ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО 148-1 — 2013

МАТЕРИАЛЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ.
Испытание на ударный изгиб на маятниковом копре по Шарпи.
Часть 1: Метод испытания

ISO 148-1:2009

Metallic materials — Charpy pendulum impact test- Part 1: Test method

(IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2014

Предисловие

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

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН И ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 145 «Методы контроля металлопродукции».

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 ноября 2013 г. № 2053-ст

3 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 148-1:2009 Материалы металлические - Испытание на ударный изгиб по Шарпи с помощью маятникового копра Часть 1: Метод испытания (ISO 148-1:2009 «Metallic materials- Charpy pendulum impact test- Part 1: Test method»

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные стандарты Российской Федерации и межгосударственные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

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

официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет

© Стандартинформ, 2013

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

Содержание

1 Область применения .....

2 Нормативные ссылки.....

3 Термины и определения .....

4 Обозначения и наименования параметров .....

5 Сущность метода.....

6 Образцы.....

7 Оборудование для испытания.....

8 Проведение испытания.....

9 Протокол испытаний.....

Приложение А (справочное) Самоцентрирующиеся клещи.....

Приложение В (справочное) Поперечное (боковое) расширение.....

Приложение С (справочное) Внешний вид излома .....

Приложение D (справочное) Зависимость поглощенной энергии от температуры и температура перехода .....

Приложение Е (справочное) Неопределенность измерения значения поглощенной энергии KV.....

Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам Российской Федерации (и действующим в этом качестве межгосударственным стандартам)

Библиография

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Материалы металлические. Испытание на ударный изгиб на маятниковом копре по Шарпи. Часть 1. Метод испытания

Metallic materials. Charpy pendulum impact test. Part 1.Test method

Дата введения 2014-10-01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на металлические материалы и устанавливает метод испытания на ударный изгиб образцов с V-образным или cU-образным надрезом по Шарпи с помощью маятникового копра для определения поглощенной энергии удара.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие международные стандарты:

ИСО 148-2:2008 Материалы металлические. Испытание на ударный изгиб по Шарпи с помощью маятникового копра. Часть 2. Проверка (верификация) испытательных машин (ISO 148-2:2008, Metallic materials -- Charpy pendulum impact test -- Part 2: Verification of testing machines)

ИСО 148-3:2008 Металлические материалы. Ударное испытание на маятниковом копре по Шарпи. Часть 2. Верификация испытательных машин

Издание официальное

(*ISO 148-3:2008, Metallic materials -- Charpy pendulum impact test -- Part 3: Preparation and) characterization of Charpy V-notch test pieces for indirect verification of pendulum impact machines)*

ИСО 286-1:2008. Геометрические характеристики изделий. Система кодов ISO для допусков к линейным размерам. Часть 1. База допусков, отклонений и посадок (*ISO 286-1:2008, Geometrical product specifications (GPS) -- ISO code system for tolerances on linear sizes -- Part 1: Basis of tolerances, deviations and fits)*

ИСО 3785:2006 Материалы металлические. Обозначение осей испытательных образцов относительно текстуре изделия *(ISO 3785-2006, Metallic materials -- Designation of test specimen axes in relation to product texture)*

ИСО 14556-2006 Сталь. Испытание на ударную прочность по Шарпи образцов с V-образным надрезом. Инструментальный метод испытания (*ISO 14556-2006, Steel -- Charpy V-notch pendulum impact test -- Instrumented test method)*

АСТМ Е 23–96 Металлические материалы. Стандартные методы испытания на ударный изгиб при использовании образцов с надрезом *(ASTM E 23–96, Standard Test Methods for Notched Bar Impact Testing of Metallic Materials)*

3. Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 Энергия:

3.1.1 **исходная потенциальная энергия Кр** (initial potential energy) *:* Разность между потенциальной энергией маятникового копра перед его спуском для испытания и его потенциальной энергией в положении удара, определяемая прямой проверкой (валидацией) (ИСО 148-2).

3.1.2 **поглощенная энергия К** ***(absorbed energy)***: Энергия, требуемая для разрушения образца на маятниковом копре, с учетом поправок на потери при трении.

Примечание - Для обозначения геометрии надреза используют буквы V или U, т.е.: *KV* или *KU*. Для обозначения радиуса бойка в виде индекса указывают цифру 2 или 8, например, KV_2.

3.2 Образец

Для образца, помещенного на опоры машины в положение испытания, применяют следующие наименования размеров (рисунок 1):

3.2.1 высота *h* (height)**, мм:** Расстояние между гранью образца с надрезом и противоположной гранью;

3.2.2 ширина *w* (width)**, мм***:* расстояние, измеряемое перпендикулярно к высоте, параллельно надрезу;

3.2.3 длина *l* (length), **мм:** наибольший размер под прямыми углами к надрезу.

4 Обозначения и наименования параметров

Обозначения и наименования параметров, используемые в настоящем стандарте, приведены в таблицах I и 2 и показаны на рисунке 2.

Таблица 1 - Условные обозначения, единицы измерения и описание

Обозначение	Единица измерения	Наименования параметра
Кр	Дж	Исходная потенциальная энергия (потенциальная энергия)
FA	%	Относительная площадь вязкого сдвигового излома по внешнему виду
h	мм	Высота образца
KU_2	Дж	Поглощенная энергия для образца с U-образным надрезом при ударе двухмиллиметровым бойком
KU_8	Дж	Поглощенная энергия для образца с U-образным надрезом при ударе восьмимиллиметровым бойком
KV_2	Дж	Поглощенная энергия для образца с V-образным надрезом при ударе двухмиллиметровым бойком
KV_8	Дж	Поглощенная энергия для образца с V-образным надрезом при ударе восьмимиллиметровым бойком
LE	мм	Боковое расширение
l	мм	Длина образца
T_{tr}	°C	Температура перехода
w	мм	Ширина испытуемого образца

5 Сущность метода

Сущность метода заключается в разрушении образца с надрезом одним ударом маятникового копра в условиях, описанных в разделах 6 - 8. Надрез на образце имеет заданную геометрию и располагается посередине между двумя опорами, напротив положения, по которому наносят удар. Определяют энергию, поглощенную образцом при испытании.

Поскольку значения энергии удара для разных металлических материалов зависят от температуры, то испытания проводят при заданных температурах. Если температура отличается от окружающей среды, образец нагревают или охлаждают до этой температуры в контролируемых условиях.

6 Образцы

6.1 Общие положения

Длина стандартного образца должна составлять 55 мм, а сечение иметь форму квадрата со стороной 10 мм. Посередине длины выполняют V-образный или U-образный надрез, по 6.2.1 или 6.2.2 соответственно.

Если стандартный образец невозможно получить из имеющегося материала, используют один из образцов меньшего размера шириной 7,5, 5 или

2,5 мм (рисунок 2 и таблица 2).

Примечание – При низких значениях энергии необходимо использовать

прокладки, тогда избыточная энергия будет поглощаться маятником. При высоких значениях энергии это может не иметь особого значения. Прокладки могут быть помещены на опорах или под ними таким образом, чтобы середина высоты образца находилась на 5 мм выше поверхности опоры, т. е. на расстоянии 10 мм от поверхности образец – опора.

Шероховатость поверхности образцов *Ra* должна быть выше 5 мкм, за исключением концов.

При испытании термически обработанного материала образец должен быть подвергнут чистовой механической обработке, включая надрез.

6.2 Геометрия надрезов

Надрез должен быть подготовлен тщательно: на поверхности по радиусу дна надреза не должно быть следов механической обработки, которые могли бы повлиять на значение поглощенной энергии.

Плоскость симметрии надреза должна быть перпендикулярна к продольной оси испытуемого образца (см. рисунок 2).

6.2.1 V-образный надрез

V-образный надрез должен иметь внутренний угол 45°, глубину 2 мм и радиус основания надреза 0,25 мм (рисунок2а и таблица 2).

6.2.2 U-образный надрез

U-образный надрез должен иметь глубину 5 мм (если не оговорено иное) и радиус основания надреза 1 мм (рисунок 2b и таблица 2).

6.3 Предельные отклонения размеров образцов

Допуски на заданные размеры образцов и надрезов приведены на рисунке 2 и в таблице 2.

6.4 Подготовка образцов

Подготовку образцов следует проводить таким образом, чтобы свести к минимуму какое-либо изменение образца, например вследствие нагрева или охлаждения.

6.5 Маркировка образцов

Маркировку наносят на любую грань образца, не контактирующую с опорами, наковальней (упорами) или бойком, в месте, не подверженном пластической деформации и возникновению поверхностных несплошностей в результате поглощенной энергии, измеряемой во время испытания (см. 8.7).

7 Оборудование для испытания

7.1 Общие положения

Испытательное оборудование должно быть оговорено в нормативных документах. Калибровку (или поверку) оборудования следует проводить с достаточной периодичностью и в пределах необходимых диапазонов.

7.2 Установка и проверка (верификация)

Установку и проверку (верификацию) испытательной машины проводят в соответствии с ИСО 148-2.

7.3. Боек

Геометрия бойка установлена как двухмиллиметровый или восьмимиллиметровый боек. Рекомендуется, чтобы радиус бойка был указан в

виде подстрочного индекса следующим образом: KV_2 или KU_8.

Геометрия применяемого бойка должна быть указана в технических требованиях (спецификации) на испытуемую продукциюю

Примечание - Некоторые материалы могут давать значительно отличающиеся результаты при низких уровнях энергии, причем результаты, полученные для 2-миллиметрового бойка, будут выше, чем для 8-миллиметрового.

8 Проведение испытания

8.1 Общие положения

Испытуемый образец должен лежать на опорах испытательной машины так, чтобы плоскость симметрии надреза располагалась в пределах 0,5 мм от середины плоскости между упорами. Удар бойка следует наносить в плоскости симметрии надреза со стороны, противоположной надрезу (см. ри-су- нок I).

8.2. Температура испытания

8.2.1 Если не оговорено иное, то испытания проводят при температуре (23 ± 5)°С. Если температура задана, то образец должен быть доведен до этой температуры с точностью ± 2°С.

8.2.2 Для кондиционирования (доведения образца до заданной температуры) путем нагревания или охлаждения с помощью жидкой среды образец помещают в контейнер на сетке, находящейся на расстоянии не менее чем на

25 мм выше дна контейнера и 25 мм ниже уровня жидкости, а также не ближе 10 мм от боковых поверхностей контейнера. Среду постоянно перемешивают и

доводят до заданной температуры любым удобным способом. Устройство для измерения температуры среды следует разместить в середине группы испытуемых образцов. Температуру среды необходимо поддерживать на заданном уровне с точностью ± 1°С в течение не менее 5 мин.

Примечание – Если температура жидкой среды близка к температуре ее кипения, то охлаждение испарением может заметно понизить температуру испытуемого образца за промежуток времени от его извлечения из жидкости до разрушения.

8.2.3 Для кондиционирования образца путем нагревания или охлаждения с помощью газообразной среды образец помещают в камеру на расстоянии не менее 50 мм от ближайшей поверхности. Расстояние между отдельными образцами должно быть не менее 10 мм.

Среду постоянно прокачивают, чтобы обеспечить ее циркуляцию, и доводят до заданной температуры любым удобным способом. Применяемое устройство для измерения температуры среды следует разместить в середине группы образцов. Температуру газообразной среды необходимо поддерживать на заданном уровне с точностью ± 1°С в течение не менее 30 мин.

8.3 Перенос образца

Если испытание проводят при температуре, отличающейся от температуры окружающей среды, то после извлечения образца из нагревающей или охлаждающей среды до нанесения удара по нему бойком должно пройти не более 5 с.

Устройство для переноса образца должно быть специально

предназначенным для этой цели и использоваться таким образом, чтобы температура образца поддерживалась в допустимом диапазоне.

Части устройства, соприкасающиеся с образцом при его переносе из среды на машину, должны иметь ту же заданную температуру и кондиционироваться вместе с образцом.

Необходимо убедиться в том, что устройство, используемое для центровки образца на наковальне (упорах), не вызвало отскока разрушенных концов высокопрочных образцов в маятник, что может привести к ошибочно завышенным показаниям энергии. Для этого зазор между концами образца в положении испытания и центрирующим устройством или неподвижными частями машины должен быть не менее 13 мм, в противном случае в процессе разрушения может произойти отскок концов образца в маятник.

Примечание – Для переноса образцов из среды для кондиционирования в положение для проведения испытания часто применяют самоцентрирующиеся клещи, аналогичные тем, что показаны для образцов с V-образным надрезом в приложении А. Такого рода клещи устраняют проблемы с зазором благодаря зацеплению между половинками разрушенного образца и неподвижным центрирующим устройством.

8.4 Превышение мощности испытательной машины

Рекомендуется, чтобы поглощенная энергия *K* не превышала 80% исходной потенциальной энергии *Kp*. Если поглощенная энергия превысила 80 % мощности машины, то полученное значение должно быть оговорено в протоколе испытания.

Примечание – Испытания на ударный изгиб следует проводить при постоянной скорости удара. В реальных условиях при испытании с помощью маятникового копра скорость уменьшается по мере развития излома. Для образцов с энергией удара, приближающейся к мощности маятникового копра, скорость маятника уменьшается в процессе разрушения образца до того момента, когда точные значения энергии удара получить уже нельзя.

8.5 Неполное разрушение

Если при испытании образец разрушился не полностью, то энергию удара оговаривают в протоколе вместе с результатами полностью разрушенных образцов или усредняют с ними.

8.6 Заклинивание образца

Если образец заклинило в машине, полученные результаты не принимают во внимание и тщательно проверяют машину на наличие повреждений, которые могут повлиять на ее калибровку.

Примечание – Заклинивание происходит в том случае, когда разрушенный образец попадает между подвижными и неподвижными частями испытательной машины. Это может привести к поглощению значительной части энергии. Заклинивание отличается от вторичных отметин от бойка тем, что при заклинивании на образце наблюдается пара отметин, расположенных друг напротив друга.

8.7 Контроль после разрушения

Если при осмотре образца после разрушения окажется, что та или иная часть маркировки находится на участке видимой деформации образца,

результат испытания считают недействительным, и это должно быть отражено в протоколе испытания.

9 Протокол испытаний

9.1 Обязательная информация

Протокол испытаний должен содержать:

a) ссылку на настоящий стандарт;

b) идентификацию испытуемого образца (например, тип стали и номер плавки);

c) тип надреза;

d) размер образца, если образец не полноразмерный;

e) требуемую температуру образца при проведении испытаний;

f) поглощенную энергию KV_2, KV_8, KU_2 или KU_8, в зависимости от конкретного случая;

g) любые отклонения, которые могут повлиять на результаты испытания.

9.2 Дополнительная информация

В протокол испытаний могут быть включены (в дополнение к 9.1), следующие данные:

a) ориентация образца (ИСО 3785);

b) номинальная энергия испытательной машины в джоулях;

c) поперечное (боковое) расширение (приложение В);

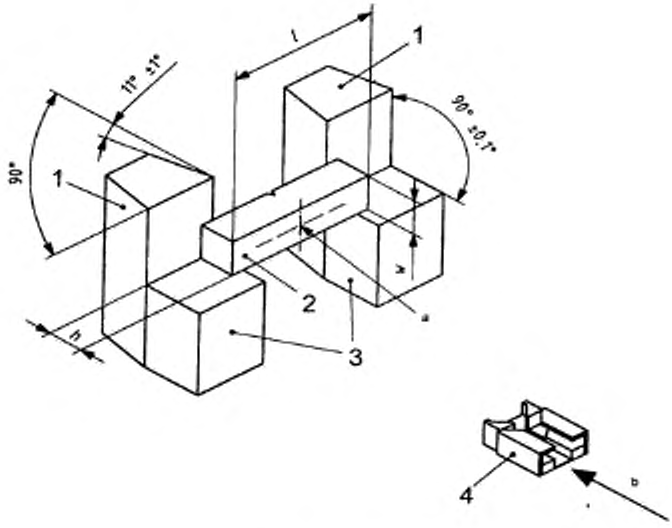
d) внешний вид излома, относительный сдвиг (приложение С);

e) кривая зависимости поглощенной энергии от температуры (D. 1, приложение D);

f) характеристика зависимости поглощенной энергии от температуры (D. 1, приложение D);

g) количество испытуемых образцов, полностью разрушенных при испытании;

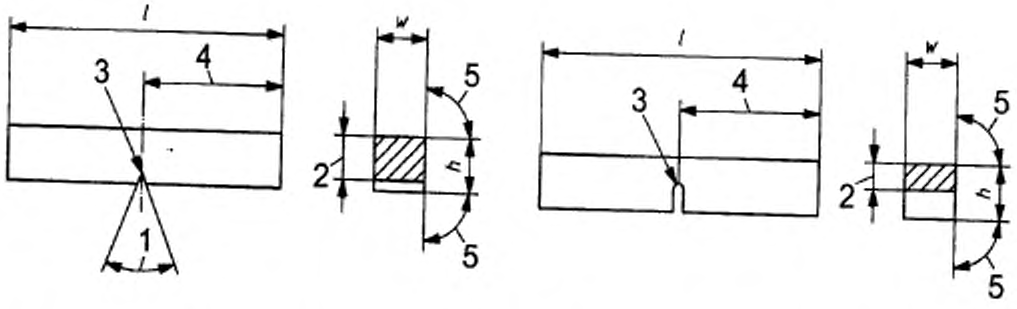
h) неопределенность измерения (приложение E).



h – высота испытуемого образца; l – длина испытуемого образца;
w – ширина испытуемого образца; a – центр удара; b – направление колебания

маятника; 1 – наковальни (упоры); 2 – образец стандартного размера; 3 – опоры для испытуемого образца; 4 – защитный кожух

Рисунок 1 – Схема опор и наковален (упоров) ударной испытательной машины маятникового типа



А –Геометрия образца с V-образным надрезом

В – Геометрия образца с U-образным надрезом

Примечание – Обозначения *l, h, w* и номера I – 5 см. таблицу 2.

Рисунок 2 - Образцы для испытания на ударным изгиб по методу Шарпи с помощью маятникового копра

Таблица 2 – Допускаемые предельные отклонения от установленных размеров образцов

Размер образца	Обозначение	Образец с V-образным надрезом			Образец с U-образным надрезом		
		Номинальный размер	Допуск на механическую обработку		Номинальный размер	Допуск на механическую обработку	
			Значение	Класс допуска[a]		Значение	Класс допуска[a]
Длина	l	55 мм	± 0,60мм	js15	55 мм	±0,60мм	js15
Высота	h	10 мм	± 0,075	js12	10 мм	±0,11 мм	js13
Ширина: стандартный испытуемый образец;	w	10 мм	± 0,11	js13	10 мм	± 0,11 мм	js13
испытуемый образец с уменьшенным сечением		7,5 мм	± 0,11	js13	-	-	-
испытуемый образец с уменьшенным сечением		5 мм	± 0,06	js12	-	-	-
испытуемый образец с уменьшенным сечением		2,5 мм	± 0,05	js12	-	-	-
Угол надреза	1	45°	± 2°	-	-	-	-
Высота под надрезом (высота образца минус глубина надреза)	2	8 мм	± 0,075	js12	5 мм [c]	± 0,09	js13
Радиус кривизны в основании надреза	3	0,25 мм	± 0,025 мм		1 мм	± 0,07 мм	js12
Расстояние от плоскости симметрии надреза до концов образца[b]	4	27.5 мм	± 0,42 мм[d]	js15	27.5 мм	± 0,42 мм [d]	js15
Угол между плоскостью симметрии надреза и продольной осью образца	–	90°	± 2°	-	90°	± 2°	–
Угол между смежными продольными поверхностями образца	5	90°	± 2°	-	90°	± 2°	

[a] В соответствии с ИСО 286-1.

[b] Испытуемые образцы должны иметь шероховатость поверхности лучше, чем *Ra* 5 мкм, за исключением концов.

[c] Если задана другая высота (2 или 3 мм), соответствующие допуски также должны быть заданы.

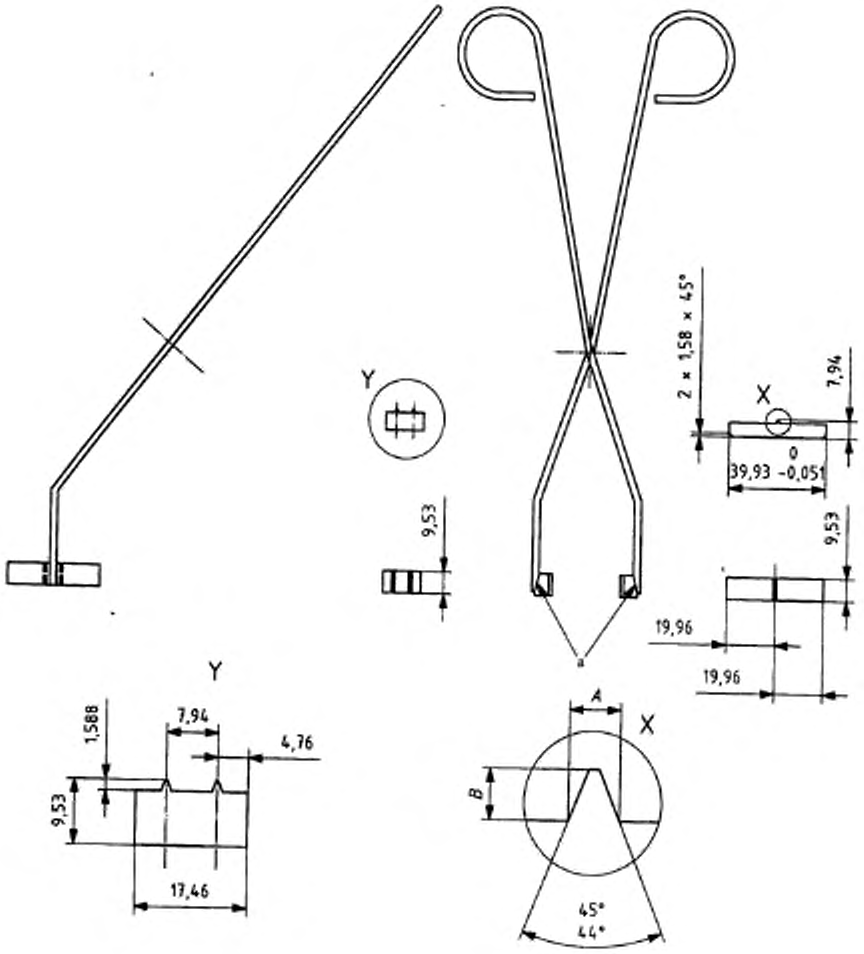
[d] Для машин с автоматическим позиционированием испытуемого образца рекомендуется, чтобы допуск был взят ± 0,165 мм, вместо ± 0,42 мм.

Приложение А

(справочное)

Самоцентрирующиеся клещи

Щипцы, показанные на рисунке А.1, часто используют для переноса образца из среды для кондиционирования образца при определенной температуре в необходимое положение на машине для проведения испытаний на ударный изгиб по Шарпи.



Ширина образца	Ширина базы, A	Высота базы, B
10	От 1,60 до 1,70	От 1,52 до 1,65
5	От 0,74 до 0,80	От 0,69 до 0,81
3	От 0,45 до 0,51	От 0,36 до 0,48

---

[a] Стальные полоски, припаянные к щипцам серебряным припоем параллельно друг другу.

Рисунок А1– Центрирующие клещи для образцов с V-образным надрезом

Приложение В

(справочное)

Поперечное (боковое) расширение

В.1 Общие положения

Мерой способности материала к сопротивлению разрушению под действием трехосных напряжений, таких как те, которые возникают в донной части надреза образца Шарпи, является значение деформации в данном месте. Речь идет о деформации сжатия. Из-за трудности измерения этой деформации даже после разрушения обычно измеряют расширение[1], которое может возникать на противоположном конце плоскости разрушения, и используют его как величину, представляющую деформацию сжатия.

В.2 Процедура

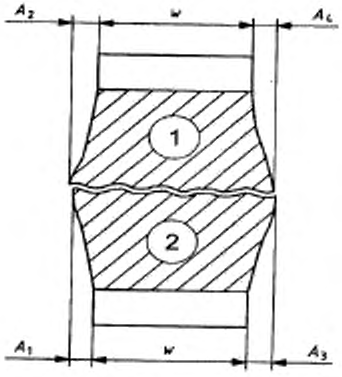
При использовании метода измерения бокового расширения следует учитывать тот факт, что плоскость разрушения редко делит образец пополам в точке максимального расширения на обеих сторонах образца. Половина разрушенного образца может включать участок максимального расширения для обеих сторон, только одной стороне или не включать расширения вообще. Таким образом, применяемые методы должны давать значение расширения, равное сумме двух значений, полученных для каждой грани, путем отдельного измерения двух половинок. Расширение на каждой грани каждой половинки следует измерять относительно плоскости,

[1] Приложение В основано на ASTM E 23 и применяется по согласованию с ASTM International.

определяемой недеформированным участком грани образца (рисунок В.1). Расширение измеряют с помощью прибора, аналогичного показанному на рисунках В.2 и В.3. Измеряют две разрушенные половинки по отдельности. Однако в первую очередь проверяют грани, перпендикулярные к надрезу, на отсутствие заусенцев, которые могли образоваться при испытании на ударный изгиб; при наличии таких заусенцев их следует удалить наждачной шкуркой, следя при этом, чтобы измеряемые выступы не были удалены вместе с заусенцами. Затем складывают половинки образца вместе таким образом, чтобы поверхности, которые в исходном состоянии были противоположными надрезу, находились друг напротив друга. Одну из половинок образца (см. рисунок В.1, 1) плотно прижимают к опорам, чтобы выступы упирались в измерительную наковальню. Отмечают показание, а затем повторяют то же с другой половинкой (рисунок В.I, 2), убедившись, что измеряют ту же самую грань. Наибольшее из двух полученных значений соответствует расширению боковой грани образца. Затем повторяют эту процедуру для измерения выступов на противоположной грани, после чего складывают наибольшие значения, полученные для каждой боковой грани. Например, если $A_1 > A_2$ и $A_3 = A_4$, то $LE = A_1 + (A_3$ или $A_4)$. Если $A_1 > A_2$ и $A_3 > A_4$, то $LE = A_1 + A_3$.

Если один или несколько выступов образца были повреждены при контакте с наковальней, опорной поверхностью копра машины и т.д., измерения для этого образца не выполняют и этот факт отражают в протоколе испытания.

Измерения проводят на каждом образце



1, 2 – Половинки образца; w – исходная ширина образца;

A_1, A_2, A_3, A_4 – размеры бокового расширения

Рисунок В.1 — Половинки разрушенного в процессе испытания на ударный изгиб по Шарпи образца с V-образным надрезом, соединенные для измерения бокового расширения

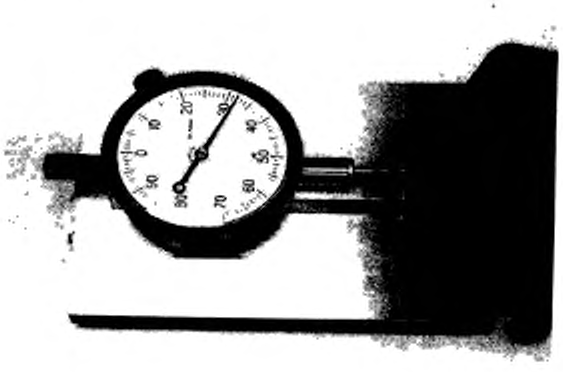
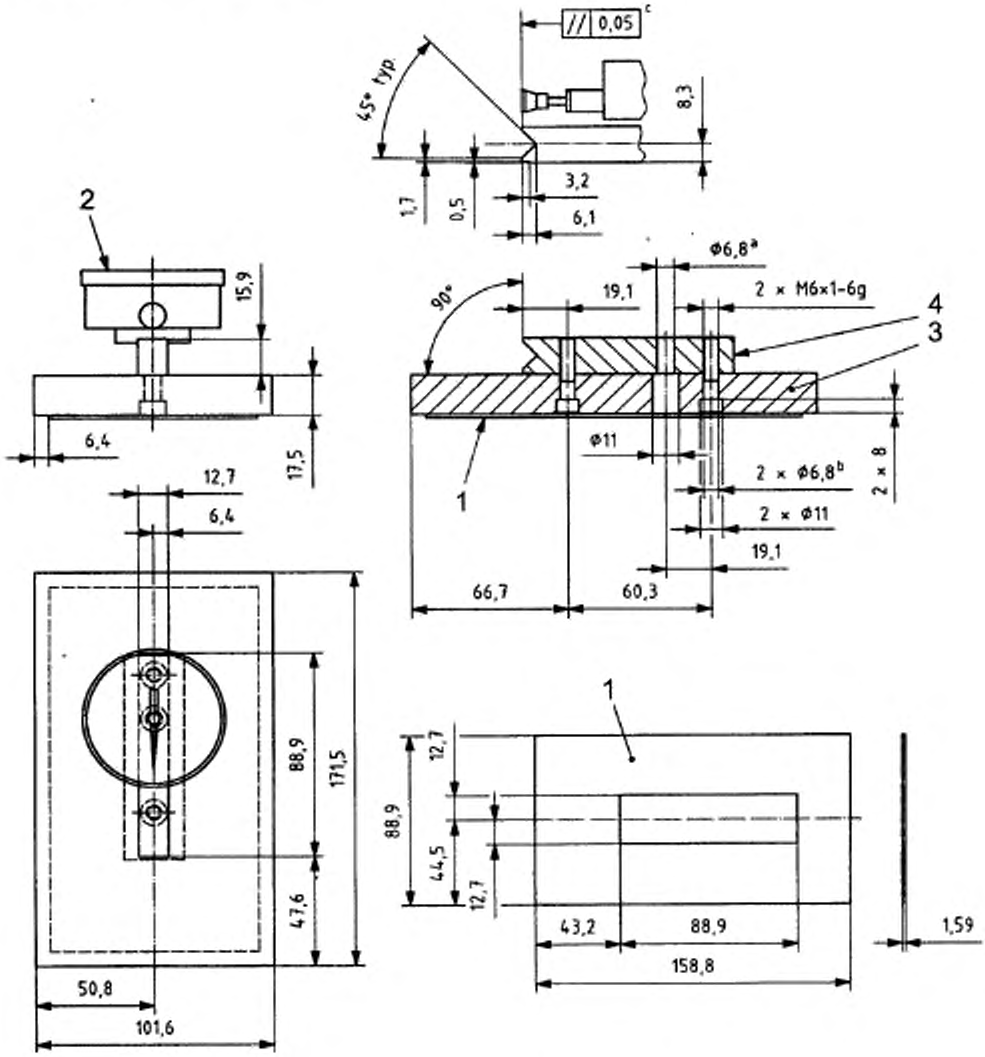


Рисунок В.2 – Прибор для измерения бокового(перечного) расширения образцов



---

[a] Для винта ¼-20 с головкой с углублением длиной 7/8" для установки индикатора.

[b] Для винта M6x1 с 25 –мм головкой.

[c] Перекрытие в узле (при сборке выполнить внахлестку).

1 - резиновая подкладка;

2 - индикатор с диапазоном 10 мм, градуированный по 1/100мм;

3 - опорная пластина из нержавеющей или хромоникелевой стали;

4 - циферблатный держатель из нержавеющей или хромоникелевой стали;

Рисунок В.3 – Узлы и детали установки прибора для измерения бокового (поперечного) расширения

Приложение С

(справочное)

Внешний вид излома

С.1 Общие положения

Поверхность излома образцов Шарпи часто оценивают по проценту вязкого сдвигового разрушения. Чем выше процент сдвигового разрушения, тем выше ударная вязкость материала. На поверхности излома большинства образцов Шарпи видна комбинация как сдвигового (вязкого) излома, гак и разрушения в виде раскалывания (хрупкого излома). Так как эта оценка крайне субъективна, она не рекомендуется к применению в спецификациях (технических требованиях).

Примечание - Термин «волокнистый излом» часто используют как синоним термина «вязкий излом». Для выражения состояния, противоположного вязкому излому, часто используют термины «разрушение в виде сколов» (хрупкий излом) или «кристалличность в изломе». Таким образом, если доля вязкой (сдвиговой) составляющей в изломе – 0%, то хрупкой – 100 %.

С.2 Процедуры

Процент вязкого излома обычно определяют одним из следующих способов, приведенных в АСТМ Е 23:

а) измеряют длину и ширину участка раскалывания или хрупкого излома

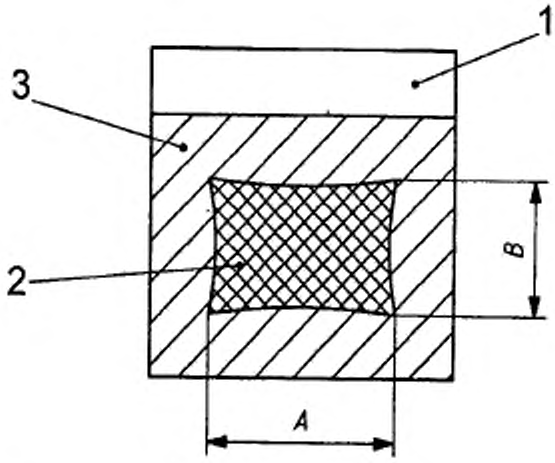
(«блестящий» участок) поверхности излома, как показано на рисунке С.1. определяют процент вязкого сдвига по таблице С.1;

b) сравнивают внешний вид излома образца с диаграммой сравнения видов излома, такой, как показана на рисунке С.2;

c) увеличивают поверхность излома и сравнивают ее с предварительно калиброванной прозрачной накладной диаграммой или измеряют процент хрупкого разрушения с помощью планиметра, затем вычисляют процент вязкого излома как разность (100% минус процент хрупкого излома);

d) фотографируют поверхность излома при соответствующем увеличении и измеряют процент хрупкого излома с помощью планиметра, затем рассчитывают процент вязкого излома как разность (100% минус процент хрупкого излома);

e) измеряют процент вязкого излома с помощью методов анализа изображений.



Примечание 1 - Средние размеры А и В измеряют с точностью до 0,5 мм.

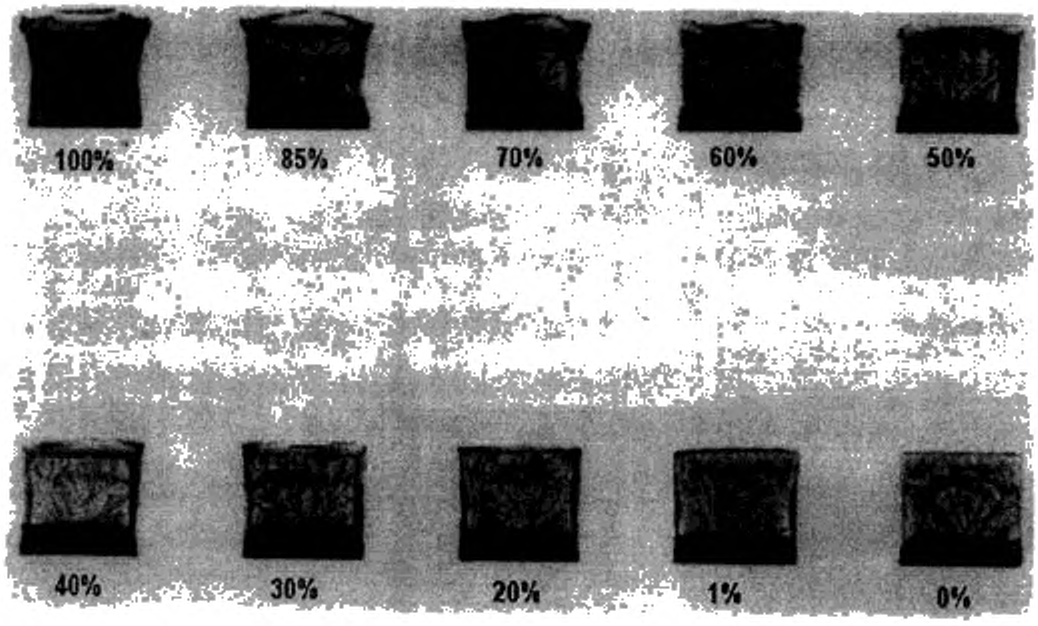
Примечание 2 - Процент вязкого разрушения определяют по таблице С.1

1 - надрез; 2 - область хрупкого излома (яркая); 3- область вязкого сдвига (тусклая)

Рисунок С.1 - Определение процента вязкого излома

Таблица С.1 – Процент вязкого сдвига для измерений, выполненных в миллиметрах

В, мм	А, мм																		
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	1,0
	Процент вязкого сдвига																		
1,0	99	98	98	97	96	96	95	94	94	93	92	92	91	91	90	89	89	88	88
1,5	98	97	96	95	94	93	92	92	91	90	89	88	87	86	85	84	83	82	81
2,0	98	96	95	94	92	91	90	89	88	86	85	84	82	81	80	79	77	76	75
2,5	97	95	94	92	91	89	88	86	84	83	81	80	78	77	75	73	72	70	69
3,0	96	94	92	91	89	87	85	83	81	79	77	76	74	72	70	68	66	64	62
3,5	96	93	91	89	87	85	82	80	78	76	74	72	69	67	65	63	61	58	56
4,0	95	92	90	88	85	82	80	77	75	72	70	67	65	62	60	57	55	52	50
4,5	94	92	89	86	83	80	77	75	72	69	66	63	61	58	55	52	49	46	44
5,0	94	91	88	85	81	78	75	72	69	66	62	59	56	53	50	47	44	41	37
5,5	93	90	86	83	79	76	72	69	66	62	59	55	52	48	45	42	38	35	31
6,0	92	89	85	81	77	74	70	66	62	59	55	51	47	44	40	36	33	29	25
6,5	92	88	84	80	76	72	67	63	59	55	51	47	43	39	35	31	27	23	19
7,0	91	87	82	78	74	69	65	61	56	52	47	43	39	34	30	26	21	17	12
7,5	91	86	81	77	72	67	62	58	53	48	44	39	34	30	25	20	16	11	6
8,0	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5	0
Примечание: 100-процентный сдвиг следует указывать, когда один из размеров А или В является нулевым.																			



а - Внешний вид изломов и сравнительная диаграмма для определения процента вязкого сдвига

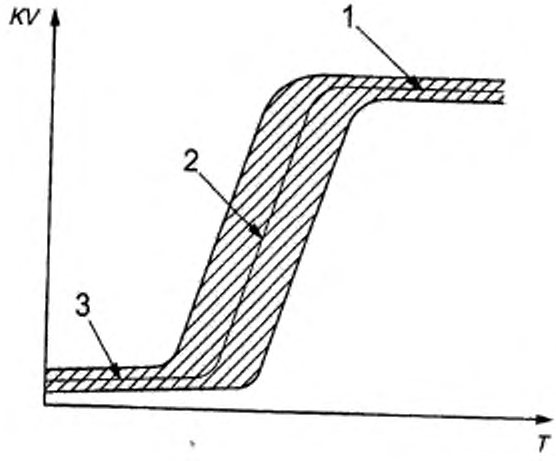
В - Руководство для оценки внешнего вида излома

Рисунок С.2 – Внешний вид излома

Приложение D
(справочное)
Зависимость поглощенной энергии от температуры и температура перехода

D.1 Характеристика зависимости поглощенной энергии от температуры

Кривая зависимости поглощенной энергии от температуры ($KV—T$) для заданной формы образца приведена на рисунке D.1. Эту зависимость устанавливают путем построения сглаженной кривой, построенной по отдельным точкам. Форма кривой и разброс значений, полученных в результате испытания, зависят от материала, формы образца и скорости удара. В том случае, когда кривая имеет зону перехода 2, необходимо различать верхний пологий участок 1, зону перехода 2 и нижний пологий участок 3 на кривой .



T – температура; *KV* - поглощенная энергия; 1 – верхний пологий участок; 2 – зона перехода; 3 – нижний пологий участок

Рисунок D.1 – Кривая зависимости зависимости поглощенной энергии от температуры

D.2 Температура перехода

Температура перехода T_I характеризует положение крутого подъема характеристики зависимости поглощенной энергии от температуры. Поскольку крутой подъем обычно охватывает весьма широкий интервал температур, нельзя дать общеупотребительного определения температуры перехода. Ниже приведены критерии, которые среди прочих могут оказаться полезными для определения температуры перехода:

Температура перехода T_I - температура, при которой:

a) получают конкретное значение поглощенной энергии, например, KV_8 = 27 Дж;

b) получают конкретное значение поглощенной энергии в процентах от значения, соответствующего верхней площадке, например 50 %;

c) имеет место определенная часть вязкого излома, например 50%;

d) получают определенное значение поперечного (бокового) расширения, например 0,9 мм.

Выбор способа определения температуры перехода следует оговорить в стандарте на металлопродукцию или согласовать.

Приложение Е

(справочное)

Неопределенность измерения значения поглощенной энергии *KV*

Е.1 Обозначения и единицы измерения

Обозначения и единицы измерения приведены в таблице Е. I

Таблица Е.1 - Обозначения и единицы измерения

Обозначение	Единица измерения	Характеристика
B_V	Дж	Систематическая погрешность маятникового копра, определенная косвенной проверкой (верификацией)
k	–	Коэффициент охвата
KV	Дж	Поглощенная энергия, измеренная в соответствии с настоящим стандартом на образце с V-образным надрезом
$\overline{KV}$	Дж	Среднее значение *KV* для группы образцов, изготовленных из испытуемого материала
KV_R	Дж	Сертифицированное значение эталонного материала, используемого для косвенной проверки (верификации)
$\overline{KV}_V$	Дж	Среднее значение *KV* для эталонных образцов, испытанных в ходе косвенной проверки (верификации)
n		Число испытанных образцов
r		Разрешение шкалы прибора
Sx	Дж	Среднеквадратическое отклонение значений, полученных на n образцах
Tx	Дж	Температурная погрешность измеренного значения
$u(\overline{KV})$	Дж	Стандартная неопределенность $u(\overline{KV})$
$U(\overline{KV})$	Дж	Расширенная неопределенность $U(\overline{KV})$ с доверительной вероятностью 95 %
u_T	К	Стандартная неопределенность температуры испытания
u_V	Дж	Стандартная неопределенность результата косвенной проверки (верификации)
$u(\bar{x})$	Дж	Стандартная неопределенность $x_{ср}$
$\bar{x}$	Дж	Среднее значение KV , найденное по результатам испытания группы из n образцов, изготовленных из испытуемого материала
$\nu\,\overline{KV}$	–	Число степеней свободы, соответствующее $u(\overline{KV})$
ν_V	–	Число степеней свободы, соответствующее u_V
ν_x	–	Число степеней свободы, соответствующее $u(x_{ср})$

Е.2 Определение неопределенности измерения

Е.2.1 Общие положения

Yfcnjzott приложение устанавливает метод определения неопределенности u($\overline{KV}$), связанной со средней поглощенной энергией $\overline{KV}$ группы образцов, отобранных от испытуемого материала. Можно применять и другие методы оценки u($\overline{KV}$).

Данный подход требует исходной информации, полученной при «косвенной проверке (верификации)» машины для испытания образцов Шарпи на ударный изгиб с помощью маятникового копра, что является нормативным методом оценки характеристик прибора с помощью эталонных образцов (ИСО 148-2).

Примечание 1 - В стандартах ИСО 148-1 – ИСО 148-3 установлено, что машины для испытания образцов методом Шарпи на ударный изгиб с помощью маятникового копра должны отвечать требованиям как косвенной, так и прямой проверки. Последняя заключается в проверке соответствия всем отдельным геометрическим и механическим требованиям, предъявляемым к конструкции прибора (ИСО 148-2).

Калибровочные лаборатории используют сертифицированные эталоны для проверки (верификации) своих эталонных испытательных машин и могут применять свои маятниковые копры для получения характеристик эталонных образцов. На пользовательском уровне лаборатории, проводящие испытания по Шарпи, могут проводить проверку своих маятниковых копров по эталонным образцам для получения достоверных значений *KV*.

Примечание 2 – Пользователи, по своему выбору, могут приобретать сертифицированные эталоны у национальных или международных организаций, тем самым минуя уровень калибровочных лабораторий.

Примечание 3 - Дополнительная информация о различиях между сертифицированными эталонами и эталонными образцами приведена в ИСО 148-3.

Е.2.2 Дополнения к определению неопределенности

Анализ неопределенности измерений является полезным средством выявления источников крупных несоответствий результатов измерений.

Стандарты на продукцию и базы данных о свойствах материалов, основанные на настоящем стандарте, содержат в себе неопределенность измерений. Было бы некорректно вводить поправки на неопределенность измерений и тем самым рисковать отказом в приемке годной продукции. Поэтому оценка неопределенности по данной процедуре предназначена только для справки, если заказчиком не указано иное.

Условия испытаний и пределы измерений, указанные в данном стандарте не подлежат изменению с целью учета неопределенности измерений, если заказчиком особо не указано иное. Не следует сочетать оценку неопределенности измерений с фактически измеренными результатами для оценки соответствия продукции требованиям стандартов, если заказчиком особо не указано иное.

Е.3 Общая процедура

Е.3.1 Источники вкладов в неопределенность

Основные факторы, которые оказывают влияние на неопределенность, связаны с:

a) систематической погрешностью прибора, определенной в результате косвенной проверки;

b) однородностью испытуемого материала и сходимостью измерений прибора;

c) температурой испытания.

Среднюю поглощенную энергию $\overline{KV}$ определяют по формуле:

$$\overline{KV} = \bar{x} - B_V - Tx, \qquad (E.1)$$

где $\bar{x}$ – наблюдаемое среднее значение KV по результатам испытания группы из n образцов, отобранных от испытуемою материала;

B_V – систематическая погрешность прибора, определенная косвенной проверкой (верификацией);

Tx – температурная погрешность измеренного значения KV.

E.3.2 Систематическая погрешность прибора

Как правило, в результаты измерения необходимо ввести поправку на известную систематическую погрешность. Одним из способов определения значения систематической погрешности является косвенная проверка. Систематическую погрешность прибора по результатам косвенной проверки (верификации) определяют в ИСО 148-2 по следующей формуле:

$$B_V = \overline{KV}_V - KV_R \quad , \qquad (E.2)$$

где $\overline{KV}_V$ – среднее значение KV, полученное для эталонных образцов, разрушенных во время косвенной проверки;

KV_R – сертифицированное значение эталонных образцов.

В зависимости от того, насколько хорошо известна систематическая погрешность прибора B_V, (ИСО 148:2), определяющая неопределенность, связанную с результатами косвенной проверки, предлагают различные действия:

a) B_V хорошо известна и стабильна – в этом исключительном случае, чтобы получить значение KV, в наблюдаемое значение x вводится поправка, равная B_V;

b) при отсутствии надежного свидетельства о стабильности значения B_V; поправку на систематическую погрешность не вводят; в этом случае ее представляют в виде вклада в неопределенность результата косвенной проверки u_V.

В обоих случаяхперечисления a) и b), неопределенность u_V, связанную с результатом косвенной проверки и систематической погрешностью прибора, рассчитывают в соответствии с ИСО 148-2. Результатом анализа неопределенности косвенной проверки является значение u_V.

Если разность между значениями $\overline{KV}_V$ и $\overline{KV}$ значительна, то значения B_V и u_V следует умножить на отношение $\overline{KV}/\overline{KV}_V$.

Е.3.3 Сходимость измерений испытательной машины и неоднородность материала

Неопределенность значения x , т.е. наблюдаемого среднего значения поглощенной энергии по результатам испытания n образцов, определяют по следующей формуле:

$$u(\bar{x}) = \frac{Sx}{\sqrt{n}}, \qquad (E.3)$$

где S_x, – среднеквадратичное отклонение значений, полученных по ре зультатам испытания n образцов.

Значение S_x обусловлено двумя факторами: сходимостью результатов измерения испытательной машины и неоднородностью материала от образца к образцу. В отчете рекомендуется указывать суммарную неопределенность измерения вместе со значением Sx в качестве совокупной оценки KV вследствие неоднородности материала.

Значение $V_{\bar{x}}$, представляющее собой число степеней свободы $u(\bar{x})$, рассчитывают как n-1

Е.3.4 Температурная погрешность

Влияние температурной погрешности T_x на поглощенную энергию в значительной степени зависит от испытуемого материала. Если проводят испытания стали в области температур перехода из хрупкого состояния в вязкое, то

незначительным изменениям температуры могут соответствовать большие различия в поглощенной энергии. Сложно дать обобщенный подход к расчету зависимости неопределенности измерения температуры испытания от неопределенности оценки поглощенной энергии. В связи с этим допускается дополнить отчетные данные о неопределенности измерения поглощенной энергии отдельным указанием значения u_T, т. е. неопределенности оценки температуры испытания, при которой была измерена поглощенная энергия (см. пример Е.5).

Е 3.5 Разрешающая способность испытательной машины

Влияние разрешающей способности испытательной машины во многих случаях является пренебрежимо малым по сравнению с влиянием других факторов на неопределенность измерений (Е 3.1 и Е 3.4) Исключением является случай, когда разрешающая способность машины низка, а измеряемая энергия мала. В этом случае соответствующее влияние на неопределенность рассчитывают по формуле :

$$u(r) = \frac{r}{\sqrt{3}}. \qquad (E.4)$$

Е.4 Комбинированная и расширенная неопределенность

Чтобы рассчитать $u(\overline{KV})$ необходимо скомбинировать факторы, влияющие на неопределенность измерений (см. Е.3). Так как u_T рассматривают отдельно и члены $u(\overline{x})$, u_V, и $u(r)$ не зависят друг от друга, комбинированную стандартную неопределенность определяют по формуле:

$$u(\overline{KV}) = \sqrt{u^2(\overline{x}) + u^2_V + u^2(r)}\ , \qquad (E.5)$$

Для расчета расширенной неопределенности комбинированную стандартную неопределенность умножают на соответствующий коэффициент охвата k. Значение k зависит от эффективного числа степеней свободы $\nu_{\overline{KV}}$ и $u(\overline{KV})$, которое может быть рассчитано по формуле (E.6). Так как число степеней свободы, соответствующее *u(r)*, равно бесконечности, то разрешающая способность прибора не влияют в $\nu_{\overline{KV}}$.

$$\nu_{\overline{KV}} = \frac{u^4(\overline{KV})}{\dfrac{u^4(\overline{x})}{\nu_{\overline{x}}} + \dfrac{u^4_V}{\nu_V}} \qquad (E.6)$$

Примечание - При испытаниях по Шарпи количество образцов часто ограничивается 5 или даже 3. Кроме того, неоднородность образцов часто приводит к существенному значению $u(\overline{x})$. Поэтому число эффективных степеней свободы чаще всего недостаточно велико, чтобы применять коэффициент охвата k, равный 2.

Коэффициент охвата k, соответствующий уровню доверительной вероятности 95 % определяют как $t_{95}(\nu_{\overline{KV}})$. Отдельные значения *t* приведены в табл. E.5.

Расширенную неопределенность $U(\overline{KV})$ определяют по следующему уравнению:

$$U(\overline{KV}) = k \times u(\overline{KV}) = t_{95}(\nu_{\overline{KV}}) \times u(\overline{KV}) \ . \qquad (E7)$$

Е.5 Пример

В настоящем примере неопределенность измерения рассчитывают для среднеарифметического значения ($\bar{x}$) группы образцов n= 3, отобранных от некоторого испытуемого материала. Результаты, приведенные в табл. Е.2 были получены на маятниковом копре, который успешно прошел как прямую, так и косвенную проверку. На первом шаге рассчитывают среднее наблюдаемое значение KV, т. е. $\bar{x}$, а также стандартную неопределенность величины $\bar{x}$.т.е. $\mathbf{u}(\bar{x})$, которую определяют по формуле (Е.3).

Таблица Е.2 – Результаты испытания по Шарпи

в джоулях

Результат испытания	
KV, образец 1	105,8
KV, образец 2	109,3
KV, образец 3	112,3
Среднее значение KV $\bar{x}$	109,1
Стандартное среднеквадратическое отклонение значений KV Sx для n=3	3,2
Стандартная неопределенность получаемых значений KV, $\mathbf{u}(\bar{x})$, рассчитываемая по уравнению Е.3	1,9

На втором шаге исходные результаты были скомбинированы с результатами последней косвенной проверки исрпытательной машины, для чего использовались образцы с различными уровнями энергии (например,

20 Дж, 120 Дж и 220 Дж). Уровень поглощенной энергии испытуемого материала был наиболее близок к уровню 120 Дж ($\bar{x}$= 109,1 Дж). Поэтому для оценки неопределенности были использованы результаты косвенной проверки на этом уровне энергии. Значение систематической погрешности $\boldsymbol{B_V}$ отвечало критериям согласно ИСО 148-2. Из-за отсутствия надежного свидетельства стабильности $\boldsymbol{B_V}$ в измеренное значение не вводилась поправка на систематическую погрешность. Поэтому полученное значение KV, т.е. $\overline{KV}$, считают равным среднему значению по данным измерений, т.е. $\bar{x}$. Поскольку поправка на систематическую погрешность не вводилась, то расчет неопределенности $u(\overline{KV})$ проводился с учетом вклада u_V. Стандартная неопределенность результата косвенной проверки при 120 Дж составила u_V =5,2 Дж при числе степеней свободы, равном 7 (см. ИСО 148-2). Эти выводы и значения можно получить из сертификата калибровки или поверки применяемого маятникового копра.

В таблице Е.3 приведена процедура расчета неопределенности измерений.

Таблица Е.3 – Схема расчета расширенной неопределенности измерения

Исходный результат испытания		Результат косвенной проверки при 120 Дж	
$u(\bar{x})$	1,9 Дж	u_V	5,2 Дж
Число степеней свободы ν_x при испытании 3-х образцов, определенное как n-1	2	Число степеней свободы взятое из сертификата калибровки или косвенной проверки машины ν_V	7
Комбинированная стандартная неопределенность, рассчитанная по формуле (Е.5), $u(\overline{KV})$			5,5 Дж
$\nu_{\overline{KV}}$ эффективное число степеней свободы $u(\overline{KV})$, взятое из формулы (Е.6)			8
Коэффициент t, соответствующий $\nu_{\overline{KV}}$=8 и уровню доверительной вероятности 95 %, $t_{95}(\nu_{\overline{KV}})$			2,3
Расширенная неопределенность $U(\overline{KV})$			12,6 Дж

Для подготовки отчета о результатах испытаний и неопределенности измерений можно использовать таблицу Е.4.

Таблица Е.4– Сводная таблица результатов измерения $\overline{KV}$ с расширенной неопределенностью измерения U($\overline{KV}$)

n	Sx^a	$\overline{KV}$	$\nu_{\overline{KV}}$	$t_{95}(\nu_{\overline{KV}})$	$U(\overline{KV})^{b,c}$
–	Дж	Дж	–	–	Дж
3	3,2	109,1	8	2,3	12,6

[a] Это среднеквадратическое отклонение представляет собой совокупную оценку испытуемого материала (в его значение также входит вклад от сходимости измерения прибора, которую невозможно оценить отдельно).

[b] Расширенная неопределенность, рассчитанная согласно данной процедуре, соответствует уровню доверительной вероятности примерно 95 %.

[c] Приведенная неопределенность зависит от неопределенности температуры испытания, которая измерялась с неопределенностью, равной 2К (уровень доверительной вероятности –95%. Приведенные неопределенности не учитывают вклады, которые могут быть внесены теми или иными конкретными характеристиками испытуемого материала.

Таблица Е.5 – Значения квантилей $t_p(\nu)$ распределения Стьюдента для степеней свободы ν, при доверительной вероятности p = 95 % [3].

Число степеней свободы, ν	$t_p(\nu)$ для p = 95%
1	12,71
2	4,30
3	3,18
4	2,78
5	2,57
6	2,45
7	2,36
8	2,31
9	2,26
10	2,23
11	2,20
12	2,18
13	2,16
14	2,14
15	2,13
16	2,12
17	2,11
18	2,10
19	2,09
20	2,09
25	2,06
30	2,04
25	2,03
40	2,02
45	2,01

50	2,01
100	1,98
∞	1,96

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов (и действующим в этом качестве межгосударственным стандартам) национальным стандартам Российской Федерации

Таблица ДА

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
ИСО 148–2:2008	–	*
ИСО 148–3:2008	–	*
ИСО 286–1:2010	–	*
ИСО 3785:2006	–	*
ИСО 556:2006	–	*
АСТМ Е 23-96	–	*

*Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта. Перевод данного международного стандарта находится в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов

Библиография

[1] ISO 3785, Metallic materials -- Designation of test specimen axes in relation to product texture (ISO 3785, Материалы металлические. Обозначение осей испытательных образцов относительно текстуре изделия) *

[2] ISO 14556, Steel -- Charpy V-notch pendulum impact test -- Instrumented test

method (ИСО 14556, Сталь. Испытание на ударный изгиб по Шарпи образ цов с V-образным надрезом. Инструментальный метод испытания) *

[3] ASTM E 23, Standard Test Methods for Notched Bar Impact Testing of Metallic Materials (АСТМ Е 23, Металлические материалы. Стандартные методы испытания на ударный изгиб при использовании образцов с надрезом) *

[4] Nanstad R.K., Swain. R.L. Berggeren. R.G. Influence of Thermal Conditioning Media on Charpy Specimen Test Temperature, «Charpy Impact Test: Factors and Variables» (Влияние среды для температурной выдержки на температуру испытания образца Шарпи. «Испытание на ударный изгиб по Шарпи. Факторы и переменные», ASTM STP 1072, ASTM, 1990, стр. 195) *

[5] ISO/IEC 98-3, Propagation de distributions par une méthode de Monte Carlo ИСО/МЭК 98-3, Руководство Неопределенность измерений. Часть 3: Руко водство по выражению неопределенности измерений (GUM:1995) *

*Официальный перевод этого стандарта находится в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов

УДК 669.01:620.174:006.354 ОКС 77.080 ОКСТУ 0709

Ключевые слова: металлические материалы, испытание, ударный изгиб, Маятниковый копр, Шарпи

Подписано в печать 30.04.2014. Формат 60x84 1/8.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»

123995 Москва, Гранатный пер., 4.
www.gostinfo.ru info@gostinfo.ru