ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 8.695— 2009 (ИСО 6507-2:2005)

Государственная система обеспечения единства измерений

МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ. ИЗМЕРЕНИЯ ТВЕРДОСТИ ПО ВИККЕРСУ

Часть 2

Поверка и калибровка твердомеров

ISO 6507-2:2005
Metallic materials — Vickers hardness test — Part 2: Verification and calibration of testing machines
(MOD)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2011

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации — ГОСТ Р 1.0—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Всероссийским научно-исследовательским институтом физико-технических и радиотехнических измерений Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии на основе собственного аутентичного перевода на русский язык стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Управлением метрологии Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 декабря 2009 г. № 1122-ст

4 Настоящий стандарт модифицирован по отношению к международному стандарту ИСО 6507-2:2005 «Материалы металлические. Определение твердости по Виккерсу. Часть 2. Поверка и калибровка твердомеров» (ISO 6507-2:2005 «Metallic materials — Vickers hardness test — Part 2: Verification and calibration of testing machines»).

При этом дополнительные слова (фразы, показатели, их значения) включенные в текст стандарта для учета потребностей экономики Российской Федерации и/или особенностей российской национальной стандартизации, выделены подчеркиванием сплошной горизонтальной линией.

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2004 (подраздел 3.5)

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет

© Стандартинформ, 2011

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Основные условия 2
4 Поэлементная поверка 2
5 Поверка по эталонным мерам твердости 4
6 Межповерочные интервалы 7
7 Свидетельство о поверке/калибровке 7
Приложение А (справочное) Информация об алмазных наконечниках 8
Приложение В (справочное) Неопределенность результатов измерений при поверке/калибровке твердомера 9
Библиография 14

ГОСТ Р 8.695—2009
(ИСО 6507-2:2005)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственная система обеспечения единства измерений

МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ. ИЗМЕРЕНИЯ ТВЕРДОСТИ ПО ВИККЕРСУ

Часть 2

Поверка и калибровка твердомеров

State system for ensuring the uniformity of measurements.
Metals and alloys. Vickers hardness test. Part 2. Verification and calibration hardness testers

Дата введения — 2011—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на метод поверки твердомеров для измерения твердости металлов и сплавов по шкалам Виккерса, в соответствии с ГОСТ Р ИСО 6507-1.

Он определяет метод поэлементной поверки твердомеров для контроля основных функций работы твердомера и метод поверки по эталонным мерам твердости, предназначенный для контроля твердомера в целом. Метод поверки по эталонным мерам твердости может использоваться для контроля твердомера в процессе эксплуатации.

Если твердомер позволяет проводить измерения по другим методам твердости, то он должен независимо поверяться по шкалам каждого из этих методов.

Этот документ применим также и для портативных твердомеров.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р ИСО 6507-1—2007 Металлы и сплавы. Измерение твердости по Виккерсу. Часть 1. Метод измерения

ГОСТ 8.335—2004 Государственная система обеспечения единства измерений. Меры твердости эталонные. Методика поверки

ГОСТ 9500—84 Динамометры образцовые переносные. Общие технические требования

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяют в части, не затрагивающей эту ссылку.

Издание официальное

3 Основные условия

Перед поверкой необходимо проверить исправность функционирования твердомера. Твердомер должен функционировать в соответствии с Руководством производителя по эксплуатации.

П р и м е ч а н и е — Необходимо контролировать с особым вниманием:

a) способность шпинделя, удерживающего наконечник, свободно перемещаться по направляющей;

b) плотное крепление наконечника в шпинделе;

c) приложение и снятие испытательной нагрузки без ударов и вибраций, исключающее их влияние на результаты измерений;

d) в случае, когда измерительное устройство вмонтировано в прибор:

- отсутствие влияния на результат измерения перехода от режима нагрузки к режиму измерения;
- отсутствие влияния подсветки на результат измерения;
- совпадение центра отпечатка с центром поля зрения.

Устройство подсветки измерительного микроскопа должно производить равномерную подсветку по всему наблюдаемому полю и обеспечивать максимальную контрастность между восстановленным отпечатком и поверхностью вокруг отпечатка.

4 Поэлементная поверка

4.1 Общие положения

4.1.1 Поэлементная поверка твердомера выполняется при температуре (23 ± 5) °С. Если поверка выполняется при температурах вне указанного диапазона, значение температуры указывается в протоколе поверки.

4.1.2 Метрологические характеристики средств измерений, используемых при поверке, должны соответствовать требованиям национальных стандартов РФ.

4.1.3 Поэлементная поверка включает:

a) поверку испытательной нагрузки;

b) поверку алмазного наконечника;

c) поверку измерительного устройства;

d) поверку параметров цикла нагружения.

4.2 Поверка испытательной нагрузки

4.2.1 Все используемые в твердомере испытательные нагрузки должны быть измерены. Измерения величины каждой нагрузки необходимо проводить не менее чем в трех положениях шпинделя, равномерно распределенных вдоль его рабочего хода.

4.2.2 Должны быть выполнены по три измерения для каждой испытательной нагрузки и каждого положения шпинделя.

4.2.3 Испытательная нагрузка должна измеряться одним из двух следующих методов:

- посредством динамометра в соответствии с ГОСТ 9500;
- посредством уравновешивания с помощью эталонных грузов с погрешностью не более ± 0,2 %, или другим методом, обеспечивающим такую же точность.

4.2.4 Каждое измеренное значение прикладываемой нагрузки должно соответствовать номинальному значению испытательной нагрузки, с допустимым отклонением, указанным в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Диапазон испытательных нагрузок *F*, Н	Допустимое отклонение, %
$F \geq 1{,}961$	± 1,0
$0{,}09807 \leq F < 1{,}961$	± 1,5
F — испытательная нагрузка (статическая сила)	

4.3 Поверка алмазного наконечника

4.3.1 Грани алмазной пирамиды с квадратным основанием должны быть отполированы и не иметь поверхностных дефектов (см. приложение А).

4.3.2 Поверка формы пирамиды может быть сделана прямым методом измерения или методом измерения проекции контура пирамиды на экран.

4.3.3 Угол между противоположными гранями алмазной пирамиды должен составлять 136° ± 0,5° (см. рисунок 1).

Примечание — Угол между противоположными гранями алмазной пирамиды может быть также определен путем измерения угла между противоположными ребрами. Этот угол должен быть: 148,11° ± 0,76°.

4.3.4 Угол между осью алмазной пирамиды и осью держателя наконечника (перпендикулярного к посадочной плоскости) должен быть меньше, чем 0,50°. Четыре грани пирамиды должны сходиться в точке, а максимально допустимая длина перемычки между противоположными гранями (рисунок 2) указана в таблице 2.

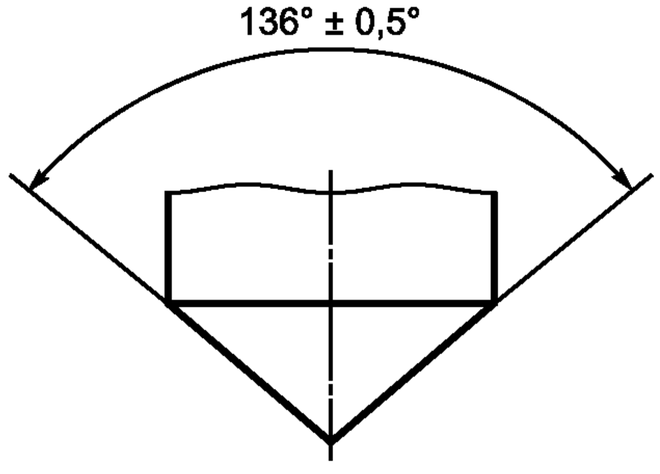
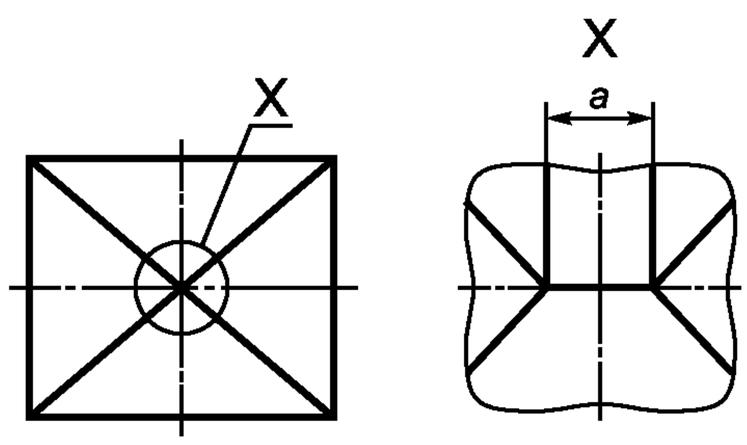


Рисунок 1 — Угол алмазной пирамиды



где *a* — длина линии перемычки на вершине алмазного наконечника;
X — алмазная пирамида Виккерса, вид сверху

Рисунок 2 — Перемычка на вершине алмазного наконечника (схематически)

Таблица 2

Диапазон испытательных нагрузок *F*, Н	Предельно допускаемая длина линии перемычки на вершине алмазного наконечника, мм
$F \geq 49{,}03$	0,0020
$1{,}961 \leq F < 49{,}03$	0,0010
$0{,}09807 \leq F < 1{,}961$	0,0005

4.4 Поверка измерительного устройства

4.4.1 Требуемое разрешение измерительного устройства зависит от размера наименьшего отпечатка.

Шкала измерительного устройства должна быть отградуирована таким образом, чтобы позволяла производить измерения длин диагоналей отпечатков, в соответствии с требованиями, указанными в таблице 3.

Таблица 3

Длина диагонали d, мм	Разрешение измерительного устройства	Предельно допустимая погрешность
$d \leq 0{,}040$	0,0002 мм	0,0004 мм
$0{,}040 < d \leq 0{,}200$	0,5 % от d	1,0 % от d
$d > 0{,}200$	0,001 мм	0,002 мм

Примечание — Длина диагонали отпечатка определяет необходимое увеличение V измерительного устройства в соответствии со следующим условием:

$$V \times d \geq 14 \text{ мм},$$

где V — увеличение измерительного устройства.

Для отпечатков с длиной диагонали $d < 0{,}035$ мм это условие может не выполняться, но общее увеличение микроскопа должно быть не менее 400.

При измерении твердости по Виккерсу твердых сплавов разрешение измерительных устройств определено в [1].

4.4.2 При поверке измерительного устройства по объект-микрометру измерения делаются, как минимум, на пяти интервалах для каждого рабочего диапазона.

Предельно допустимая погрешность не должна превышать значений, указанных в таблице 3.

4.5 Поверка параметров измерительного цикла

Параметры измерительного цикла должны контролироваться по времени с неопределенностью (± 1) с и должны соответствовать циклу измерения, определенному в ГОСТ Р ИСО 6507-1.

5 Поверка по эталонным мерам твердости

Поверка по эталонным мерам твердости должна выполняться при температуре (23 ± 5) °С с использованием мер твердости, поверенных в соответствии с ГОСТ 8.335. Меры калиброванные в соответствии с [2] используются для контроля состояния твердомера между поверками. Если поверка выполняется при температурах вне указанного диапазона, она указывается в протоколе поверки.

5.1 Твердомер поверяется при каждой испытательной нагрузке. Для каждой испытательной нагрузки должны быть отобраны две эталонные меры твердости из диапазонов твердости, представленных ниже. Меры должны быть выбраны так, чтобы для поверки использовалась, одна эталонная мера для каждого диапазона твердости:

- ≤ 225HV
- от 400 HV до 600 HV
- > 700 HV,

где HV — числа твердости по ГОСТ Р ИСО 6507-1.

5.2 Если в твердомере используется только одна испытательная нагрузка, то для его поверки должны быть использованы три эталонных меры, по одной из каждого диапазона, представленного в 5.1.

5.3 На каждой эталонной мере должны быть сделаны и измерены пять отпечатков. Измерение твердости должно проводиться в соответствии с ГОСТ Р ИСО 6507-1.

5.4 Погрешность измерения диагоналей отпечатка не должна превышать значений, указанных в таблице 3.

5.5 В особых случаях, поверка твердомера может быть выполнена только по одному значению эталонной меры твердости, соответствующему приблизительно тем значениям твердости изделий, которые могут быть получены при последующих испытаниях на твердость.

5.6 Среднее арифметическое значение длин двух диагоналей отпечатков, расположенных в порядке возрастания, должно рассчитываться по формуле (1)

$$\overline{d} = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5}{5}. \quad (1)$$

5.7 Размах (повторяемость) результата измерений

Размах результата измерений твердомера при определенных условиях поверки определяется разностью:

$$R = d_5 - d_1, \quad (2)$$

где R — размах результата измерений;

d_5 — большее из средних длин диагоналей;

d_1 — меньшее из средних длин диагоналей.

Размах результата измерений выражается в процентах $\overline{d}$, который вычисляется по формуле (3)

$$R_{rel} = 100\,\frac{d_5 - d_1}{\overline{d}}, \quad (3)$$

где R_{rel} — размах результата измерений твердости.

В случае если размах результата измерений твердомера не удовлетворяет требованиям таблицы 4, твердомер считают непригодным к применению.

Таблица 4

Твердость эталонной меры	Размах результата измерений твердомера, не более						
	R_{rel}, %			R, HV			
	шкалы от HV 5 до HV 100	шкалы от HV 0,2 до HV 5	шкалы до HV 0,2	шкалы от HV 5 до HV 100		шкалы от HV 0,2 до < HV 5	
				Твердость эталонной меры	HV	Твердость эталонной меры	HV
≤ 225 HV	3,0[a)]	6,0[a)]	9,0	100 200	6 12	100 200	12 24
> 225 HV	2,0[a)]	4,0[a)]	5,0[a)]	250 350 600 750	10 14 24 30	250 350 600 750	20 28 48 60
[a)] Или 0,001 мм, в зависимости что больше.							

5.8 Погрешность

Погрешность твердомера при определенных условиях поверки характеризуется разностью (4)

$$E = \overline{H} - H_c, \quad (4)$$

$$\overline{H} = \frac{H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5}{5}, \quad (5)$$

где $H_1, H_2, \ldots, H_5$ значения твердости соответствующие $d_1, d_2, \ldots, d_5$;

H_c — число твердости, присвоенное эталонной мере при поверке.

Относительная погрешность E_{rel}, % вычисляется с помощью следующего уравнения (6)

$$E_{rel} = 100\,\frac{\overline{H} - H_c}{H_c}. \quad (6)$$

Предельно допустимая погрешность твердомера, которая выражается в процентах от числа твердости, присвоенного эталонной мере при последней поверке, не должна превышать значений, указанных в таблице 5.

Т а б л и ц а 5 — Предельно допустимая погрешность твердомера

Шкала твердости	Предельно допустимая относительная погрешность твердомера E_{rel},%															
	Числа твердости, HV															
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000	1500
HV 0,010																
HV 0,015	10															
HV 0,020	8															
HV 0,025		10														
HV 0,050	6	8	9	10												
HV 0,100	5	6	7	8	8	9	10	10	11							
HV 0,200		4		6		8		9		10	11	11	12	12		
HV 0,300						6		7		8	9	10	10	11	11	
HV 0,500				5		5		6		6	7	7	8	8	9	11
HV 1,000				4		4		4		5	5	5	6	6	6	8
HV 2,000				3		3				4	4	4	4	5	5	6
HV 3,000								3						4	4	5
HV 5,000		3								3	3	3	3			4
HV 10,000															3	3
HV 20,000																
HV 30,000						2		2		2	2	2	2	2	2	2
HV 50,000																
HV 100,000																

Примечания

1 Значения не указаны для случаев, когда длина диагонали отпечатка меньше 0,020 мм.

2 Для промежуточных значений максимально допустимая погрешность может быть получена с помощью интерполяции.

3 Значения предельно допустимой погрешности для микротвердомеров основаны на максимально допустимой погрешности в 0,001 мм или 2 % от средней длины диагонали отпечатка, в зависимости что больше.

5.9 Определение неопределенности результата измерений при поверке/калибровке твердомера приводится в приложении В.

6 Межповерочные интервалы

Спецификация для поэлементной поверки приведена в таблице 6.

Т а б л и ц а 6 — Поэлементная поверка твердомеров

Требования к поверке	Нагрузка	Измерительное устройство	Цикл измерения	Наконечник[a)]
При выпуске из производства	x	x	x	x
После демонтажа и монтажа, когда нарушена работа системы нагружения измерительного устройства и нарушен цикл испытаний	x	x	x	
Ошибка при поверке по эталонным мерам твердости[b)]	x	x	x	
Со времени поверки по мерам твердости >12 месяцев	x	x	x	

[a)] В дополнении рекомендуется проводить поверку наконечника каждые 2 года использования.

[b)] Поэлементная поверка этих параметров может быть выполнена последовательно (до тех пор пока твердомер не пройдет поверку по мерам твердости) и поэлементная поверка не требуется, если можно показать (то есть используя эталонный наконечник), что наконечник был причиной ошибки при поверке по мерам твердости.

П р и м е ч а н и е — Поверка твердомера по эталонным мерам твердости проводится во всех перечисленных случаях.

7 Свидетельство о поверке/калибровке

Свидетельство о поверке/калибровке твердомера должно включать следующую информацию:

a) ссылка на настоящий стандарт;
b) метод поверки (поэлементная поверка и/или поверка по мерам твердости);
c) идентификационные данные твердомера;
d) средства поверки (эталонные меры, динамометры и др.);
e) нагрузки, при которых поверялся твердомер;
f) температура при проведении поверки;
g) результаты измерений;
h) дата проведения поверки и ссылки на институт, проводивший поверку;
i) полученные метрологические характеристики при поверке.

Приложение А
(справочное)

Информация об алмазных наконечниках

Опыт показывает, что некоторые из первоначально удовлетворяющих требованиям наконечников разрушаются через довольно небольшое время. Это происходит вследствие небольших трещин, сколов и других повреждений на поверхности наконечника. Если такие повреждения обнаруживаются в процессе использования, то наконечники можно восстановить шлифованием. В противном случае, небольшие дефекты на поверхности быстро приводят к большим разрушениям и делают наконечник непригодным к использованию.

Следовательно:

- состояние наконечника необходимо проверять постоянно, с помощью визуального контроля при внедрении в эталонную меру твердости;
- поверку наконечника производить нельзя, если в наконечнике выявлены дефекты;
- перешлифованные или другим образом восстановленные наконечники должны быть заново поверены.

Приложение В
(справочное)

Неопределенность результатов измерений при поверке / калибровке твердомера

В.1 Поэлементная поверка твердомера

В.1.1 Поверка испытательной нагрузки

Комбинированная относительная стандартная неопределенность поверки/калибровки испытательной нагрузки вычисляется в соответствии со следующим соотношением (В.1)

$$u_F = \sqrt{u_{FRS}^2 + u_{FHTM}^2}, \quad (B.1)$$

где u_{FRS} — относительная неопределенность силоизмерительного устройства (из свидетельства о поверке/калибровке);

u_{FHTM} — относительная стандартная неопределенность испытательной нагрузки, воспроизводимой твердомером.

Неопределенность измерений эталонного силоизмерительного устройства (динамометра) указана в прилагаемом свидетельстве о поверке/калибровке.

Влияние таких факторов, как

- температурная зависимость;
- долговременная стабильность;
- интерполяционные отклонения,

может быть существенным, и они должны учитываться при использовании силоизмерительного устройства. В зависимости от конструкции силоизмерительного устройства, необходимо контролировать совпадение вертикальной оси симметрии силоизмерительного устройства и оси наконечника.

Пример — Неопределенность измерений силоизмерительного устройства (из свидетельства о поверке/калибровке): U_{FRS} = 0,12 % (k = 2)

Поверяемое значение нагрузки на силоизмерительном устройстве F_{RS} = 294,2 Н.

Т а б л и ц а В.1 — Результаты поверки испытательной нагрузки

Номер испытания для различного положения шпинделя	1 серия F_1, Н	2 серия F_2, Н	3 серия F_3, Н	Среднее значение $\bar{F}$, Н	Относительное отклонение ΔF_{rel}, %	Относительная стандартная неопределенность измерений u_{FHTM}, %
1	294,7	294,9	294,5	294,7	0,17	0,04
2	293,9	294,5	294,6	294,3	0,03	0,07
3	293,1	294,0	293,7	293,6	– 0,20	0,09

где $\Delta F_{rel} = \dfrac{\bar{F} - F_{RS}}{F_{RS}}$,

$u_{FHTM} = \dfrac{s_{Fi}}{F} \times \dfrac{1}{\sqrt{n}}$, ($n$ = 3)

F_{RS} — номинальное значение испытательной нагрузки в ньютонах;

s_{Fi} — стандартное квадратичное отклонение значения испытательной нагрузки в i позиции положения шпинделя.

В таблице В.2 используется максимальное значение u_{FHTM} из таблицы В1.

Т а б л и ц а В.2 — Вычисление неопределенности измерений испытательной нагрузки

Величина X_i	Оценка значения x_i	Относительные предельные значения a_i	Тип распределения	Относительная стандартная неопределенность измерений $u(x_i)$	Коэффициент чувствительности c_i	Относительный вклад в общую неопределенность измерений $u_i(H)$
u_{FRS}	294,2 Н		Нормальное	6,0E-04	1	6,0E-04
u_{FHTM}	0,06 Н			9,0E-04		9,0E-04
Относительная комбинированная стандартная неопределенность u_F						1,08E-03
Относительная расширенная неопределенность результата измерений U_F (k = 2)						2,2E-03

Т а б л и ц а В.3 — Вычисление максимального относительного отклонения испытательной нагрузки с учетом неопределенности измерений эталонного силоизмерительного устройства

Относительное отклонение испытательной нагрузки ΔF_{rel}, %	Относительная расширенная неопределенность результата измерений испытательной нагрузки U_F, %	Максимальное относительное отклонение испытательной нагрузки с учетом неопределенности результата измерений эталонного силоизмерительного устройства ΔF_{max}, %
0,20	0,22	0,42
где $\Delta F_{max} = I \Delta F_{rel} I + U_F$		

Результат примера показывает, что относительное отклонение испытательной нагрузки, с учетом неопределенности измерений эталонного силоизмерительного устройства, удовлетворяет требованию раздела 4.2, и не превышает ± 1 %.

В.1.2 Поверка оптического измерительного устройства

Комбинированная относительная стандартная неопределенность эталонного измерительного устройства вычисляется по формуле (В.2)

$$u_L = \sqrt{u_{LRS}^2 + u_{ms}^2 + u_{LHTM}^2}, \quad (B.2)$$

где u_{LRS} — относительная неопределенность измерений эталонного объект-микрометра, из свидетельства о поверке/калибровке при k = 1;

u_{ms} — относительная неопределенность измерений, определяемая разрешением измерительного устройства;

u_{LHTM} — относительная стандартная неопределенность измерений твердомера.

Неопределенность измерений эталонного оптического измерительного устройства (объект-микрометра) указана в прилагаемом свидетельстве о поверке/калибровке.

Влияние таких факторов, как:

- температурная зависимость;
- долговременная стабильность;
- интерполяционные отклонения

не оказывает существенного влияния на неопределенность измерений объект-микрометра.

Пример — Неопределенность измерений линейной шкалы: U_{LRS} = 0,0005 мм (k = 2)

Разрешение измерительного устройства: *ms* = 0,1 мкм

Т а б л и ц а В.4 — Результаты поверки измерительного устройства

Значение длины интервала объект-микрометра, L_{RS}, мм	1 серия L_1, мм	2 серия L_2, мм	3 серия L_3, мм	Среднее значение $\bar{L}$, мм	Относительное отклонение ΔL_{rel}, %	Относительная стандартная неопределенность измерений u_{LHTM}, %
0,05	0,0500	0,0500	0,0501	0,0500	0,07	0,07
0,10	0,1002	0,1000	0,1001	0,1001	0,10	0,06
0,20	0,2001	0,1999	0,2001	0,2000	0,02	0,03
0,30	0,2997	0,3001	0,3001	0,3000	–0,01	0,04
0,40	0,4002	0,4001	0,4003	0,4002	0,05	0,01

где $u_{LHTM} = \frac{s_{Li}}{\bar{L}} \cdot \frac{1}{\sqrt{n}}$, ($n$ = 3)

$$\Delta L_{rel} = \frac{\bar{L} - L_{RS}}{L_{RS}}$$

s_{Li} — стандартное отклонение измеренного значения длины для i-го интервала объект-микрометра.

Т а б л и ц а В.5 — Вычисление неопределенности измерений измерительного устройства

Величина X_i	Номинальное значение x_i, мм	Предельное значение a_i, мкм	Тип распределения	Относительная стандартная неопределенность измерений $u(x_i)$	Коэффициенты чувствительности c_i	Вклад в относительную неопределенность u_i (H)
u_{LRS}	0,40	0,5	Нормальное	1,0E-04	1	1,0E-04
u_{ms}	0	0,1	Прямоугольное	0,7E-04		0,7E-04
u_{LHTM}	0		Нормальное	6,7E-04		6,7E-04
Относительная комбинированная неопределенность измерений u_L,% (related to L_{RS} = 0,4 мм)						0,07
Относительная расширенная неопределенность измерений U_L (k = 2), %						0,14

Т а б л и ц а В.6 — Вычисление максимального относительного отклонения измерительного устройства с учетом неопределенности измерений длины интервала эталонного измерительного устройства

Длина интервала L_{RS}, мм	Относительное отклонение измерительного устройства ΔL_{rel}, %	Относительная расширенная неопределенность измерений U_L, %	Максимальное относительное отклонение измерительного устройства с учетом неопределенности измерений длины интервала эталонного измерительного устройства ΔL_{max}, %
0,40	0,10	0,14	0,24
$\Delta L_{max} = I\, \Delta L_{rel}\, I + U_L$			

Результат примера показывает, что отклонение измерительного устройства с учетом неопределенности измерений длины интервала эталонного измерительного устройства, удовлетворяет требованию раздела 4.4 и не превышает ± 0,5 %.

В.1.3 Поверка алмазного наконечника

Наконечник, состоящий из алмазной пирамиды и ее оправы, не может быть поверен на самом приборе. Свидетельство о поверке/калибровке наконечника с указанием его геометрических отклонений по 4.3 должны выдавать аккредитованные центры.

В.1.4 Поверка цикла измерения

В разделе 4.5 допускаемое отклонение каждой части цикла испытаний составляет ± 0,5 с. При измерениях с помощью обычного измерительного устройства (секундомера) неопределенность результатов измерения равна ± 0,1 с. Следовательно, нет необходимости в оценке неопределенности результатов этих измерений.

В.2 Поверка твердомера по эталонным мерам твердости

При поверке/калибровке твердомера по эталонным мерам твердости проверяется действие всех элементов твердомера в совокупности, а также определяется размах и отклонение твердомера от истинного значения твердости.

Неопределенность измерений твердомера при поверке/калибровке его по эталонным мерам твердости на основе результатов поверки по эталонным мерам твердости равна

$$u_{НТМ} = \sqrt{u_{CRM}^2 + u_{CRM-D}^2 + u_H^2 + u_{ms}^2}, \quad (В.3)$$

где u_{CRM} — неопределенность поверки/калибровки эталонной меры твердости в соответствии со свидетельством о поверке/калибровке при $k = 1$;

u_{CRM-D} — изменение значения твердости эталонной меры с момента ее последней поверки/калибровки вследствие дрейфа (незначительный при использовании эталонных мер твердости, соответствующих стандарту);

u_H — стандартная неопределенность твердомера при измерении эталонной меры твердости;

u_{ms} — неопределенность, обусловленная разрешением твердомера.

Пример

Твердость эталонной меры H_{CRM} = (400,0 ± 5,0) HV30

Неопределенность измерений по эталонной мере твердости U_{CRM} = ± 5,0 HV30

Разрешение твердомера ms = 0,1 мкм

Таблица В.7 — Результаты поверки твердомера по эталонным мерам твердости

№	Измеренная диагональ отпечатка d, мм	Вычисленное значение твердости H, HV
1	$0{,}3716_{min}$	$402{,}9_{max}$
2	0,3724	401,1
3	$0{,}3728_{max}$	$400{,}3_{min}$
4	0,3719	402,2
5	0,3722	401,5
Среднее значение $\overline{H}$	0,3722	401,6
Стандартное отклонение s_H		0,99

$$\overline{b} = \overline{H} - H_{CRM} \quad (В.4)$$

$$\overline{b} = 401{,}6 - 400{,}0 = 1{,}6\text{HV}$$

$$u_H = \frac{t \cdot s_H}{\sqrt{n}} \quad (В.5)$$

Для $t = 1{,}14$, $n = 5$ и $s_H = 0{,}99$ HV
следует:
$u_H = 0{,}51$ HV

В.3 Расчет неопределенности измерений

Таблица В.8 — Расчет неопределенности измерений

Величина X_i	Номинальное значение x_i	Стандартная неопределенность измерений $u(x_i)$	Тип распределения	Коэффициенты чувствительности c_i	Вклад в неопределенность измерений $u_i(H)$
u_{CRM}	400 HV	2,50 HV	Нормальное	1,0	2,50 HV
u_H	0 HV	0,51 HV			0,51 HV
u_{ms}		0,00003 мм	Прямоугольное	2 145,1[a)]	0,06 HV
u_{CRM-D}		0 HV	Треугольное	1,0	0 HV
Комбинированная неопределенность измерений $u_{НТМ}$					2,55 HV
Расширенная неопределенность измерений $U_{НТМ}$ (k = 2)					5,1 HV
[a)] $c = \partial H/\partial d = 2(H/d)$ для H = 400 HV30 и d = 0,3729 мм					

Т а б л и ц а В.9 — Максимальное отклонение твердомера с учетом неопределенности измерений

Твердость, измеренная на твердомере H, HV	Расширенная неопределенность результата измерений $U_{НТМ}$, HV	Отклонение твердомера при поверке/калибровке по эталонной мере твердости $\lvert\bar{b}\rvert$, HV	Максимальное отклонение твердомера с учетом неопределенности измерений $\Delta H_{НТМmax}$, HV
401,6 HV30	5,1	1,6	6,7

где $\bar{b} = \bar{H} - H_{CRM}$,

$\Delta H_{НТМmax} = U_{НТМ} + \lvert\bar{b}\rvert = 5{,}1 + 1{,}6 = 6{,}7$ HV

Результат примера показывает, что допустимое отклонение твердомера, с учетом неопределенности измерений твердомера, удовлетворяет требованиям раздела 5 и не превышает $\pm$ 2 % ($\Delta H_{НТМmax}/H$ = 1,7 %).

Библиография

[1] ИСО 3878—83 (ISO 3878:1983) Сплавы твердые. Измерение твердости по Виккерсу (Hardmetals; Vickers hardness test)

[2] ИСО 6507-3—2005 (ISO 6507-3:2005) Материалы металлические. Испытание на твердость по Виккерсу. Часть 3. Калибровка контрольных блоков (Metallic materials — Vickers hardness test — Part 3: Calibration of reference blocks)

УДК 620.178.152.341:089.68:006.354 ОКС 17.020 Т62.2 ОКСТУ 0008

Ключевые слова: металлы, сплавы, твердость, микротвердость, метод Виккерса, шкалы твердости Виккерса

Редактор *В.А. Бучумова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Р.А. Ментова*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 21.02.2011. Подписано в печать 23.03.2011. Формат 60 × 84 1/8. Бумага офсетная. Гарнитура Ариал.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 1,65. Тираж 130 экз. Зак. 193.

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
www.gostinfo.ru info@gostinfo.ru
Набрано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» на ПЭВМ.
Отпечатано в филиале ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» — тип. «Московский печатник», 105062 Москва, Лялин пер., 6.