



Обозначение: E 23 - 12c

Учетный № _____

Американский национальный стандарт

Стандартные методы испытания металлических материалов на ударную вязкость на образце с надрезом¹

Данный стандарт издается под фиксированным обозначением E 23; число непосредственно после обозначения указывает на год утверждения оригинала, или, в случае редактирования, на год последней редакции. Число в скобках указывает на год последнего пересмотра. Верхний индекс «эпсилон» (ε) указывает на редакционные изменения с момента последней редакции или пересмотра.

Данный стандарт был одобрен для использования ведомствами Министерства обороны.

1. Область действия

1.1 Данные методы испытаний описывают испытание металлических материалов на ударную вязкость по Шарпи (с простой балкой на двух опорах) и по Изоду (с консольной балкой) на образце с надрезом. В них изложены требования к образцам для испытаний, методикам испытаний, протоколам испытаний, испытательным машинам (смотрите Приложение A1) для проверки машин для испытания на ударную вязкость по Шарпи (смотрите Приложение A2), дополнительным конфигурациям испытательных образцов (смотрите Приложение A3), обозначениям ориентации испытательного образца (смотрите Терминологию E1823), и определение процента вязкого излома на поверхности разорванных образцов (смотрите Приложение A4). Кроме того, предоставлена информация о значимости испытания образцов с надрезом на ударную вязкость (смотрите Приложение X1), способах определения центра удара (смотрите Приложение X2).

1.2 Данные методы испытаний не затрагивают проблемы, связанные с испытаниями на ударную вязкость при температурах ниже -196 °C (-320 °F, 77 K).

1.3 Значения, приведенные в единицах СИ, следует считать стандартными. В данном стандарте отсутствуют какие-либо другие единицы измерения.

1.3.1 Исключение – Раздел 8 и Приложение A4 для информации представляют единицы в системе дюйм-фунт.

1.4 Целью данного стандарта не является учет всех вопросов безопасности, связанных с его использованием, если таковые имеются. Ответственность за соблюдение соответствующих правил безопасности и охраны здоровья, а также определение применимости законных ограничений перед использованием стандарта несёт пользователь данного стандарта. Специальные положения по мерам безопасности приведены в Разделе 5.

2. Справочно-нормативные документы

2.1 Стандарты ASTM:²

В 925 Методика для производства и подготовки испытательных образцов для порошковой металлургии (П/М)

E 177 Правила использования терминов «точность» и «отклонение» в Методах испытаний ASTM

E 604 Метод динамического испытания металлических материалов на разрыв

¹ Данные методы испытаний находятся в ведении Комитета ASTM E28 по механическим испытаниям и под непосредственной ответственностью Подкомитета E28.07 по испытаниям на ударную вязкость. Текущее издание утверждено 15 ноября 2012г. Опубликовано в январе 2013г. Первоначально утверждено в 1933г. Последнее предыдущее издание утверждено в 2012г, как E 23 - 12b. DOI: 10.1520/E0023-12C.

² Для ознакомления со стандартами ASTM, на которые ссылается настоящий стандарт, посетите вебсайт ASTM, www.astm.org, или свяжитесь со Службой обслуживания покупателей ASTM на service@astm.org. Для получения информации по содержанию томов *Ежегодник Стандартов ASTM*, обратитесь на страницу Итоговый Документ стандартов на вебсайте ASTM.

Е 691 Правила проведения межлабораторных исследований для определения точности метода испытания
Е 1823 Терминология, связанная с испытанием на усталостное разрушение и излом Е 2298 Метод испытаний металлических материалов на ударную вязкость с помощью измерительных приборов.
Е2298 Метод испытаний на удар металлических материалов с измерительным оборудованием.

3. Краткое изложение методов испытаний

3.1 Важнейшими характеристиками испытания на ударную вязкость являются: соответствующий образец (подходят образцы нескольких различных типов), комплект наковален и опоры образца, на которых размещается последний, чтобы получить удар движущейся массы, движущаяся масса, которая обладает достаточной энергией, чтобы разбить образец, размещенный на ее пути, и устройство для измерения энергии, поглощенной разрушенным образцом.

4. Значение и использование

4.1 Данные методы испытания на ударную вязкость относятся в частности к изменению характеристик металла, когда он подвергается единичному воздействию силы, в результате чего возникают многоосные напряжения, связанные с надрезом, в соединении с большими величинами нагрузки и, в некоторых случаях, с высокими или низкими температурами. Обнаружено, что для некоторых материалов и температур результаты испытания на ударную вязкость на образцах с надрезом при сопоставлении с эксплуатационным опытом точно прогнозируют вероятность хрупкого излома. Более подробная информация о значимости предоставлена в Приложении X1.

5. Меры предосторожности при работе машины

5.1 Следует предпринять меры предосторожности для защиты персонала от качающегося маятника, разлетающихся разломанных образцов и угроз, связанных с нагревающимися и охлаждающимися веществами.

6. Оборудование

6.1 Общие требования:

6.1.1 Испытательная машина должна быть жесткой конструкцией маятникового типа.

6.1.2 Испытательная машина должна быть сконструирована и построена в соответствии с требованиями, приведенными в Приложении A1.

6.2 Инспекция и проверка:

6.2.1 Процедуры инспекции для непосредственной проверки машин для испытания на ударную вязкость представлены в A2.2 и A2.3. Позиции, перечисленные в A2.2, должны инспектироваться ежегодно.

6.2.2 Процедуры косвенной проверки машин для испытания образцов с V-образным надрезом на ударную вязкость по Шарпи с помощью проверочных образцов приведены в A2.4. Машины для испытания на ударную вязкость по Шарпи должны проверяться ежегодно.

7. Образцы для испытаний

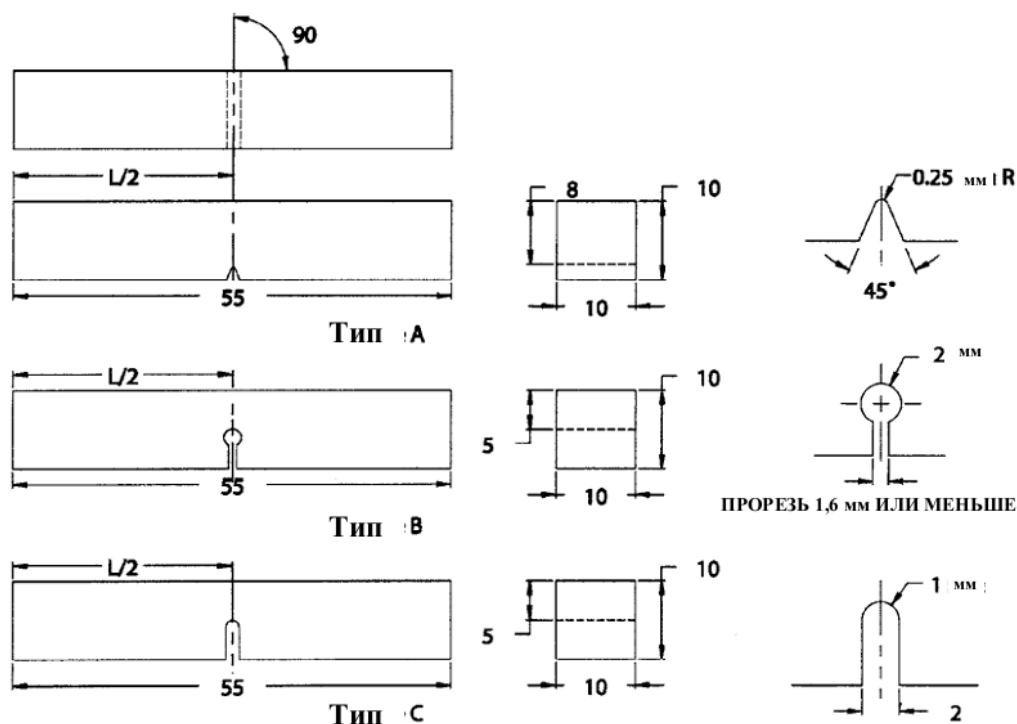
7.1 Конфигурация и ориентация:

7.1.1 Образцы должны отбираться из материала в соответствии с требованиями применяемой спецификации.

7.1.2 Тип выбранного образца во многом зависит от характеристик испытываемого материала. Данный образец не может одинаково подходить для мягких цветных металлов и закаленных сталей; поэтому одобряется использование многих типов образцов. Как правило, более острые и глубокие надрезы требуются для распознавания различий в очень пластичных материалах или при использовании низких скоростей испытания.

7.1.3 Образцы, представленные на Рис.1 и 2, являются наиболее распространенными и наиболее общепринятыми образцами. Они особенно подходят для черных металлов, за исключением чугуна³.

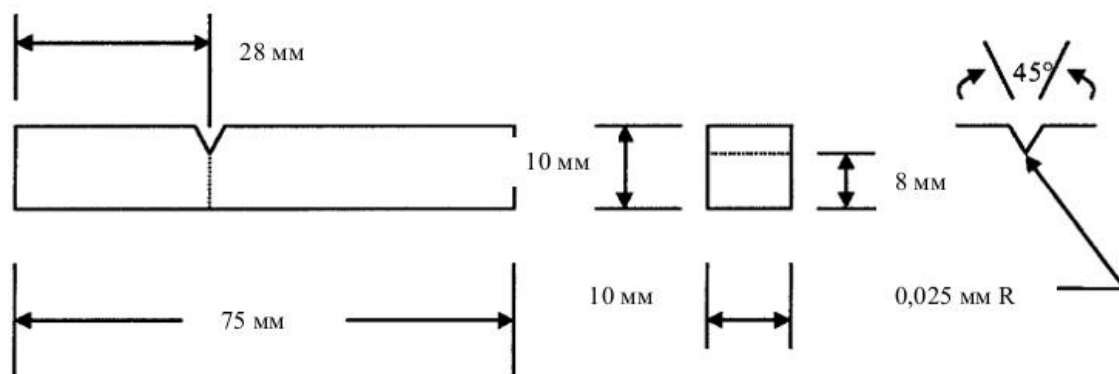
7.1.4 Образцы, в большинстве случаев признанные подходящими для порошковых металлических заготовок (П/М), показаны на рис. 3 и 4. Образцы порошковых металлических заготовок для испытаний на ударную вязкость должны производиться в соответствии с методом, указанным в Методике В 925. Ориентация образца влияет на результаты испытаний данных материалов на ударную вязкость. Поэтому, если не оговорено иное, положение образца в машине должно быть таким, чтобы маятник ударял по поверхности, которая параллельна направлению сжатия. Для порошковых металлических заготовок результаты испытаний на ударную вязкость фиксируются как поглощенная энергия удара не надрезанного образца.



Перпендикулярность надреза	оси	$\pm 2^\circ$
Смежные (90°) стороны должны быть		± 10 мин.
Размеры поперечного сечения		$\pm 0,075$ мм
Длина образца (L)		+ 0, - 2,5 мм
Центрирование надреза (L/2)		± 1 мм
Угол надреза		$\pm 1^\circ$
Радиус надреза		$\pm 0,025$ мм
Длина связки		$\pm 0,025$ мм
Образец типа А		$\pm 0,025$ мм
Образцы типов В и С		$\pm 0,075$ мм
Требования к отделке		$R_a \leq 2$ μ м на надрезанной поверхности и противоположном торце; $R_a \leq 4$ μ м на двух других поверхностях

РИС. 1 Образцы для испытания на ударную вязкость по Шарпи (с простой балкой), Типы А,В и С

³ Отчет подкомитета XV по испытанию на ударную вязкость Комитета А3 по чугуну, процедурам, ASTM, том 33, часть 1, 1933.



ПРИМЕЧАНИЕ 1 – Допустимые отклонения следующие:

Перпендикулярность надреза	оси	$\pm 2^\circ$
Размеры поперечного сечения		$\pm 0,025$ мм
Длина образца (L)		+ 0, - 2,5 мм
Угол надреза		$\pm 1^\circ$
Радиус надреза		$\pm 0,025$ мм
Длина связки		$\pm 0,025$ мм
Смежные (90°) стороны должны быть		± 10 мин.
Требования к отделке		$R_a \leq 2$ мкм на надрезанной поверхности и противоположном торце; $R_a \leq 4$ мкм на двух других поверхностях

РИС. 2 Образцы для испытания на ударную вязкость по Изоду (с консольной балкой), Тип D

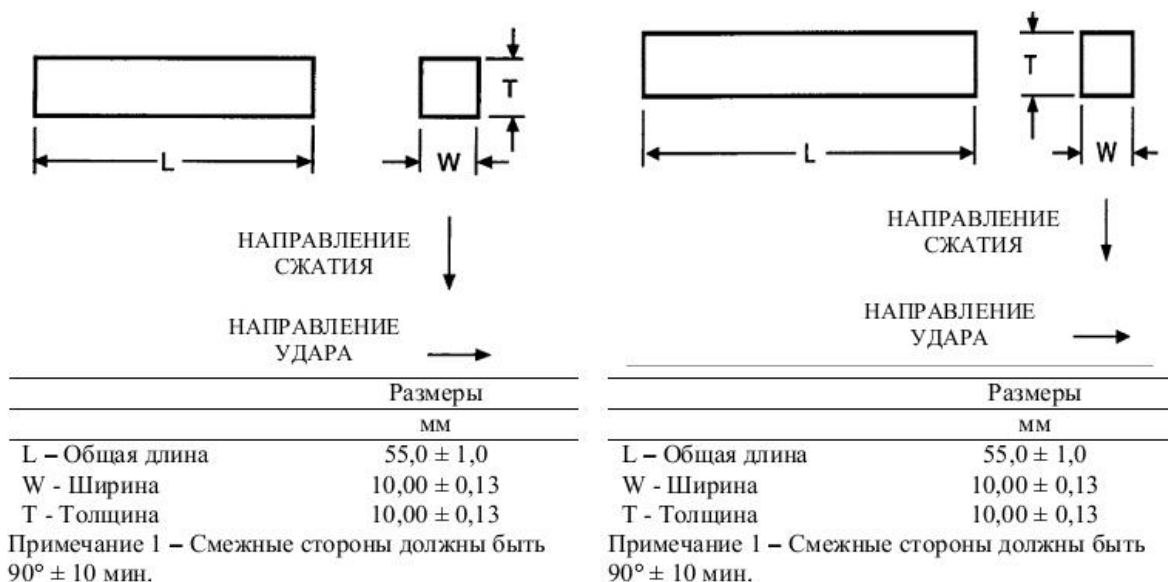


РИС. 3 Ненадрезанный образец для испытания на ударную вязкость по Шарпи (простая балка) для строительных материалов из металлического порошка

РИС. 4 Ненадрезанный образец для испытания на ударную вязкость по Шарпи (консольная балка) для порошковых металлических заготовок

7.1.5 Рекомендации по малогабаритным и дополнительным образцам приведены в Приложении А3.

7.2 Механическая обработка образца:

7.2.1 Когда оцениваются термообработанные материалы, образец должен быть обработан на станке, включая выполнение надреза, после окончательной термообработки, если нельзя продемонстрировать, что свойства ударной вязкости образцов, прошедших механическую обработку перед термообработкой, являются идентичными свойствам образцов, обработанных механически после термообработки.

7.2.2 Надрезы должны быть гладко обработаны, но полировка необязательна. Однако, поскольку отклонения в размерах надреза могут сильно повлиять на результаты испытаний, необходимо придерживаться допусков, приведенных на Рис. 1 (Приложение X1.2 иллюстрирует воздействие изменения размеров надреза на образцы типа А). В образцах с узким отверстием круглое отверстие должно быть аккуратно просверлено с медленной скоростью подачи. Паз может быть вырезан любым возможным способом, но при вырезании паза необходимо предотвратить повреждения поверхности отверстия, высверленного напротив паза.

7.2.3 Идентификационные метки должны располагаться на образцах только в следующих местах: на любом из 10-миллиметровых квадратных концов; на стороне образца, которая обращена вверх, когда образец размещается в наковальне (смотрите Примечание 1), или на стороне образца, противоположной надрезу. Ни на какой стороне образца не должно быть никаких меток на расстоянии 10 мм от центральной линии надреза. Для обозначения можно использовать несмываемые маркеры, лазерное гравирование, разметочные инструменты, электростатические карандаши, а также другие методы маркировки. Однако, некоторые методы маркировки могут вызвать повреждение образцов, если они не используются надлежащим образом. Например, вследствие перегрева от электростатических карандашей или деформации образца из-за штамповки могут измениться механические свойства образца. Поэтому всегда необходимо соблюдать осторожность во избежание повреждения образца. Штамповку и другие процессы маркировки, которые приводят к деформации образца, следует использовать по краям образцов перед выполнением надреза.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 - Следует тщательно обдумать размещение идентификационных меток на стороне образца, которая будет направлена вверх при размещении образца в наковальне. Если оператор испытания не проявит осмотрительность, образец может быть установлен в установке так, что идентификационные метки будут выходить за пределы опор образца (то есть лицевой стороной вниз). При таких обстоятельствах полученное значение поглощенной энергии может быть неточным.

8. Методика

8.1 Подготовка оборудования:

8.1.1 Выполняйте обычную процедуру для проверки установок для испытания на ударную вязкость в начале каждого дня, каждой смены или непосредственно перед испытаниями на установке, используемой периодически. Рекомендуется, чтобы результаты этих плановых проверок заносились в книгу регистрации для установки. После того, как проверка установки покажет соответствие с Приложением А1 и Приложением А2, проведите плановую проверку следующим образом:

8.1.1.1 Визуально проверьте ударную пластину и наковальню на предмет наличия явных повреждений и износа.

8.1.1.2 Проверьте нулевое положение установки посредством следующей процедуры: поднимите маятник в фиксируемое положение, подвиньте стрелку ближе к максимальной мощности используемого диапазона, отпустите маятник и измерьте указанное значение. Стрелка должна показывать нуль в установках, считывающих непосредственно показания энергии. В установках, считывающих в градусах, показание должно соответствовать нулю на переводной таблице, прилагаемой производителем установки.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 - В установках, которые не компенсируют потери на сопротивление воздуха и трение, стрелка не будет показывать нуль. В этом случае при переводе в энергию указанные значения должны корректироваться на потери на трение, которые предположительно должны быть пропорциональными амплитуде.

8.1.1.3 Величина потерь на трение и вентиляционных потерь не должна превышать 0,4% от испытываемого диапазона измерений, а также не должна изменяться на более чем 10% от процентного значения результатов измерений потери на трение и вентиляционных потерь, зафиксированных на установке. Если процент потери на трение и вентиляционных потерь все же превышает 0,4% или значительно отличается от результатов предыдущих измерений, проверьте индикаторный механизм, высоту защелки и подшипники на предмет износа или повреждения. Однако, если установка в последнее время не использовалась, необходимо, чтобы маятник сделал 50-100 колебаний, после чего нужно повторно провести испытание на определение процента потерь на трение и вентиляционных потерь перед выполнением ремонта установки.

Для обеспечения того, чтобы вентиляционные потери и потери на трение находились в допустимых пределах, используйте один из следующих методов оценки:

- (1) Для установок, оснащенных аналоговой шкалой:
 - Поднимите маятник в фиксируемое положение;
 - Переместите стрелку на максимальное числовое значение используемой шкалы; Отпустите маятник (при этом образца в установке не должно быть); Дайте маятнику сделать пять колебаний (колебание вперед и назад вместе считаются одним колебанием);
 - Перед шестым колебанием установите стрелку между показаниями 5 и 10% максимального числового значения используемой шкалы;
 - После шестого колебания вперед зарегистрируйте значение, указанное стрелкой, (переведите показания в единицы энергии, если необходимо); Разделите значение энергии на 10;
 - Разделите на максимальное числовое значение используемой шкалы и Умножьте на 100, чтобы получить процентный показатель потери на трение и вентиляционных потерь.
- (2) Для установок, оснащенных цифровым индикатором:
 - Определите процентный показатель потери на трение и вентиляционных потерь в соответствии с методикой производителя.
- (3) Для установок, оснащенных и аналоговой шкалой, и цифровым индикатором:
 - Определите величину потери на трение и вентиляционных потерь с помощью такого же индикаторного прибора, который использовался для фиксирования поглощенной энергии (10.2.4 и A2.4).

Примечание 3 - До выпуска версии 2012 года процентное значение потери на трение и вентиляционных потерь основывалось на 11 (полу-) колебаниях, а стрелка не двигалась при первом колебании. Сейчас стрелка движется при первом колебании. Разница заключается в том, что потери на трение, вентиляционные потери и потери на перемещение стрелки, связанные с первым колебанием уже предположительно не равны нулю. При первом колебании стрелка должна переместиться на 0,00, следовательно какое-либо трение, которое будет зафиксировано, всего лишь укажет на следующие 10 (полу-) колебаний.

8.2 Расчет температуры испытания:

8.2.1 Температура испытания оказывает влияние на свойства ударной вязкости большинства материалов. Для материалов с объемно-центрированной кубической структурой переход в характере излома происходит в диапазоне температур, который зависит от химического состава и микроструктуры материала. Температуры испытаний можно выбирать, чтобы охарактеризовать свойства материала при фиксированных значениях, или выше диапазона температур, чтобы охарактеризовать область перехода, или поведение при температуре ниже или выше порога хладноломкости, или все эти факторы. Выбор температуры испытания является обязанностью того, кто использует этот метод испытаний, и будет зависеть от конкретной области применения. Для испытания, производимого при комнатной температуре, рекомендуется температура $20 \pm 5^\circ\text{C}$.

8.2.2 Температура образца может существенно изменяться за промежуток времени, когда он изымается из среды с соответствующими температурными условиями, переносится в установку для испытания

на ударную вязкость, и подвергается излому (смотрите Примечание 6). При использовании нагревающей или охлаждающей среды температурой, близкой к температуре кипения, используйте данные из ссылок в Примечании 6 или данные калибровки термopарами для подтверждения того, что образец находится в пределах установленных температурных допусков, когда ударная пластина соприкасается с образцом. Если ожидается избыточный адиабатический нагрев, проконтролируйте температуру образца рядом с надрезом во время излома.

8.2.3 Проводите поверку оборудования для измерения температуры по крайней мере каждые шесть месяцев. Если применяются стеклянные термометры, заполненные жидкостью, достаточно будет первоначальной поверки, однако, прибор необходимо проверять на наличие проблем, таких как потери жидкости, по крайней мере, дважды в год.

8.2.4 Выдержите образец при желаемой температуре в пределах $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ($\pm 2^{\circ}\text{F}$) в соответствующей температурной среде. Может использоваться любой способ подогрева или охлаждения или переноса образца на наковальню при условии, что температура образца непосредственно перед изломом является практически такой же, что и температура выдержки (смотрите Примечание 6). Максимальное изменение температуры образца, допускаемое на период между обработкой в температурной среде и ударом, здесь не оговаривается, потому что оно зависит от испытываемого материала и области применения. Пользователь, применяющий нетрадиционную или редко применяемую температурную среду и методы переноса (или размеры образцов), должен показать, что изменение температуры образца перед ударом сравнимо или меньше, чем изменение температуры для образца стандартного размера из того же материала, который был доведен до требуемых температурных условий в обычно применяемой среде (масло, воздух, азот, ацетон, метанол), и переносился для удара в течение 5 секунд (смотрите Примечание 6). В прошлом использовались три метода доведения до требуемых температурных условий и переноса: доведение до требуемого термического состояния в ванне с жидкостью и перенос на опоры образца с помощью центрирующих щипцов; доведение до требуемого термического состояния в печи и роботизированный перенос на опоры образца; размещение образца на опорах, за которым следует нагрев и охлаждение на месте.

8.2.4.1 Для охлаждения или нагрева в ванне с жидкостью используйте подходящую емкость, которая имеет решетку или иной тип приспособления для размещения образца. Покройте погруженные образцы, по крайней мере, 25 мм (1 дюймом) жидкости, и расположите так, чтобы область надреза была не ближе 25 мм (1 дюйма) к боковым сторонам или дну контейнера; никакая часть образца не должна соприкасаться с контейнером. Поместите прибор, используемый для измерения температуры ванны, в центр группы образцов. Перемешайте жидкость в ванне и удерживайте при желаемой температуре в пределах $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ($\pm 2^{\circ}\text{F}$). Доведите образец до требуемого теплового состояния в течение, по меньшей мере, 5 минут перед испытанием, если не было показано с помощью измерений термopарами более короткое время, достаточное для тепловой подготовки. Оставьте механизм (щипцы, например), используемый для манипуляций с образцами, в ванне, по меньшей мере, на 5 минут перед испытанием, и снова помещайте механизм в ванну между испытаниями.

8.2.4.2 При использовании газовой среды разместите образцы таким образом, чтобы газ циркулировал вокруг них, и выдерживайте газ при желаемой температуре в пределах $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ($\pm 2^{\circ}\text{F}$) по крайней мере 30 минут. Оставляйте механизм для изъятия образцов в среде, за исключением времени манипулирования образцами.

ПРИМЕЧАНИЕ 4 - Температуры до $+ 260^{\circ}\text{C}$ могут быть получены с помощью некоторых масел, но необходимо внимательно следить за «температурами воспламенения».

ПРИМЕЧАНИЕ 5 - Для испытаний при температурах до $- 196^{\circ}\text{C}$ (77°K), стандартные методики испытаний были признаны подходящими для большинства металлов.

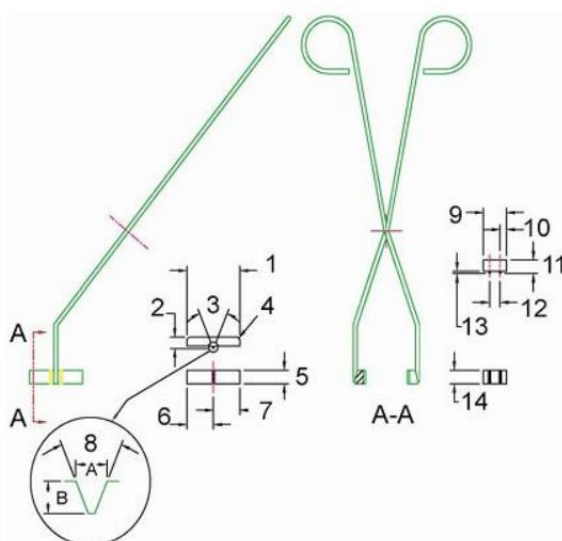
ПРИМЕЧАНИЕ 6 - Исследование показало, что образец, нагретый до 100°C в воде, может охладиться на 10°C за 5 сек., что позволяет осуществить перенос на опоры образца (1)⁴. Другие исследования, использующие охлаждающие среды, точка кипения которых находится ниже комнатной температуры, также показали большие изменения в температуре образца во время переноса образцов на наковальню машины. Кроме того, некоторые материалы существенно изменяли температуру во время испытания на ударную вязкость при криогенных температурах из-за адиабатического нагрева (2).

⁴ Цифры, указанные в скобках жирным шрифтом, относятся к перечню ссылок в конце текста.

8.3 Методика испытания по Шарпи:

8.3.1 Методику испытания по Шарпи можно обобщить следующим образом: образец для испытания доводится до требуемого термического состояния и размещается на опорах напротив наковальни; маятник отпускается без колебания, а по образцу наносится удар ударной пластиной. Информация поступает от установки и от разломанного образца.

8.3.2 Чтобы разместить испытательный образец в установке, рекомендуется использование самоцентрирующихся щипцов, подобных тем, которые изображены на Рис. 5 (смотрите A1.10.1). Щипцы, изображенные на Рис. 5, предназначены для центрирования образцов с V-образным надрезом. Если используются образцы с узким отверстием, может потребоваться изменение конструкции щипцов. Если используется приспособление с торцевой центровкой, следует принять меры для того, чтобы низкоэнергетические высокопрочные образцы не отскочили от этого прибора в сторону маятника и не привели к регистрации ошибочно высоких значений. Многие из таких приборов являются постоянными устройствами установок, и если зазор между концом образца в положении для испытания и центрирующим прибором не составляет приблизительно 13 мм, разломленные образцы могут отскочить в сторону маятника.



Маркировка	Определение	Обозначение	Размеры, мм	Маркировка	Определение	Обозначение	Размеры, мм
1	Длина опоры (со стороны надреза)		39,93 + 0 - 0,051	8B	Глубина 10 мм образца	от 1,52 до 1,65	
					Глубина 5 мм образца	от 0,69 до 0,81	
					Глубина 3 мм образца	от 0,36 до 0,48	
2	Высота опоры (со стороны надреза)		7,94 ± 1	9	Ширина ламели	17,46 ± 1	
3	Угол вставки		44,5 ± 0,5°	10	Удлинение ламели	4,76 ± 1	
4	Радиус опоры		9,53 ± 1	11	Высота ламели	9,53 ± 1	
5	Ширина опоры		19,96 ± 1	12	Стержень	7,94 ± 1	
6	Центр надреза		19,96	13		1,588 ± 1	
7	Центр надреза		19,96	14	Высота опоры (задняя сторона)	9,53 ± 1	
8A	Глубина 10 мм образца		от 1,60 до 1,70				
	Глубина 5 мм образца		от 0,74 до 0,80				
	Глубина 3 мм образца		от 0,45 до 0,51				

РИС. 5 Центрирующие щипцы для образцов с V-образным надрезом по Шарпи

8.3.3 Для проведения испытания подготовьте установку, подняв маятник в застопоренное положение, установите указатель энергии на максимальное значение шкалы или включите цифровой дисплей, или и то и другое, поместите образец на наковальню и отпустите маятник. Если для доведения до требуемого термического состояния используется ванна с жидкостью или газовая среда, выполните следующую последовательность менее, чем за 5 сек. (для стандартных образцов 10 x 10 x 55 мм, (0.394 x 0.394 x 2.165 дюйма) смотрите 8.2.4). Извлеките образец из охлаждающей (или нагревающей) среды центрирующими щипцами, которые были доведены до требуемого теплового состояния с образцом, поместите образец в положение испытания и плавно отпустите маятник. Если испытательный образец извлечен из ванны с установленной температурой и нет уверенности, что испытание будет проведено в 5-секундном временном интервале, перед испытанием верните образец в ванну на время, требуемое в 8.2.

8.3.3.1 Если разорванный образец для испытания на ударную вязкость не разломается на две части, зарегистрируйте его как неразломленный (инструкции по отделению смотрите в 9.2.2.). Неразломленные образцы с поглощенной энергией менее 80% мощности установки могут усредняться со значениями от разломленных образцов. Если отдельные значения не перечисляются, сообщите процент неразломленных образцов со средним значением. Если поглощенная энергия превышает 80% мощности установки, и образец полностью проходит между наковальнями, сообщите значение, как приблизительное (смотрите 10.1), не усредняйте его с другими значениями. Если неразломленный образец не проходит между наковальнями установки, (например, он останавливает маятник), результат следует сообщать, как превышающий мощность установки. Образец никогда нельзя ударять более одного раза.

8.3.3.2 Если образец застревает в машине, аннулируйте результаты и тщательно проверьте установку на наличие повреждений или смещений, которые могут повлиять на калибровку.

8.3.3.3 Во избежание регистрации ошибочного значения, вызванного сотрясением индикатора при защелкивании маятника в его верхнем положении («положение готовности»), снимайте значение для каждого испытания с индикатора до защелкивания маятника для следующего испытания.

8.4 Методика испытания по Изоду:

8.4.1 Методику испытания по Изоду можно обобщить следующим образом: образец для испытания помещается в устройство для закрепления образца, и маятник отпускается без колебания. Информацию получают от установки и от разломленного образца. Подробности описываются следующим образом:

8.4.2 Проводить испытание при температурах, отличных от комнатной, проблематично, поскольку устройство для закрепления образца для образцов с надрезом для испытания по Изоду часто является частью основания установки и не может быть быстро охлаждено (или нагрето). Следовательно, испытание по Изоду не рекомендуется проводить при температурах, отличных от комнатных.

8.4.3 Надежно зажмите образец в опорных тисках так, чтобы центральная линия надреза находилась в плоскости верхней части тисков в пределах 0,125 мм (0,005 дюйма). Установите индикатор энергии на максимальное показание шкалы и плавно отпустите маятник. Разделы 8.3.3.1-8.3.3.3 включительно также распространяются на испытания образцов по Изоду.

9. Информация, получаемая из испытаний на ударную вязкость

9.1 За *поглощенную энергию* принимается разность между энергией в ударяющей детали в момент удара по образцу и энергия, оставшаяся после разлома образца. Это значение определяется по показанию шкалы машины, которое корректируется на вентиляционные потери и потери на трение.

ПРИМЕЧАНИЕ 7 - Альтернативные средства для измерения энергии приемлемы при условии, что точность таких методов можно продемонстрировать. Методы, использовавшиеся в прошлом, включают оптические кодирующие устройства и ударники с датчиками деформаций.

9.2 При использовании методов *измерения расширения в поперечном направлении* необходимо принимать во внимание тот факт, что траектория разрушения редко пересекает точку максимального расши-

рения с обеих сторон образца. Одна половинка разломанного образца может включать максимальное расширение для обеих сторон, для одной стороны или ни для одной из сторон. Поэтому расширение с каждой стороны каждой половинки образца должно измеряться относительно плоскости, определенной недеформированным участком сбоку образца, как показано на Рис. 6. Например, если A_1 больше, чем A_2 , и A_3 меньше, чем A_4 , тогда поперечное расширение является суммой $A_1 + A_4$.

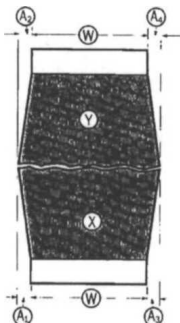


РИС. 6 Половинки разломанного образца с V-образным надрезом для испытания по Шарпи, иллюстрирующие измерение расширения в поперечном направлении, размеры A_1, A_2, A_3, A_4 и первоначальную ширину, размер W

9.2.1 Перед тем, как производить какие-либо измерения поперечного расширения, необходимо, чтобы две половинки образца были исследованы визуально на наличие заусенцев, которые могли образоваться во время испытания на ударную вязкость; если заусенцы будут влиять на измерения поперечного расширения, их нужно удалить (шлифовкой наждачным полотном или каким-либо иным подходящим способом), убедившись, что во время удаления заусенца не стерлись выступы, которые следует измерять. Затем осмотрите каждую поверхность излома, чтобы убедиться, что выступы не повреждены соприкосновением с наковальней, посадочной поверхностью машины и т.п. Поперечное расширение не следует измерять на образце с таким типом повреждения.

9.2.2 Расширение в поперечном направлении регистрируется следующим образом. Расширение в поперечном направлении неразломленного образца может регистрироваться, как разломленного, если образец можно разделить, один раз сжав качающиеся половинки образца, а затем потянув их в стороны без дальнейшего усталостного нагружения образца, и если поперечное расширение, измеренное для неразбитого образца (до изгиба) равно или больше, чем расширение, измеренное для отделенных половинок. В том случае, когда образец невозможно разделить на две половинки, поперечное расширение может измеряться и регистрироваться, как для неразбитого, пока «губ среза» можно достичь без помех со стороны качательно-сочлененного соединения, которое было деформировано во время испытания. Образец будет регистрироваться как неразломленный.

9.2.3 Расширение в поперечном направлении можно легко измерить с помощью измерительного прибора, такого как изображенный на Рис. 7 (узел и детали показаны на Рис. 8). С помощью этого типа измерительного прибора измерение выполняется по следующей методике: расположите половинки образца так, чтобы сжимаемые стороны были обращены друг к другу, возьмите одну половинку разломанного образца и придавите ее к наковальне и штоку измерительного прибора и снимите показание; проделайте подобное измерение на другой половинке (с той же стороны) разломанного образца и аннулируйте более низкое из двух значений; сделайте то же самое для другой стороны разломленного образца, укажите сумму максимального расширения для двух сторон как расширение в поперечном направлении для образца.

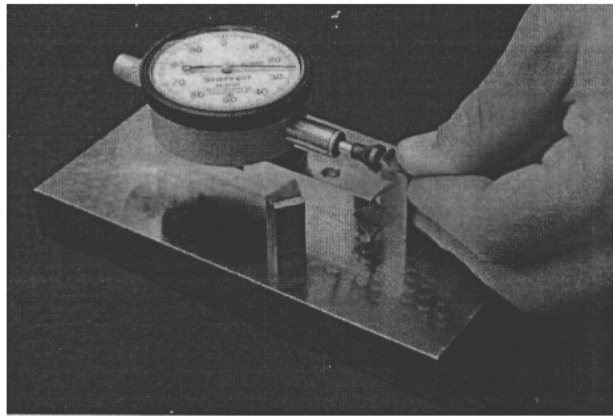
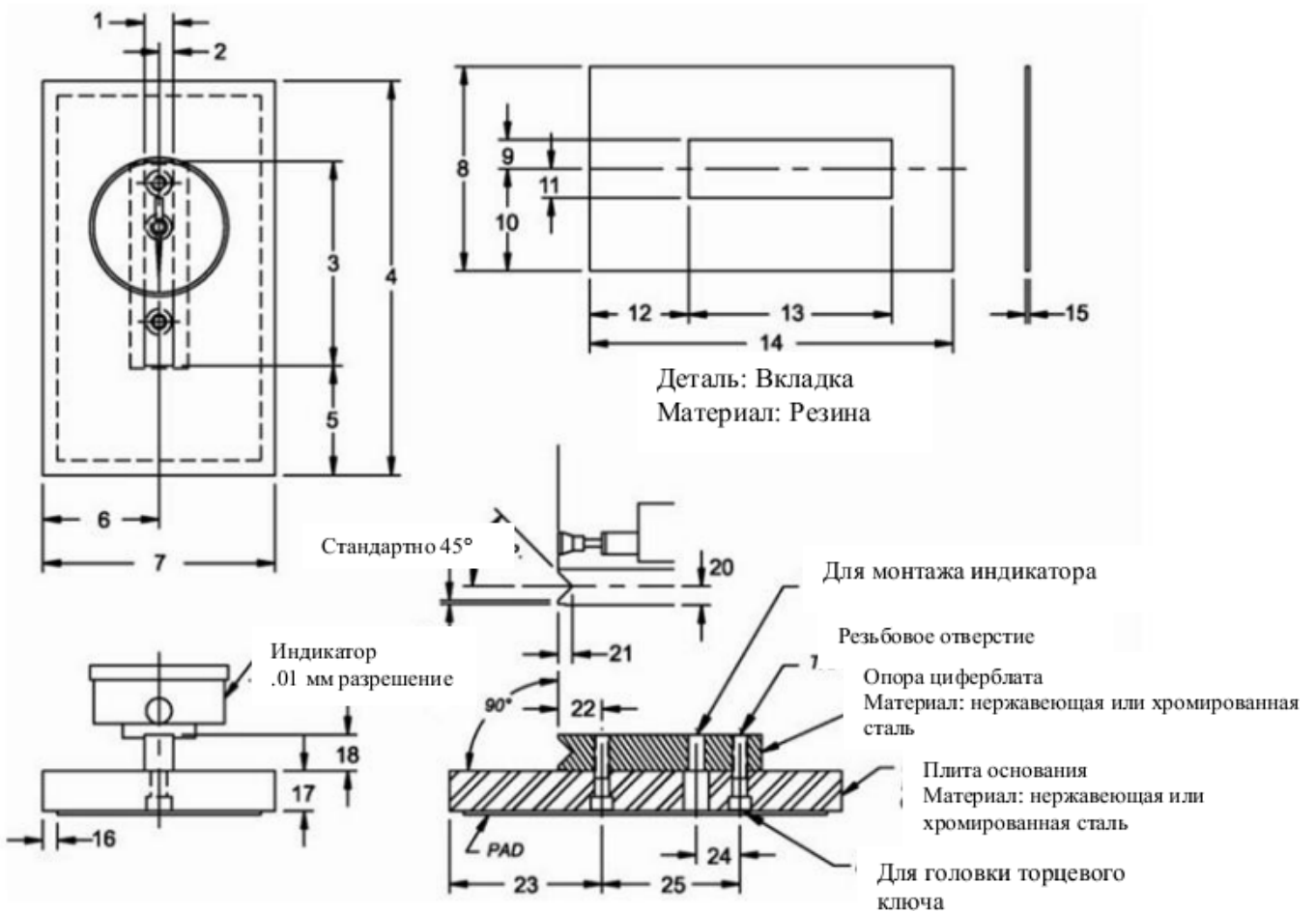


РИС. 7 Прибор для измерения расширения в поперечном направлении образцов для испытания на ударную вязкость по Шарпи



Номер обозначения	Размеры, мм	Номер обозначения	Размеры, мм
1	12,7	15	1,59
2	6,4	16	6,4
3	88,9	17	17,5
4	171,5	18	15,9
5	47,6	19	1,7
6	50,8	20	0,5
7	101,6	21	8,3
8	88,9	22	3,2
9	12,7	23	6,1
10	44,5	24	19,1
11	12,7	25	66,7
12	43,2	26	19,1
13	88,9	27	60,3
14	158,8		

РИС. 8 Узел и детали прибора для измерения расширения в поперечном направлении

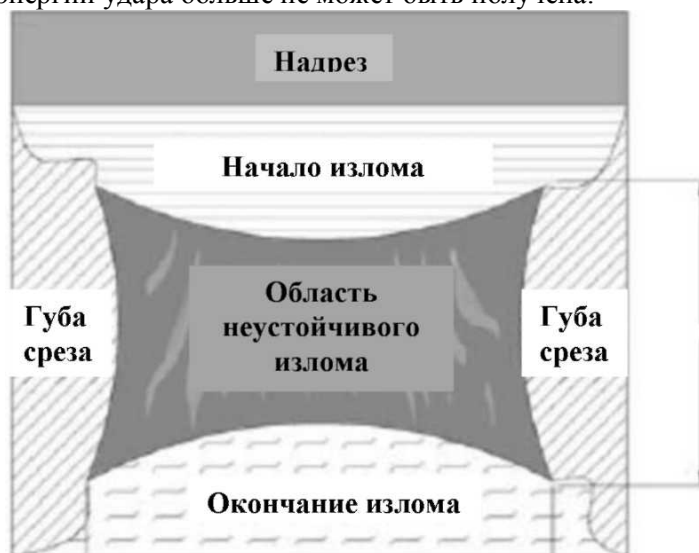
9.3 *Процент вязкого излома* на поверхностях излома образцов для испытания на ударную вязкость может определяться с помощью ряда методов. Приемлемые методы описаны в Приложении А4. Для каждого метода пользователь должен различать области, образованные механизмами устойчивого распространения трещин, и области, образованные быстрым хрупким распространением трещин (механизмы неустойчивого распространения трещин). В контексте данного метода испытаний «площадь среза» состоит из тех частей поверхности излома, которые были образованы вследствие устойчивого распространения трещины (участок начала излома, «губы среза» и участок конца излома), как показано на Рис. 9.

Процент площади сдвига на поверхности излома образцов для испытания по Шарпи обычно подсчитывается, как разница между общей площадью излома (участок начала излома, «губы среза», участок неустойчивого излома и участок конца излома) и площадью области неустойчивого излома, разделенной на общую площадь излома, умноженной на 100. С помощью методов измерения, описанных в Приложении 4, оценивается площадь участка неустойчивого излома (прямо или косвенно), но не учитываются детали относительно типа излома для этого неустойчивого участка. Участок неустойчивого излома может быть 100-процентным сколом, смещением структур хрупкого и вязко-ямочного излома, структур межзеренного и вязко-ямочного излома или сочетанием иных структур излома.

ПРИМЕЧАНИЕ 8 - Углеродистые стали зачастую демонстрируют участок классического раскола, который определяет область неустойчивого излома с четко выраженным участком блестящего излома, который легко распознается и измеряется. Другие виды стали, такие как SAE 4320 после закалки и отпуска, сплавы имеют неустойчивый излом, который состоит из смеси фасеток сколов и вязких впадин (видимых только при большом увеличении). Кроме того, на некоторых видах сталей, которые становятся хрупкими, может проявиться частично межзеренной излом. В таких случаях площадь неустойчивого излома не так уж просто определить.

10. Отчет

10.1 *Значения поглощенной энергии выше 80%* диапазона шкалы являются неточными и должны регистрироваться как приблизительные. В идеале испытание на ударную вязкость следовало бы проводить при постоянной скорости удара. В испытаниях маятникового типа скорость уменьшается по мере развития излома. Для образцов, которые имеют энергии удара, приближающиеся к 80% мощности маятника, скорость маятника уменьшается (примерно до 45% начальной скорости) во время излома до такой степени, что точная величина энергии удара больше не может быть получена.



ПРИМЕЧАНИЕ 1 - Измерьте средние размеры А и В с точностью до 0,5 мм. Определите процент вязкого излома с помощью Таблиц А4.1 и А4.2.

РИС. 9 Схематическое изображение поверхности излома образца с V-образным надрезом для испытания на ударную вязкость по Шарпи, на котором показаны различные участки излома

10.2 Для промышленных приемочных испытаний сообщайте следующую информацию (для каждого испытанного образца):

- 10.2.1 Тип образца,
- 10.2.2 Размер образца (если образец не является полноразмерным),
- 10.2.3 Температуру испытания,
- 10.2.4 Поглощенную энергию и
- 10.2.5 Любые иные требования контракта.

10.3 Для непромышленных испытаний часто сообщается следующая информация в дополнение к информации п.10.2:

- 10.3.1 Расширение в поперечном направлении,
- 10.3.2 Неразломленные образцы,
- 10.3.3 Внешний вид излома (% сдвига, смотрите Примечание A4.1),
- 10.3.4 Ориентация образца и
- 10.3.5 Местоположение образца.

ПРИМЕЧАНИЕ 9 - Даже когда температура испытаний указана как комнатная температура, сообщайте фактическую температуру.

11. Точность и отклонение

11.1 В межлабораторных исследованиях использовали образцы с V-образным надрезом для испытания на ударную вязкость по Шарпи с низкой и высокой энергией, чтобы найти источники колебаний энергии, поглощенной образцами с V-образными надрезами для испытаний по Шарпи. Были включены данные 29 лабораторий, причем каждая лаборатория испытывала один комплект из пяти образцов каждого энергетического уровня. За исключением случаев ограничения только двумя энергетическими уровнями (при наличии эталонных образцов), были соблюдены положения Методики E691 для разработки и анализа данных; детали представлены в Протоколе исследования ASTM № RR: E28-1014⁵.

11.2 Точность - Представленная ниже информация о точности дана для средней величины энергии, поглощенной образцами с V-образным надрезом для испытания на ударную вязкость по Шарпи, по пяти испытаниям в каждой лаборатории для каждого материала.

Материал	Низкая энергия, Дж	Высокая энергия, Дж
Поглощенная энергия	15,9	96,2
Предел повторяемости 95%	2,4	8,3
Предел воспроизводимости 95%	2,7	9,2

Термины «предел повторяемости» и «предел воспроизводимости» используются, как определено в Методике E177. Соответствующие стандартные отклонения среди результатов испытаний могут быть получены делением вышеуказанных пределов на 2,8.

11.3 Отклонение - Отклонение не может быть определено для энергии, поглощенной образцами с V-образным надрезом для испытания на ударную вязкость по Шарпи. Физическая простота конструкции маятника усложняется сложными механизмами потери энергии в установке и образце. Поэтому не существует абсолютного стандарта, с которым можно сравнить измеренные значения.

12. Ключевые слова

12.1 испытание по Шарпи; внешний вид излома; испытание по Изоду; испытание на ударную вязкость; образцы с надрезом; маятниковая установка

⁵ Подтверждающие данные были предоставлены в Главное управление ASTM International и могут быть получены через запрос Протокола испытаний E28-1014.

ПРИЛОЖЕНИЯ

(Обязательная информация)

A1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К УСТАНОВКАМ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ НА УДАРНУЮ ВЯЗКОСТЬ

A1.1 *Каркас установки* должен быть оборудован пузырьковым уровнем или обработанной поверхностью, пригодной для выставления уровня осей подшипников маятника или, в качестве альтернативы, выравнивание осей вращения маятника может измеряться непосредственно. Установка должна быть смонтирована горизонтально в пределах 3:1000 и надежно прикреплена болтами к бетонному полу толщиной не менее 150 мм (6 дюймов) или, если это невозможно, установка должна быть прикреплена болтами к фундаменту, имеющему массу не менее чем в 40 раз больше массы маятника. Болты должны быть затянуты согласно указаниям производителя установки.

A1.2 С установкой должна поставляться *шкала или цифровой дисплей*, градуированные в градусах или единицах энергии, на которых можно определять показания с шагом в 0,25% диапазона энергии или меньше.

A1.2.1 Шкалы или цифровые дисплеи могут быть скорректированы с учётом вентиляционных потерь и потерь на трение маятника. Погрешность показаний шкалы в любой точке не должна превышать 0,2% диапазона или 0,4% показания, в зависимости от того, что больше. (Смотрите A2.3.8.)

A1.3 Общие *потери установки на трение и вентиляционные потери* во время колебания в направлении удара не должны превышать 0,75% допустимого диапазона шкалы, а потери энергии маятником на трение в индикаторном механизме не должны превышать 0,25% допустимого диапазона шкалы. Смотрите A2.3.8 для расчетов вентиляционных потерь и потерь на трение.

A1.4 *Положение маятника*, в спокойном состоянии, должно быть таким, чтобы ударник находился в пределах 2,5 мм от испытательного образца. Когда индикатор выставлен для указания нулевой энергии в свободном колебании, он должен давать показание в пределах 0,2% диапазона шкалы, когда ударник маятника удерживается напротив испытательного образца. Плоскость колебания маятника должна быть перпендикулярна поперечной оси наковальни образца для испытания по Шарпи или тискам для испытания по Изоду в пределах 3:1000.

A1.5 *Поперечный зазор маятника* возле ударника не должен превышать 0,75 мм при поперечном усилии в 4% от фактического веса маятника, приложенном в центре удара. Радиальный зазор подшипников маятника не должен превышать 0,75 мм.

A1.6 *Скорость удара* (скорость по касательной) маятника в центре удара не должна быть меньше, чем 3, и больше, чем 6 м/сек.

A1.7 *Высота центра удара* в защелкнутом положении, выше свободно подвешенного положения, должна быть в пределах 0,4% допустимого диапазона, деленного на опорную силу, измеренную, как описано в A2.3.5.1. Если вентиляционные потери и потери на трение компенсируются увеличением высоты падения, то высота падения может быть увеличена не более чем на 1%.

A1.8 *Механизм отпускания маятника* из его начального положения должен работать беспрепятственно и позволять отпускать маятник без начального толчка, задержки или боковой вибрации. Если тот же рычаг, используемый для отпускания маятника, используется также для включения тормоза, должны быть предусмотрены меры для предотвращения случайного включения тормоза.

A1.9 *Зазор образца* необходим, чтобы гарантировать удовлетворительные результаты при испытании материалов различной прочности и состава. Испытательный образец должен выходить из установки с минимальным столкновением. Основные конструкции маятников, используемых в установках для испытаний ударной вязкости по Шарпи, бывают трех видов, как показано на Рис. A1.1.

A1.9.1 При использовании маятника типа С или составного маятника, разломленный образец не будет отскакивать в маятник и замедлять его, если зазор в конце образца будет составлять по крайней мере 13

мм или если образец отклоняется от установки такими приспособлениями, которые показаны на Рис. А1.1.

А1.9.2 При использовании маятника типа U следует обеспечить средства для предотвращения отскокивания разломленного образца от маятника (смотрите Рис. А1.1), В большинстве установок с маятником типа U должны быть спроектированы и установлены стальные заслонки, соответствующие следующим требованиям: (а) толщиной приблизительно 1,5 мм, (b) с минимальной твердостью в 45 HRC (твёрдость по шкале С Роквелла), (с) радиусом меньше 1,5 мм в нижних углах и (d) расположенные так, чтобы зазор между ними и выступом маятника (как сверху, так и по бокам) не превышал 1,5 мм.

ПРИМЕЧАНИЕ А1.1 - К установкам, где проходное пространство маятника допускает зазор между концами образца (лежащими на опорах наковальни) и заслонками, и этот зазор составляет по меньшей мере 13 мм, требования (а) и (d) не применяются.

А1.10 Оборудование для испытаний по Шарпи:

А1.10.1 Должны быть предусмотрены средства (смотрите Рис. А1.2) для размещения и поддержки образцов напротив двух упоров наковальни в таком положении, чтобы центр надреза можно было расположить в пределах 0.25 мм от средней точки между наковальнями (смотрите 8.3.2).

А1.10.2 Опоры и ударник должны иметь форму и размеры, показанные на Рис. А1.2. Другие размеры маятника и опор должны быть такими, чтобы уменьшить столкновение между маятником и разбитыми образцами.

А1.10.3 Центральная ось ударника должна проходить в плоскости, которая расположена в пределах 0,40 мм от средней точки между поддерживающими краями наковален. Ударник должен быть расположен перпендикулярно продольной оси образца в пределах 5:1000. Ударник должен быть расположен параллельно в пределах 1:1000 торцу идеально квадратного испытательного образца, удерживаемого напротив наковальни.

А1.11 Оборудование для испытаний по Изоду:

А1.11.1 Должны быть предусмотрены средства (смотрите Рис. А1.3) для зажимания образца в таком положении, чтобы лицевая сторона образца была параллельна ударнику в пределах 1:1000. Губы зажимающих поверхностей должны иметь зубцы под углом $90 \pm 1^\circ$ с радиусами меньше 0,40 мм. Зажимающие поверхности должны быть гладкими с шероховатостью 2 цм (R_a) или выше, и должны прочно зажимать образец у надреза с усилием зажима, прилагаемым в направлении удара. Для прямоугольных образцов зажимающие поверхности должны быть плоскими в диапазоне 0,025 мм. Для цилиндрических образцов зажимающие поверхности должны иметь контур, подходящий к образцу, и каждая поверхность должна соприкасаться минимально с $\pi/2$ рад. (90°) окружности образца.

А1.11.2 Размеры ударника и его положение относительно зажимов образца должно быть таким, как показано на Рис. А1.3.

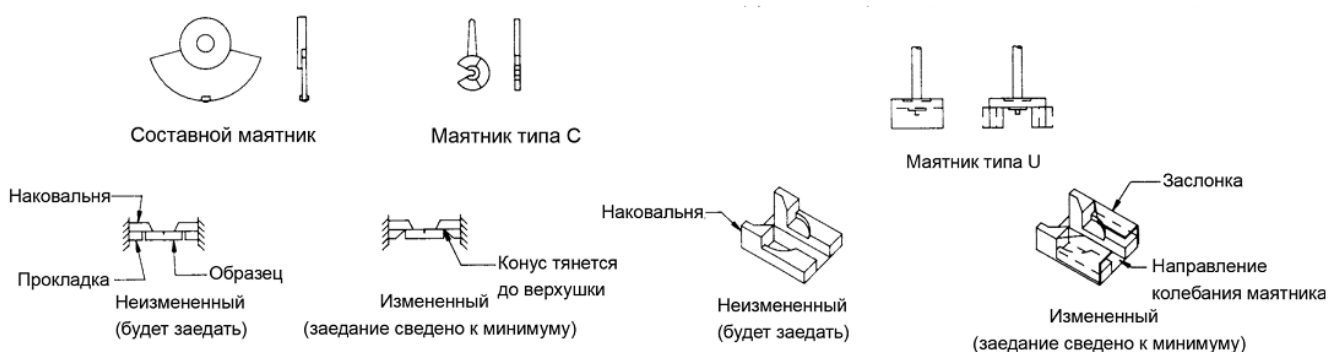
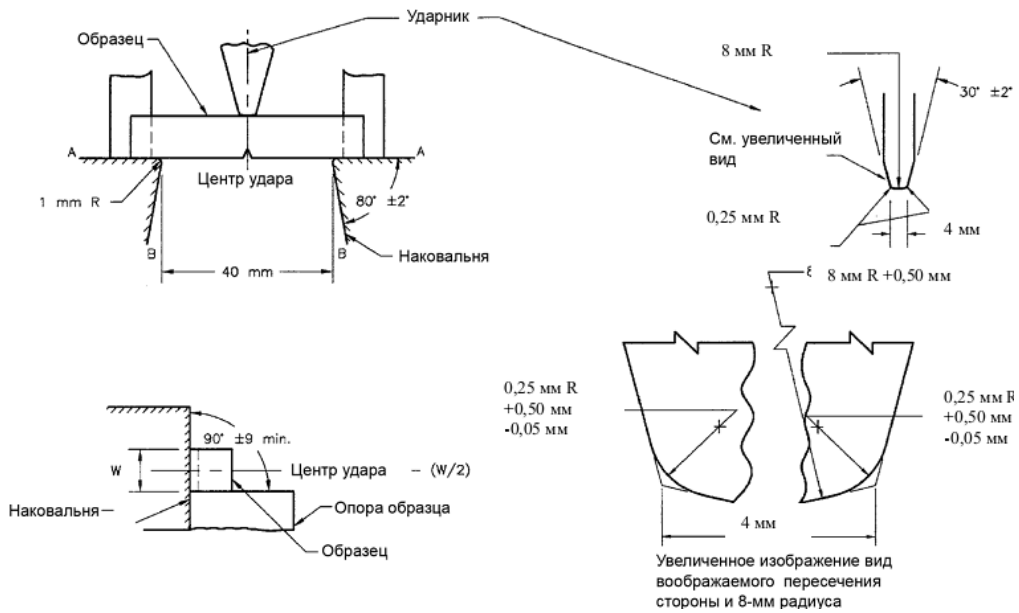


РИС. А1.1 Стандартные маятники и наковальни для установок для испытания ударной вязкости по Шарпи, изображенные с изменениями для уменьшения заедания

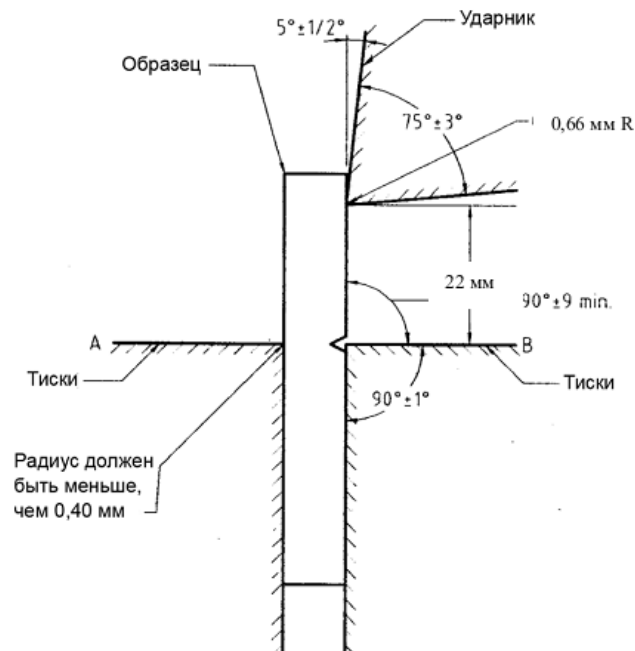


ПРИМЕЧАНИЕ 1 - Наковальни должны быть изготовлены с шероховатостью поверхности 0,1 цм или более на поверхностях А и В выше опор наковальни в сборке на установке.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 - Ударник должен быть изготовлен с шероховатостью поверхности 0,1 цм или более по переднему радиусу и по обеим сторонам.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 - Все допуски на размеры должны быть ± 0,05 мм, если не оговорено иное.

РИС. А1.2 Ударник Шарпи



ПРИМЕЧАНИЕ 1 - Все допуски на размеры должны быть ± 0,05 мм, если не оговорено иное.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 - Зажимающие поверхности А и В должны быть плоскими и параллельными в пределах 0,025 мм.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 - Шероховатость поверхности ударника и тисков должна быть 2 мкм (Ra).

ПРИМЕЧАНИЕ 4 - Ширина ударника должна быть больше, чем ширина испытываемого образца.

РИС. А1.3 Испытание на ударную вязкость по Изоду (с консольной балкой)

A2 ПОВЕРКА МАЯТНИКОВЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ НА УДАРНУЮ ВЯЗКОСТЬ

A2.1 *Поверка маятниковых установок для испытаний на ударную вязкость состоит из двух частей:* прямая поверка, которая состоит из инспекции установки, для гарантирования того, что выполняются требования этого приложения и приложения 1, а также косвенная поверка, которая подразумевает испытание поверочных образцов.

A2.1.1 Установки для испытаний по Изоду поверяются ежегодно только посредством прямой поверки.

A2.1.2 Установки для испытаний ударной вязкости по Шарпи должны проверяться ежегодно прямым и косвенным методом. Данные действительны, только если они получены в течение 365 дней после даты самых последних успешных поверочных испытаний. Установки для испытаний ударной вязкости по Шарпи должны также проверяться непосредственно после замены частей, которые могут повлиять на измеряемую энергию, после ремонтов или регулировки, после того, как они перемещались или при наличии любой причины для сомнений в точности результатов, независимо от промежутка времени. Эти ограничения включают случаи, когда части, которые могут повлиять на измеряемую энергию, вынимаются из машины, а затем снова устанавливаются без изменения (за исключением случаев, когда ударник или наковальни вынимаются, чтобы позволить использование другого ударника или комплекта наковален, а затем устанавливаются снова, смотрите A.2.1.3). Не предполагается, что детали, не подвергающиеся износу (такие как маятник и линейность шкалы), должны проверяться прямым методом каждый год, если нет явной проблемы. Только позиции, перечисленные в A2.2, требуют ежегодной проверки. Другие части установки должны проверяться прямым методом как минимум один раз, при вводе новой установки в эксплуатацию или замене запчастей.

A2.1.3 Установки для испытания ударной вязкости по Шарпи не требуют немедленной косвенной проверки после изъятия и замены ударника или наковальни, или и того и другого, которые были смонтированы на установке, когда она проверялась, при условии, что применяются следующие меры безопасности: (1) разработана и выполняется организационная процедура по замене, (2) высокопрочные образцы для контроля качества с низкой энергией, (смотрите A2.4.1.1 для руководства по диапазону энергии разрыва для этих образцов) испытываются до изъятия и сразу же после установки предварительно проверенного ударника и наковальни, или и того и другого, в течение 365 дней промежутка между поверками, (3) результаты образцов для контроля качества до и после испытаний находятся в пределах 1,4 джоуля друг от друга, (4) результаты сравнений заносятся в журнал регистрации и (5) перед прикреплением ударника и наковальни осуществляется визуальный контроль на износ и проверка размеров, для гарантии соответствия требованиям к допускам Рис. A1.2. Использование сертифицированных образцов для испытания на ударную вязкость не требуется, и допускаются внутризаводские образцы для контроля качества.

A2.2 Прямая поверка частей, требующих ежегодной инспекции:

A2.2.1 Проверьте опоры образца, наковальни и ударник и замените любые из этих частей, на которых появились признаки износа. Для распознавания разницы между отработанными и неотработанными участками этих деталей можно использовать поверочную линейку или радиусный шаблон, чтобы помочь установить изношенное состояние (смотрите Примечание A2.1).

ПРИМЕЧАНИЕ A2.1 - Для измерения радиусов наковальни или ударника рекомендуется сделать шаблон (отливку) интересующей области и измерить поперечное сечение шаблона. Это можно выполнить, когда наковальня и ударник находятся в установке или извлечены из нее. Сделайте перегородку из картона и приклейте липкой лентой вокруг интересующей области, затем залейте состав с низкой усадкой в перегородку (хорошо подходят составы из кремнийорганического каучука). Дайте отливке затвердеть, снимите перегородку и лезвием срежьте тонкое сечение с интересующей области. Используйте эти сечения для измерения радиусов на оптических компараторах или других приборах.

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/777160061045006044>