\pm$ 75) HV; (800 $\pm$ 50) HV; Рабочие эталоны твердости по шкалам Виккерса по ГОСТ 8.063-2012 со значениями твердости: (200 $\pm$ 50) HV; (450 $\pm$ 75) HV; (800 $\pm$ 50) HV	Меры твёрдости (микротвердости) эталонные Виккерса МТВ-МЕТ и ММТВ-МЕТ (рег. №65701-16)

П р и м е ч а н и е - Параметр, отмеченный * - допускается применение объект микрометра 3 разряда при условии наличия протокола поверки с приписанными значениями интервалов длин шкалы, округленными до десятых долей микрона

5.2 Применяемые средства поверки должны иметь действующие свидетельства о поверке.

5.3 Допускается применение других средств измерений утвержденного типа, прошедших поверку и обеспечивающих измерение метрологических характеристик поверяемого твердомера с требуемой точностью.

6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденные Минэнерго России 13 января 2003 года, «Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок. ПОТ Р М-016-2001», утвержденные Министерством энергетики РФ 27 декабря 2000 года и Министерством труда и социального развития РФ 5 января 2001 года (с поправками от 01 июля 2003 года)

6.2 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности согласно ГОСТ 12.3.019-80.

7 Внешний осмотр твердомера

7.1. При проведении внешнего осмотра твердомера проверить:

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

7.2 Результаты внешнего осмотра считают положительными и продолжают поверку, 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 наконечников. Поверхность рабочей части наконечников должна быть чистой и обезжиренной.

8.2.1 Измерение геометрических параметров алмазных наконечников Виккерса

8.2.1.1 Измерение угла между противоположными гранями пирамиды.

Для измерения угла между противоположными гранями алмазной пирамиды наконечник установить на столик микроскопа так, чтобы его ось была перпендикулярна к оптической оси микроскопа. Поворотом наконечника вокруг его оси получить чёткую фокусировку двух противоположащих рёбер пирамиды в положении наибольшего угла между ними.

Для измерения угла между двумя противоположными рёбрами вычисляют по лимбу разность показаний, соответствующих поочерёдному совмещению какой-либо радиальной штриховой линии угломерной окулярной головки с обоими рёбрами. Измерения проводить в двух плоскостях, каждая из которых проходит через два противоположных ребра пирамиды и её высоту (ось). В каждой плоскости выполнить три измерения. Результат измерений усреднить.

Результаты испытаний считать положительными, если угол между противоположными гранями при вершине наконечника составляет $136^{\circ} \pm 0,5^{\circ}$.

8.3. Провести опробование твердомера в соответствии с главой 5 РЭ.

Результаты опробования считать положительными, если на дисплее компьютера отобразилась полная информация об измерении.

8.4 Определение отклонения показаний измерительного устройства твердомера.

8.4.1 Для шкал Виккерса отклонение показаний измерительного устройства проводить при помощи объект-микрометра. Измерения проводить как минимум, на трех разных интервалах для каждого рабочего диапазона, указанного в таблице 3.

8.4.1.1 Определить отклонение показаний оптической системы для длин диагонали менее и равной 0,040 мм и более 0,200 мм по формуле (1):

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

где I – интервал между делениями шкалы объект-микрометра по показаниям твердомера,
 I_0 – номинальное значение интервала шкалы объект-микрометра.

Результаты измерений занести в протокол (приложение А, таблица А.1).

8.4.1.2 Определить отклонение показаний оптической системы твердомера для длин диагонали более 0,040 мм и менее или равной 0,200 мм по формуле (2):

$$\tilde{A}_1 = 100 \% \cdot (1 - I_0) / I_0. \quad (2)$$

Результаты измерений занести в протокол (приложение А, таблица А.1).

8.4.1.3 Результаты поверки считать положительными, если отклонения показаний измерительного устройства твердомера не превышают значений, указанных в таблице 3, согласно ГОСТ Р 8.695-2009 «ГСИ. Металлы и сплавы. Измерения твердости по Виккерсу. Часть 2. Поверка и калибровка твердомеров» (п. 4.4).

Таблица 3 – Предельные отклонения показаний оптической системы

Длина диагонали, d, мм	Предельные отклонения показаний оптической системы
$d \leq 0,040$	0,0004 мм
$0,040 < d \leq 0,200$	1,0 % от d
$d > 0,200$	0,002 мм

8.5 Определение относительного отклонения испытательной нагрузки

8.5.1 Все используемые в твердомере нагрузки должны быть измерены с помощью динамометров.

8.5.2 Выполнить по три измерения для каждой испытательной нагрузки. Вычислить среднее арифметическое значение $F_{изм}$ и занести его в протокол (приложение А, таблица А.3).

8.5.3 Определить относительное отклонение испытательной нагрузки δ по формуле (4):

$$\delta = 100 \% \cdot (F_{изм} - F_0) / F_0, \quad (4)$$

где $F_{изм}$ – среднее арифметическое значение испытательной нагрузки, измеренной весами или динамометром;

F_0 – номинальное значение нагрузки.

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

Результаты поверки твердомера считать положительными, если значения допускаемого относительного отклонения испытательной нагрузки находятся в пределах, приведенных в таблице 4.

Таблица 4 – Пределы допускаемого относительного отклонения прикладываемой испытательной нагрузки

Диапазон испытательных нагрузок F, Н	Пределы допускаемого относительного отклонения испытательных нагрузок, %
$0,09807 \leq F < 1,961$	$\pm 1,5$
$F \geq 1,961$	$\pm 1,0$

9 Проверка программного обеспечения твердомера

9.1 Проверку программного обеспечения (далее - ПО) твердомера (идентификацию) проводить по нижеприведенной методике:

- включить твердомер;
- запустить ярлык программного обеспечения на рабочем столе персонального компьютера;
- в правом верхнем углу отобразится идентификационное наименование ПО и номер версии.

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

9.2 Результаты проверки считать положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют данным, приведенным в таблице 5.

Таблица 5 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение для твердомеров
Идентификационное наименование ПО	Ecos workflow
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже v. 2.10

10 Определение метрологических характеристик твердомера и подтверждение соответствия твердомера метрологическим требованиям

10.1 Определение абсолютной погрешности твердомера по шкалам Виккерса и диапазонов измерений твердости по шкалам Виккерса.

10.1.1 Поверку твердомера выполнить при следующих нагрузках:

- 0,098 Н (шкала HV 0,01); 0,490 Н (шкала HV 0,05); 0,981 Н (шкала HV 0,1); 2,942 Н (шкала HV 0,3); 9,807 Н (шкала HV 1); 49,03 Н (шкала HV 5); 98,07 Н (шкала HV 10).

10.2.2 Меры твердости выбирать в соответствии с таблицей 6.

Таблица 6

Обозначение шкалы твердости	Значение твёрдости меры, HV	Диапазон длин диагоналей отпечатка, мм	Количество мер, используемых для проверки, шт.
HV 0,01	(200±50) HV	не более 0,04	1
HV 0,025	(200±50) HV	не более 0,04	1
HV 0,05	(200±50) HV; (450±75) 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
HV 5	(450±75) HV, (800±50) HV	от 0,04 до 0,2	2
HV 10	(800±50) HV	от 0,04 до 0,2	1
	(200±50) HV	не менее 0,2	1

Примечание - Если в твердомере реализуются не более 5 шкал, то поверяется каждая шкала

10.1.2 Измерения твердости проводить при той же нагрузке, для которой присвоено значение эталонной меры. На каждой из мер (п. 5.1) провести по 5 измерений. Определить медиану 5-ти измерений H_m и занести ее в протокол (приложение А, таблица А.4).

10.1.3 Вычислить абсолютную погрешность твердомера по формуле (5).

$$\Delta = H_m - H_n, \quad (5)$$

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 измерений занести в протокол (приложение А, таблицы А.4)

Результаты поверки твердомера считать положительными, если значения абсолютной погрешности твердомера находятся в пределах, приведенных в таблице 7.

Таблица 7 – Метрологические характеристики твердомеров по шкалам Виккерса

Обозначение шкалы твёрдости	Интервал измерений твёрдости HV									
	от 50 до 75 включ.	от 75 до 125 включ.	св. 125 до 175 включ.	св. 175 до 225 включ.	св. 225 до 275 включ.	св. 275 до 325 включ.	св. 325 до 375 включ.	св. 375 до 425 включ.	св. 425 до 475 включ.	св. 475 до 525 включ.
	Пределы допускаемой абсолютной погрешности твердомеров, HV, (±)									
HV 0,01	5	10	15	20	20	27	35	-	-	-
HV 0,025	4	10	15	20	20	27	35	-	-	-
HV 0,05	-	8	14	20	20	27	35	40	50	50
HV 0,1	-	6	11	16	20	27	35	40	50	50
HV 0,2	-	4	8	12	18	24	30	36	43	50
HV 0,3	-	4	7	10	14	18	23	28	34	40
HV 0,5	-	3	7	10	13	15	19	24	27	30
HV 1	-	3	6	8	10	12	14	16	20	25
HV 2	-	3	5	6	8	9	12	16	18	20
HV 5	-	3	5	6	8	9	11	12	14	15
HV 10	-	3	5	6	8	9	11	12	14	15

Продолжение таблицы 7

Обозначение шкалы твёрдости	Интервал измерений твёрдости HV									
	св. 525 до 575 ВКЛЮЧ.	св. 575 до 625 ВКЛЮЧ.	св. 625 до 675 ВКЛЮЧ.	св. 675 до 725 ВКЛЮЧ.	св. 725 до 775 ВКЛЮЧ.	св. 775 до 825 ВКЛЮЧ.	св. 825 до 875 ВКЛЮЧ.	св. 875 до 925 ВКЛЮЧ.	св. 925 до 1075 ВКЛЮЧ.	св. 1075 до 1500 ВКЛЮЧ.
	Пределы допускаемой абсолютной погрешности твердомеров, HV, (±)									
HV 0,05	61	66	72	84	90	96	112	117	130	169
HV 0,1	58	66	72	77	86	96	102	117	120	156
HV 0,2	58	66	72	77	86	96	102	108	110	143
HV 0,3	47	54	62	70	75	80	89	99	110	143
HV 0,5	36	42	46	49	56	64	68	72	90	142
HV 1	28	30	32	35	42	48	51	54	60	77
HV 2	22	24	26	28	30	32	38	45	50	77
HV 5	17	18	20	21	23	24	26	27	40	52
HV 10	17	18	20	21	23	24	26	27	30	39

Примечание – Метрологические характеристики действительны для 5 измерений

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.

11.3 По заявлению владельца твердомера или лица, представившего его на поверку, на средство измерений наносится знак поверки, и (или) выдается свидетельство о поверке средства измерений, и (или) в паспорт (формуляр) твердомера вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

11.4 Нанесение знака поверки на твердомеры 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»

П.В. Сорокина



Приложение А
к документу МП 360-002-2022
«ГСИ. Твердомеры Виккерса DuraScan 50»
(обязательное)

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

Диапазон измерения, мм	Отклонение показаний измерительного устройства, мм

Таблица А.2 - Определение относительного отклонения испытательной нагрузки

Испытательная нагрузка, Н	Результаты измерений			Среднее арифметическое значение измеренной испытательной нагрузки, Н	Относительное отклонение испытательной нагрузки, %
	F ₁	F ₂	F ₃	F _{изм.}	δ

Таблица А.3 Проверка программного обеспечения (ПО) твердомера

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

Определение метрологических характеристик твердомера**Таблица А.4 - Определение абсолютной погрешности твердомера по шкалам Виккерса**

Шкала твёрдости	Значение твёрдости эталонной меры	Результаты измерений:					Медиана из пяти измерений HV	Абсолютная погрешность твёрдомера, HV
		H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	H ₅	H _м	

Закключение:

Твердомер является пригодным (непригодным) к применению.

Поверитель _____