



Обозначение: E110 – 14

Стандартный метод испытания для определения твердости по Роквеллу и Бринеллю металлических материалов методом вдавливания с использованием переносных твердомеров

Standard Test Method for Rockwell and Brinell Hardness of Metallic Materials by Portable Hardness Testers

Перевод настоящего стандарта осуществлен ООО «Нормдокс» с официального разрешения Американского общества по испытаниям и материалам (ASTM) 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA.

ASTM не утверждает и не подтверждает данный перевод, и только английская версия, опубликованная со знаком копирайта ASTM, может рассматриваться как оригинальная версия.

Воспроизведение данного перевода возможно только с разрешения ASTM.

Translation of this standard has been made by Normdocs OOO under the official permission from the American Society for Testing and Materials (ASTM), 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA.

ASTM does not confirm or approve this translation, and only the English version as published and copyrighted by ASTM can be considered as the original version.

Reproduction of this translation is possible by authority of ASTM only.



Стандартный метод испытания для определения твердости по Роквеллу и Бринеллю металлических материалов методом вдавливания с использованием переносных твердомеров¹

Настоящий стандарт выпускается под неизменным обозначением E110; номер, следующий непосредственно за обозначением, указывает на год исходного выпуска или, в случае измененной редакции, год последней редакции. Номер в скобках указывает год последнего повторного утверждения. Надстрочный индекс с буквой эpsilon (ϵ) указывает на наличие редакторских правок с момента выпуска последней редакции или повторного утверждения.

Настоящий стандарт был утвержден к применению ведомствами Министерства обороны США.

1. Область применения*

1.1 Данный метод испытания определяет требования к переносным приборам, которые предполагается использовать для измерения твердости металлических материалов по Роквеллу или по Бринеллю путем выполнения испытаний методом вдавливания на поверхности материалов в полевых условиях или за пределами испытательной лаборатории, или в тех случаях, когда размер или вес образца препятствует его испытаниям на стандартном твердомере по E10 или E18.

1.2 Принципы, используемые для измерения твердости по Роквеллу или по Бринеллю, такие же, как те, которые определены в стандартном методе испытания E18 для твердости по Роквеллу или стандартном методе испытания E10 для твердости по Бринеллю.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 — Стандартные методы испытаний E10 и E18 будут упоминаться в данном методе испытания как стандартные методы.

1.3 Переносные твердомеры, на которые распространяется данный метод испытания, поверяются только методом косвенной поверки. Несмотря на то, что переносные твердомеры предназначены для использования тех же самых условий испытаний, как определено в стандартных методах испытаний, усилия, прикладываемые в переносных твердомерах по Роквеллу и Бринеллю, и системы измерения глубины переносных твердомеров по Роквеллу могут не отвечать требованиям допусков стандартных методов. Переносные твердомеры должны использовать инденторы, которые отвечают требованиям стандартных методов испытаний.

1.4 Данный метод испытания не применяется к переносным твердомерам, измеряющим твердость с помощью средств или процедур, которые отличаются от тех, которые определены в стандартах E10 или E18. Например, данный метод испытания не относится к методам, определенным в Стандартном практическом руководстве ASTM A833, Методах испытаний A956 и A1038 или B647.

1.5 Включен раздел отчетности, чтобы определить способ указания того, что результат испытания был получен с помощью переносного устройства, соответствующего данному документу.

1.6 Включено Приложение A1, определяющее требования к периодической косвенной поверке и ежедневной поверке для данных инструментов.

1.7 *Настоящий стандарт не ставит целью описание всех проблем безопасности, если они имеются, связанных с его использованием. В обязанности пользователя настоящего стандарта входит определение надлежащих методов техники безопасности и охраны труда, а также определение применимости нормативных ограничений перед его использованием.*

2. Ссылочные документы

2.1 Стандарты ASTM:²

A833 Практическое руководство по определению твердости при вдавливании материалов с металлическими свойствами с помощью сравнительных твердомеров

A956 Метод испытания для определения твердости по Либу изделий из стали

A1038 Метод испытания для испытаний твердости переносным твердомером методом ультразвукового контактного импеданса

B647 Метод испытания для определения твердости на вдавливание алюминиевых сплавов с помощью твердомера Вебстера

E10 Метод испытания для определения твердости металлических материалов по Бринеллю

E18 Метод испытания для определения твердости металлических материалов по Роквеллу

E691 Практическое руководство по проведению межлабораторных исследований для определения точности методов испытаний

E140 Стандартные таблицы преобразования твердости металлов (Соотношения между твердостью по Бринеллю, твердостью по Виккерсу, твердостью по Роквеллу, поверхностной твердостью, твердостью по Кнупу, твердостью по склероскопу и твердостью по Либу)

2.2 Стандарты ISO:³

ISO/IEC 17025 : Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий

ISO/IEC 17011 : Оценка соответствия. Общие требования к органам по аккредитации, аккредитующим органы по оценке соответствия

¹ Настоящий метод испытания находится в ведении Комитета ASTM E28 Механические испытания, а непосредственную ответственность за него несет Подкомитет E28.06 по Испытанию твердости методом вдавливания.

Настоящее издание было утверждено 1 июля 2014 г. Опубликовано в июле 2014 г. Первоначально утверждено в 1955 г. Предпоследнее издание утверждено в 2010 под обозначением E110-10. DOI: 10.1520/E0110-14.

² Для ознакомления с упомянутыми стандартами ASTM посетите веб-сайт ASTM, www.astm.org, или свяжитесь со Службой заказчиков ASTM по адресу service@astm.org. Для получения информации по *Ежегодному сборнику стандартов ASTM* обратитесь к сводной странице по стандартам на веб-сайте ASTM.

³ Можно получить в международной организации по стандартизации (ISO), 1, ch. de la Voie-Creuse, CP 56, CH-1211 Geneva 20, Switzerland, <http://www.iso.org>.

3. Значение и применение

3.1 Переносные твердомеры используются для испытаний материалов, которые по причине их размера, местоположения или других требований, таких как контрольная точка, не могут быть испытаны с использованием традиционных фиксированных приборов.

3.2 Переносные твердомеры по своей природе вызывают разброс, который может влиять на результаты испытания; поэтому измерения твердости, выполняемые в соответствии с данным методом испытания, не считаются отвечающими требованиям стандарта E10 или E18. Пользователь должен сравнить результаты исследований точности и погрешности в стандартах E110, E10 и E18, чтобы понять различия в ожидаемых результатах, полученных с помощью переносных и фиксированных приборов.

3.3 Два параметра испытаний, которые могут существенно влиять на точность измерений при использовании переносных твердомеров, - выравнивание индентора по отношению к испытываемой поверхности и время воздействия испытательного усилия. Пользователю следует приложить все усилия для сохранения осевой линии индентора перпендикулярно испытываемой поверхности и прикладывать испытательное усилие, используя тот же временной цикл, как это определено в Методе испытания E10 или Методах испытаний E18.

3.4 Переносные твердомеры являются чувствительными приборами, подверженными повреждению при перемещении из одного места проведения испытания в другое. Поэтому рекомендовано повторение процесса ежедневной поверки во время последовательности испытаний, чтобы гарантировать их корректную работу.

3.5 Испытания для определения твердости в определенном месте на детали могут не быть репрезентативными для физических характеристик всей детали или конечного изделия.

4. Принципы испытаний и оборудования

4.1 Переносной твердомер должен иметь возможность приложения одинакового испытательного усилия, использования одного типа инденторов и использования одинаковых методов для определения и расчета значения твердости, как это определено в Методе испытания E10 или Методах испытаний E18.

4.2 Переносные твердомеры обычно представлены с различными способами удерживания индентора в контакте с испытываемой поверхностью. Твердомеры могут быть прикреплены к испытываемому объекту, к соседнему зафиксированному объекту или установлены на поверхности, подвергаемой испытанию, посредством магнита. Для испытания внутри полостей твердомер может быть установлен на одной из стенок полости для проведения испытания на противоположной стенке.

4.3 Переносные твердомеры типов, описанных в данном методе, не используют набор грузов для приложения усилия вдавливания. Это накладывает определенные ограничения и требует определенных мер предосторожности. Все требования стандартных методов, кроме измененных следующими разделами, должны применяться для использования переносных твердомеров.

4.3.1 Переносные твердомеры не поверяются методом прямой поверки.

4.3.2 Переносной твердомер не должен подвергаться косвенной поверке каждый раз при перемещении.

4.3.3 Некоторые переносные твердомеры по Бринеллю не сохраняют усилие. Очень важно следовать инструкциям производителя по работе с переносным твердомером по

Бринеллю.

4.4 *Принцип испытания для определения твердости по Роквеллу* (см. Метод испытания E18) — Общий принцип испытания для определения твердости по Роквеллу методом вдавливания делится на три этапа приложения и удаления усилия.

4.4.1 *Шаг 1* — Индентор приводят в контакт с образцом в направлении, перпендикулярном к поверхности, и прикладывают предварительное испытательное усилие. После приложения предварительного испытательного усилия измеряют базовую глубину вдавливания.

4.4.2 *Шаг 2* — Усилие на инденторе увеличивают до дополнительного испытательного усилия для достижения общего испытательного усилия.

4.4.3 *Шаг 3* — Дополнительное испытательное усилие убирают, возвращаясь к предварительному испытательному усилию. Измеряют конечную глубину вдавливания. Предварительное испытательное усилие убирают, и индентор удаляют с испытываемого образца. Значение твердости по Роквеллу выводят в соответствии со стандартом E18 из разности значений глубины конечного и исходного вдавливания во время прикладывания предварительного испытательного усилия.

4.5 *Принцип испытания для определения твердости по Бринеллю* — (см. Метод испытания E10) — Общий принцип испытания для определения твердости по Роквеллу методом вдавливания состоит из двух этапов.

4.5.1 *Шаг 1* — Индентор приводят в контакт с образцом в направлении, перпендикулярном к поверхности, и прикладывают испытательное усилие. Затем испытательное усилие убирают.

4.5.2 *Шаг 2* — Измеряют диаметр отпечатка. Значение твердости по Бринеллю является производным от среднего значения измерений диаметра.

5. Испытуемый образец

5.1 Точные результаты испытаний на твердость зависят от надлежащей подготовки испытываемого образца. Все требования к испытываемым образцам, по которым будет выполняться вдавливание, должны соответствовать применимым стандартным методам.

6. Процедуры испытаний

6.1 Ежедневная поверка (см. п. A1.1.3 и таблицу A1.1) испытательной установки должна выполняться в соответствии с применимыми стандартными методами. Рекомендуется выполнение ежедневной поверки непосредственно перед выполнением испытаний для определения твердости на рабочем месте, где должны выполняться испытания для определения твердости. Ежедневная поверка должна выполняться с испытательной установкой, ориентированной в том положении, в котором она будет использоваться. Рекомендуется повторять ежедневную поверку между несколькими испытаниями в последовательности и после завершения последовательности испытаний. Цель выполнения ежедневной поверки на месте испытания — обеспечить, чтобы условия окружающей среды (температура), положение или повреждения во время передвижения и использования не влияли на способность надлежащего функционирования испытательного оборудования.

6.2 Относительное перемещение между твердомером и испытываемым образцом будет влиять на результаты испытания; Поэтому твердомер должен удерживаться и закрепляться таким образом, чтобы относительное перемещение сводилось к минимуму. Это особенно верно для переносного твердомера Роквелла. Устанавливают твердомер в таком положении, чтобы ось индентора была перпендикулярна к поверхности, подвергаемой испытанию.

6.3 Придерживаются инструкций изготовителя для соответствующих процедур эксплуатации и мер

предосторожности при испытаниях.

6.4 Должна быть использована процедура испытания, определенная применимым стандартным методом.

7. Переход на другие шкалы твердости или значения прочности при растяжении

7.1 Нет общего метода точного перевода чисел твердости по одной шкале в числа твердости по другой шкале или в значения прочности при растяжении. Переводы между шкалами твердости являются приблизительными, и поэтому их следует избегать за исключением особых случаев, когда надежная основа для приближенного перевода была получена путем сравнительных испытаний. Измеренные значения (по Роквеллу или Бринеллю) должны указываться в отчете в соответствии с требованиями п. 8 вместе со всеми переведенными значениями, четко обозначенными как переведенные значения.

Примечание 2 — Стандартные переводные таблицы между твердостью металлов, E140, дают приблизительные значения перевода для конкретных материалов и требования к отчетности для переведенных значений.

8. Отчет

8.1 Отчет должен соответствовать требованиям стандартного метода со следующими дополнениями.

8.2 Отчеты должны ссылаться на настоящий стандарт.

8.3 Измеренное число твердости должно быть указано в отчете в соответствии со стандартными методами и дополнено буквой /P для указания на то, что оно было определено с помощью переносного твердомера.

Примеры твердости по Роквеллу:

40 HRC/P = число твердости по Роквеллу 40 по шкале Роквелла С.

72 HRBW/P = число твердости по Роквеллу 72 по шкале Роквелла В с использованием шарикового индентора из карбида вольфрама.

Примеры твердости по Бринеллю:

220 HBW/P 10/3000 = Твердость по Бринеллю 220, определенная с помощью шарикового индентора диаметром 10 мм и с испытательным усилием 3000 кгс (29,42 кН), прикладываемым в течение 10-15 с.

350 HBW/P 5/750 = Твердость по Бринеллю 350, определенная с помощью шарикового индентора диаметром 5 мм и с испытательным усилием 750 кгс (7,355 кН), прикладываемым в течение 10-15 с.

600 HBW/P 2.5/62.5/20 = Твердость по Бринеллю 600, определенная с помощью шарикового индентора диаметром 2,5 мм и с испытательным усилием 62,5 кгс (612,9 кН), прикладываемым в течение 20 с.

9. Точность и погрешность

9.1 Исследование точности и погрешности было проведено в 2008 году в соответствии с Практическим руководством ASTM E691 для определения точности результатов испытаний по Роквеллу и Бринеллю, полученных с использованием переносных приборов. Из-за различия в используемом оборудовании, испытания по Роквеллу и по Бринеллю рассматривались как два отдельных исследования. Подробные результаты содержатся в Отчете об исследованиях ASTM RR:E28-1043.⁴

9.2 Для каждого исследования использовались 7 лабораторий. Три лаборатории были изготовителями приборов, а четыре — пользователями данного оборудования. Испытания для пяти лабораторий были проведены на встрече ASTM

могут быть получены в ответ на запрос Отчета об исследованиях RR: RR:E28-1043.

ТАБЛИЦА 1 Результаты исследования точности и погрешности испытания для определения твердости по Роквеллу

Материалы	Среднее арифметическое значение твердости	S _r	S _R	r _{PВ}	R _{PВ}
HRC 63.53	63.59	0.29	0.80	0.82	2.25
HRC 45.91	45.38	0.20	0.51	0.56	1.44
HRC 24.92	25.00	0.33	0.63	0.92	1.76
HRBW 93.27	93.80	0.34	1.18	0.96	3.29
HRBW 60.60	61.48	0.45	1.33	1.27	3.73
HRBW 41.78	42.65	0.74	1.42	2.07	3.97

в Тампе, Флорида, в ноябре 2008 года. Оставшиеся испытания были проведены на производственных площадках пользователей. В некоторых случаях испытания были проведены сотрудниками организаций, занимающихся калибровкой.

9.3 Раздельные исследования были проведены для испытательных установок для измерения твердости по Роквеллу и Бринеллю.

9.3.1 Для испытаний по шкале Роквелла были использованы приборы с различным сроком службы четырех различных типов, изготовленные тремя производителями.

9.3.2 Испытания по Бринеллю были проведены с использованием приборов от одного изготовителя, так как они являются наиболее часто используемыми в промышленности. Семь приборов, использованных для выполнения испытания, включали в себя как новую установку, так и прибор со сроком службы 30 лет. Пять различных систем измерения были использованы для определения размера отпечатка Бринелля. Две из них представляли собой системы с компьютерным управлением, а другие — переносные ручные микроскопы с 20-кратным увеличением от трех различных производителей.

9.4 Так как стандарт E110-82(2002), который был действительным в момент проведения исследования, не определял четко требуемые результаты косвенной поверки приборов для соответствия стандарту, не было предпринято никаких попыток их аттестации посредством поверки их общих эксплуатационных характеристик с использованием контрольных образцов перед использованием их в исследованиях. Все приборы, использованные для испытаний, рассматривались как имеющие хорошее рабочее состояние и являющиеся типичными, которые используются для проведения каждодневных испытаний.

9.5 Использованные стандартизованные контрольные образцы были калиброваны в соответствии с Методами испытаний E18 или Методом испытания E10 ASTM. Были использованы шкалы Роквелла HRC и HRBW и Бринелля HBW 10/3000. Для каждой шкалы были использованы три контрольных образца, по одному для диапазонов высокой, средней и низкой твердости. На каждом образце было проведено по три испытания в определенных точках.

Примечание 3 — Практическое руководство E691 требует использования минимум четырех (4) контрольных образцов для каждого исследования. Поскольку в исследовании для определения твердости по Бринеллю использовались только три образца, часть данного исследования, относящаяся к определению твердости по Бринеллю, должна быть выполнена заново. До этого момента данная часть исследования считается предварительной.

9.6 Краткие итоговые данные по испытаниям показаны в Таблицах 1 и 2.

9.6.1 Значение r_{PB} представляет собой стандартную величину отклонения, которая может ожидаться между результатами испытаний, полученными для одного материала одним оператором, с использованием одного твердомера, в один день. При сравнении двух результатов испытаний, проведенных при данных условиях, разность между

³ Подтверждающие данные хранятся в штаб-квартире ASTM International и

измерениями меньше значения r_{PB} для данного материала

ТАБЛИЦА 2 Результаты исследования точности и погрешности испытания для определения твердости по Бринеллю

Материалы	Среднее	Sg	SR	r_{PB}	R_{PB}
	арифметическое значение твердости				
HBW 201	206.10	1.11	5.05	3.12	14.14
HBW 315	316.81	1.69	5.17	4.73	14.48
HBW 543	556.00	4.08	14.06	11.43	39.37

является показателем того, что результаты могут быть эквивалентными.

9.6.2 Значение R_{PB} представляет собой стандартную величину отклонения, которая может ожидаться между результатами испытаний, полученными для одного материала различными операторами, с использованием различных твердомеров, в разные дни. При сравнении двух результатов испытаний, проведенных при данных условиях, разность между измерениями меньше значения R_{PB} для данного

материала является показателем того, что результаты могут быть эквивалентными.

9.6.3 Любые заключения на основании данных результатов будут верными с вероятностью 95%.

9.6.4 Несмотря на то, что значения точности, указанные в Таблицах 1 и 2, представляют собой руководство для интерпретации различий между результатами измерений, полная оценка недостоверности измерений позволит получить более определенную интерпретацию результатов для конкретных условий проведения испытания.

9.7 В общем случае данные определяют точность, ожидаемую при использовании переносного твердомера.

9.8 Признанные стандарты для оценки погрешности настоящего метода испытаний отсутствуют.

10. Ключевые слова

10.1 Бринелль; твердость; переносной; Роквелл

ПРИЛОЖЕНИЕ

A1. ПОВЕРКА ПЕРЕНОСНЫХ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТВЕРДОСТИ ПО РОКВЕЛЛУ И БРИНЕЛЛЮ

A1.1 Проверка оборудования

A1.1.1 Приложение A1 определяет два типа процедур проверки переносных испытательных установок для определения твердости: косвенная проверка и ежедневная проверка. Переносной твердомер должен поверяться в конкретных случаях и через определенные промежутки времени в соответствии с таблицей A1.1. Переносные твердомеры не поверяются путем прямой проверки.

A1.1.2 Процедуры, которые будут использоваться для косвенной проверки, должны быть применимыми процедурами, предусмотренными стандартными методами. Повторяемость R и ошибка E, определенные в стандартных методах, должны быть в пределах допусков, приведенных в стандарте E18 для твердомеров Роквелла или E10 для твердомеров Бринелля.

A1.1.3 Процедуры, которые будут использоваться для ежедневной проверки, должны быть применимыми процедурами, предусмотренными стандартными методами. Повторяемость R и ошибка E, определенные в стандартных методах, должны быть в пределах допусков, приведенных в стандарте E18 для твердомеров Роквелла или E10 для твердомеров Бринелля.

A1.1.4 Контрольные образцы, используемые для косвенных и ежедневных проверок, должны соответствовать требованиям стандартных методов.

A1.1.5 Инденторы, используемые для косвенных и ежедневных проверок, должны соответствовать требованиям стандартных методов.

A1.1.6 Если результаты ежедневной проверки или косвенной проверки не попадают в пределы допусков, приведенных в стандарте E18 для твердомеров Роквелла или E10 для твердомеров Бринелля, процедуры проверки могут быть повторены. Если это не удастся во второй раз, твердомер не должен использоваться, пока не подвергнется регулировке или ремонту и не пройдет косвенную проверку.

Примечание A1.1 — Рекомендуется, чтобы орган по калибровке, используемый для проведения косвенных проверок переносных твердомеров, был аккредитован в соответствии с требованиями стандарта ISO/IEC 17025 (или эквивалента) признанным аккредитационным органом, который работает в соответствии с требованиями стандарта ISO/IEC 17011.

A1.2 Отчет о проверке

A1.2.1 Для косвенной проверки необходим отчет о проверке. Для ежедневной проверки отчет о проверке не требуется. Отчет о проверке должен быть в соответствии с требованиями стандартных методов.

Таблица А1.1 График поверки для переносного твердомера

Процедура поверки	График	
Косвенная поверка	Как указано стандартными методами, и при возникновении обстоятельств, которые могут повлиять на производительность твердомера. Исключением из требований стандартных методов является то, что переносной твердомер не должен подвергаться косвенной поверке каждый раз при его перемещении.	
Ежедневная поверка	Требуется:	в каждый день выполнения испытаний для определения твердости
	Рекомендуется	непосредственно перед выполнением испытаний для определения твердости на рабочем месте, где должны выполняться испытания для определения твердости. между несколькими испытаниями в последовательности и после завершения последовательности испытаний. всякий раз при изменении индентора. всякий раз при изменении шкалы. всякий раз, когда прибор подвергается удару или небрежному обращению, которые могут повлиять на его характеристики.

СВОДКА ИЗМЕНЕНИЙ

Комитет E28 определил местоположение отдельных изменений, внесенных в настоящий стандарт с момента последнего выпуска, (E110-10), способных оказать влияние на применение настоящего стандарта. (Утверждено 1 июля 2014 года)

(1) Текст и структура всего метода испытания были пересмотрены.

ASTM International не занимается вынесением решений относительно действительности любых патентных прав, заявляемых в связи с любым объектом, упоминаемым в настоящем стандарте. Пользователям этого стандарта в явной форме сообщается, что на них возлагается вся полнота ответственности за определение действительности любых таких патентных прав и риска нарушения таких прав.

Настоящий стандарт может быть пересмотрен в любой момент времени ответственным техническим комитетом и должен пересматриваться раз в пять лет; в случае несоблюдения требования о пересмотре он должен быть либо повторно утвержден, либо отозван. Мы с готовностью рассмотрим ваши предложения по изменению этого стандарта или по составлению дополнительных стандартов; они должны направляться по адресу штаб-квартиры ASTM International. Ваши замечания будут внимательно рассмотрены на совещании ответственного технического комитета, на котором вы можете присутствовать лично. Если вы полагаете, что ваши замечания не были заслушаны должным образом, вы должны довести свое мнение до сведения Комитета по стандартам ASTM по приведенному ниже адресу.

Авторские права на этот стандарт принадлежат ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States – США. Отдельные репринты (в одном или нескольких экземплярах) настоящего стандарта можно получить, связавшись с ASTM по указанному выше адресу или по номеру 610-832-9585 (телефон), 610-832-9555 (факс), по адресу service@astm.org (электронная почта), или через веб-сайт ASTM (www.astm.org). Разрешение на снятие фотокопий данного стандарта может быть также получено через веб-сайт ASTM (www.astm.org/COPYRIGHT).