

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на твердомеры Бринелля ТБх Tochline (далее - твердомеры), изготавливаемые компанией «ЗИП», г. Иваново, и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок.

1.2 Первичной поверке подлежат твердомеры до ввода их в эксплуатацию. Периодической поверке подлежат твердомеры, 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 Бринелля ГЭТ 33-2020 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений твёрдости по шкалам Бринелля, утвержденной приказом Росстандарта от 02.08.2022 № 1895.

1.4 Передача твердомеру чисел твердости по шкалам Бринелля осуществляется методом прямых измерений.

1.5 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблицах 1 - 2.

Таблица 1 - Метрологические характеристики испытательных нагрузок по шкалам Бринелля

Модификация твердомера	Шкала Бринелля	Испытательная нагрузка, Н	Пределы допускаемого относительного отклонения испытательных нагрузок, %	Диапазон измерений твердости чисел НВ (НВW)
ТБ 5004 Tochline, ТБ 5004-03 Tochline, ТБ 5004А Tochline	НВ (НВW) 2,5/62,5*	612,9	±1	от 32 до 218
	НВ (НВW) 5/62,5*	612,9		от 8 до 54
	НВ (НВW) 5/125*	1226		от 16 до 108
	НВ 2,5/187,5	1839		от 95 до 450
	НВW 2,5/187,5	1839		от 95 до 650
	НВ (НВW) 5/250	2452		от 32 до 218
	НВ (НВW) 10/250	2452		от 8 до 54
	НВ 5/750	7355		от 95 до 450
	НВW 5/750	7355		от 95 до 650
	НВ (НВW) 10/100*	980,7		от 8 до 21
	НВ (НВW) 10/500	4903		от 16 до 108
	НВ (НВW) 10/1000	9807		от 32 до 218
	НВ (НВW) 10/1500	14710		от 48 до 220
	НВ 10/3000	29420		от 95 до 450
	НВW 10/3000	29420		от 95 до 650
ТБ 5056-02 Tochline	НВ 2,5/187,5	1839	от 95 до 450	
	НВW 2,5/187,5	1839	от 95 до 650	
	НВ (НВW) 5/250	2452	от 32 до 218	
	НВ (НВW) 10/250	2452	от 8 до 54	
	НВ 5/750	7355	от 95 до 450	
	НВW 5/750	7355	от 95 до 650	
	НВ (НВW) 10/500	4903	от 16 до 108	
	НВ (НВW) 10/1000	9807	от 32 до 218	
	НВ (НВW) 10/1500	14710	от 48 до 326	
	НВ 10/3000	29420	от 95 до 450	
НВW 10/3000	29420	от 95 до 650		
* Для модификаций ТБ 5004 Tochline, ТБ 5004-03 Tochline в соответствии с заказом				

Таблица 2 – Метрологические характеристики твердомеров по шкалам Бринелля

Обозначение шкал измерения твёрдости	Диапазон измерений твёрдости HB (HBW)				
	от 8 до 21 включ.	св. 21 до 75 включ.	св. 75 до 125 включ.	св. 125 до 187 включ.	св. 187 до 250 включ.
	Пределы допускаемой абсолютной погрешности твердомеров HB (HBW), (±)				
	Размах чисел твёрдости HB (HBW)				
HB (HBW) 10/100	0,8	-	-	-	-
	2,0	-	-	-	-
HB (HBW) 5/62,5; HB (HBW) 10/250	0,8	2,3	-	-	-
	2,0	3,0	-	-	-
HB (HBW) 5/125; HB (HBW) 10/500	0,8	2,3	3,8	-	-
	2,0	3,0	5,0	-	-
HB (HBW) 10/1000; HB (HBW) 2,5/62,5; HB (HBW) 5/250; HB (HBW) 10/1500	-	2,3	3,8	5,6	7,5
	-	3,0	5,0	7,5	7,5
HB 2,5/187,5; HB 5/750; HB 10/3000	-	-	3,8	5,6	7,5
	-	-	5,0	7,5	7,5
HBW 2,5/187,5; HBW 5/750; HBW 10/3000	-	-	3,8	5,6	7,5
	-	-	5,0	7,5	7,5

Продолжение таблицы 2

Обозначение шкал измерения твёрдости	Диапазон измерений твёрдости HB (HBW)					
	св. 250 до 288 включ	св. 288 до 326 включ.	св. 326 до 380 включ.	св. 380 до 450 включ.	св. 450 до 550 включ.	св. 550 до 650 включ.
	Пределы допускаемой абсолютной погрешности твердомеров HB (HBW), (±)					
	Размах чисел твёрдости HB (HBW)					
HB (HBW) 10/1500	8,6	9,8	-	-	-	-
	10,5	10,5	-	-	-	-
HB 2,5/187,5; HB 5/750; HB 10/3000	8,6	9,8	11,4	13,5	-	-
	10,5	10,5	13,5	13,5	-	-
HBW 5/750; HBW 10/3000	8,6	9,8	11,4	13,5	16,5	19,5
	10,5	10,5	13,5	13,5	16,5	19,5
HBW 2,5/187,5	8,6	9,8	11,4	13,5	16,5*	19,5*
	10,5	10,5	13,5	13,5	16,5*	19,5*

Примечание - метрологические характеристики действительны для 5 измерений

* - Метрологические характеристики действительны для измерений с помощью ПО

2 Перечень операций поверки

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – 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 Бринелля	да	да	10.1
4.2 Определение метрологических характеристик твердомера по шкалам Бринелля	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 поддиапазнам 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 4.

Таблица 4 – 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 твердомера (микроскопа)	Мера длины штриховая, диапазон не менее (0-6) мм, пределы допускаемой абсолютной погрешности не более 1 мкм	Мера длины штриховая высокоточная МШВ-О (рег. № 60060-15)
п. 10.1 Определение метрологических характеристик испытательных нагрузок по шкалам Бринелля	Динамометры электронные переносные, в диапазоне от 1 Н до 30 кН, пределы допускаемой относительной погрешности не более 0,24 %	Динамометры электронные ТЭД Tochlina, (рег. № 97177-25)
п. 10.2 Определение метрологических характеристик твердомера по шкалам Бринелля	Рабочие эталоны твердости 2-го разряда по шкалам Бринелля по ГПС для средств измерений твердости по шкалам Бринелля, приказ Росстандарта от 02.08.2022 № 1895, со значениями твердости: (100±25) НВ (НВW); (200±50) НВ (НВW); (400±50) НВ (НВW); (550±100) НВW; (40±10) НВ (НВW)	Меры твердости эталонные Бринелля МТБ-МЕТ (рег. № 31737-16)

5.2 Допускается использовать аналогичные средства поверки, обеспечивающие измерение метрологических характеристик поверяемого твердомера с требуемой точностью.

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 средства измерений

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 рисок, коррозии и других дефектов).

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

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

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 главами 11 РЭ.

Результат опробования считать положительным, если на мере твёрдости образовался отпечаток Бринелля.

8.4 Определение отклонения показаний измерительного устройства твердомера.

8.4.1 Отклонение показаний измерительного устройства проводить при помощи меры длины штриховой.

Измерения проводить в интервалах: (0-1) мм; (1-2) мм; (2-3) мм; (3-4) мм; (4-5) мм; (5-6) мм; (0-6)* мм.

* Для объективов с рабочим полем меньше 6 мм измерения проводить на максимальном количестве миллиметровых интервалов.

8.4.2 Установить меру длины на рабочий стол под измерительным устройством твердомера так, чтобы деления шкалы меры длины оказались между вертикальными линиями шкалы окуляра измерительного устройства.

8.4.3 Определить отклонение показаний измерительного устройства ΔL по формуле (1):

$$\Delta L = L - L_0, \quad (1)$$

где L – значение длины интервала по показаниям измерительного устройства твердомера,

L_0 – номинальное значение интервала шкалы меры длины.

Повторить пп. 8.4.1- 8.4.3 для каждого объектива, входящего в состав измерительного устройства твердомера.

8.4.4 Результат поверки по данному пункту считать положительным, если значения отклонения показаний измерительного устройства находятся в пределах $\pm 0,01$ мм на одно миллиметровое деление шкалы и $\pm 0,02$ мм на всю длину шкалы.

8.4.5 Для твердомеров с ПО установить меру длины штриховую под измерительное устройство твердомера так, чтобы деления шкалы меры длины оказались между вертикальными маркерами на дисплее ПК. Повторить операции пп. 8.4.1, 8.4.3.

8.4.6 Развернуть меру длины штриховую так, чтобы деления шкалы меры длины оказались между горизонтальными маркерами. Повторить операции пп. 8.4.1, 8.4.3.

8.4.7 Результат поверки по данному пункту считать положительным, если значения отклонения показаний измерительного устройства находятся в пределах $\pm 0,01$ мм на одно миллиметровое деление шкалы меры длины и $\pm 0,02$ мм на всю длину шкалы.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Проверку программного обеспечения (далее - ПО) твердомера (идентификацию) проводить следующим образом:

- включить твердомер и ПК, запустить ПО;
- ПО и номер версии будут доступны в меню ПО, установленном на ПК.

9.2 Результат проверки по данному пункту считать положительным, если идентификационные данные ПО соответствуют данным, приведенным в таблице 5.

Таблица 5 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение *	
Идентификационное наименование ПО	Tochline ТБх	Hardness tester
Номер версии (идентификационный номер)	не ниже v 1.0	не ниже v 1.0
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма)	-	-

10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение метрологических характеристик испытательных нагрузок по шкалам Бринелля

Определение метрологических характеристик испытательных нагрузок заключается в определении относительного отклонения нагрузки от номинального значения.

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 (2):

$$\delta = ((F_{\text{изм}} - F_0) / F_0) \cdot 100, \quad (2)$$

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

F_0 – номинальное значение испытательной нагрузки.

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 Бринелля

Определение метрологических характеристик твердомера по шкалам Бринелля состоит из определения абсолютной погрешности и размаха показаний по шкалам Бринелля.

10.2.1 Поверку твердомеров ТБ 5004 Tochline, ТБ 5004-03 Tochline, ТБ 5004А Tochline выполнить при следующих нагрузках: 612,9 Н (шкалы НВ 2,5/62,5, НВW 2,5/62,5); 1839 Н (шкалы НВ 2,5/187,5, НВW 2,5/187,5); 2452 Н (шкалы (НВW 5/250, НВ 5/250); 7355 Н (шкалы НВ 5/750, НВW 5/750); 9807 Н (шкалы НВ 10/1000, шкалы НВW 10/1000); 29420 Н (шкалы НВ 10/3000, НВW 10/3000).

10.2.2 Поверку твердомеров ТБ 5056-02 Tochline выполнить при следующих нагрузках: 1839 Н (шкалы НВ 2,5/187,5, НВW 2,5/187,5); 2452 Н (шкалы (НВW 5/250, НВ 5/250); 7355 Н (шкалы НВ 5/750, НВW 5/750); 9807 Н (шкалы НВ 10/1000, шкалы НВW 10/1000); 29420 Н (шкалы НВ 10/3000, НВW 10/3000).

10.2.3 Меры твердости выбирать в соответствии с таблицей 6.

Примечания:

1. В случае комплектации твердомера только твердосплавными наконечниками поверка проводится по шкалам, указанным в п.п. 10.2.1, 10.2.2, исключая шкалы со стальными наконечниками.
2. В случае комплектации твердомера только стальными наконечниками проводится поверка по шкалам, указанным в п.п. 10.2.1, 10.2.2, исключая шкалы с твердосплавными наконечниками.
3. В случае комплектации твердомера микроскопом без ПО поверку по шкале HBW 2,5/187,5 в диапазоне чисел твердости свыше 450 до 650 не проводят.
4. В случае, если не все шкалы, указанные в п.п. 10.2.1 - 10.2.2, реализуются в твердомере, допускается поверка по мерам твердости по другим шкалам. Поверка должна быть проведена не менее чем по пяти шкалам твердости с разными нагрузками, при этом должен быть задействован каждый используемый наконечник.

Таблица 6

Обозначение шкалы твердости	Значение твердости меры HBW	Количество мер, используемых для поверки, шт.
HB (HBW) 2,5/62,5	(100±25) HBW; (100±25) HB	1
HB (HBW) 2,5/187,5	(200±50) HBW; (200±50) HB; (400±50) HB	2*
HBW 2,5/187,5	(400±50) HBW; (550±100) HBW	2
HB (HBW) 5/250	(100±25) HBW; (100±25) HB	1
HB (HBW) 10/250	(40±10) HBW; (40±10) HB	1
HB (HBW) 5/750	(400±50) HBW; (200±50) HB; (400±50) HB	2*
HBW 5/750	(200±50) HBW; (550±100) HBW	2
HB (HBW) 10/1000	(100±25) HBW; (100±25) HB	1
HB (HBW) 10/3000	(400±50) HBW; (200±50) HB; (400±50) HB	2*
HBW 10/3000	(200±50) HBW; (550±100) HBW	2

Если в твердомере реализуются не более 5 шкал, то поверяется каждая шкала
 * Выбираются меры твердости со значениями чисел твердости из диапазонов (200±50) и (400±50)

10.2.4 Измерения твердости проводить по той же шкале, 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 .

10.2.5 Вычислить абсолютную погрешность твердомера по формуле (3).

$$\Delta = H_m - H_n, \quad (3)$$

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.

10.2.6 Вычислить размах показаний твердомера R по формуле (4):

$$R = R_{\max} - R_{\min}, \quad (4)$$

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

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

10.2.7 Результаты поверки твердомера считать положительными, если значения абсолютной погрешности и размаха показаний твердомера находятся в допускаемых пределах, указанных в таблице 2.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки занести в протокол произвольной формы.

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 выдается 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 поддиапазнам 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