

---

ЕВРАЗИЙСКИЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ  
(EACC)  
EURO-ASIAN COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION  
(EASC)

---



МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
СТАНДАРТ

ГОСТ  
9454-  
(Первая редакция)

---

## Металлы

# МЕТОД ИСПЫТАНИЯ НА УДАРНЫЙ ИЗГИБ ПРИ ПОНИЖЕННЫХ, КОМНАТНОЙ И ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

*Настоящий проект стандарта не подлежит применению до его утверждения*

Москва  
Российский институт стандартизации  
2024

## Предисловие

Евразийский совет по стандартизации, метрологии и сертификации (ЕАСС) представляет собой региональное объединение национальных органов по стандартизации государств, входящих в Содружество Независимых Государств. В дальнейшем возможно вступление в ЕАСС национальных органов по стандартизации других государств.

Цели, основные принципы и основной порядок проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены в ГОСТ 1.0—2015 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2—2015 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

### Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Федеральным государственным унитарным предприятием «Центральный научно-исследовательский институт черной металлургии им. И.П. Бардина» (ФГУП «ЦНИИЧермет им. И.П. Бардина»).

2 ВНЕСЕН Межгосударственным техническим комитетом по стандартизации МТК 120 «Чугун, сталь, прокат».

3 ПРИНЯТ Евразийским советом по стандартизации, метрологии и сертификации протокол от №

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004–97	Код страны по МК(ИСО 3166) 004–97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации

### 4 ВЗАМЕН ГОСТ 1497-84

*Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории указанных выше государств публикуется в указателях национальных стандартов, издаваемых в этих государствах, а также в сети Интернет на сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации.*

*В случаях пересмотра, изменения или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации в каталоге «Межгосударственные стандарты».*

Исключительное право официального опубликования настоящего стандарта на территории указанных выше государств принадлежит национальным (государственным) органам по стандартизации этих государств

**Содержание**

1 Область применения.....	
2 Нормативные ссылки.....	
3 Термины и определения.....	
4 Образцы для испытаний.....	
5 Аппаратура.....	
6 Подготовка к испытаниям.....	
7 Проведение испытаний.....	
8 Обработка результатов испытаний.....	
Приложение А (справочное) Температура переохлаждения и перегрева в зависимости от температуры испытания.....	
Приложение Б (рекомендуемое) Методика определения процента вязкой составляющей в изломе ударных образцов.....	
Приложение В (рекомендуемое) Методика определения критической температуры хрупкости.....	
Приложение Г (рекомендуемое) Методика определения бокового расширения образца .....	
Приложение Д (рекомендуемое) Протокол испытания на ударный изгиб.....	
Библиография.....	



## МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

---

### Металлы

### МЕТОД ИСПЫТАНИЯ НА УДАРНЫЙ ИЗГИБ ПРИ ПОНИЖЕННЫХ, КОМНАТНОЙ И ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Metals. Method for testing the impact strength at low, room and high temperature

---

Дата введения –

#### 1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает метод испытания на ударный изгиб черных и цветных металлов и изделий из них при температуре от минус 100 до плюс 1200 °С.

Метод основан на разрушении образца с концентратором посередине одним ударом маятникового копра. Концы образца располагают на опорах. В результате испытания определяют полную работу, затраченную при ударе (работу удара), или ударную вязкость, процент вязкой составляющей в изломе ударных образцов, критическую температуру хрупкости

#### 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие межгосударственные стандарты:

ГОСТ 166 Штангенциркули. Технические условия

ГОСТ 577 Индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм. Технические условия

ГОСТ 6616 Преобразователи термоэлектрические. Общие технические условия

ГОСТ 6651 Государственная система обеспечения единства измерений. Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Общие технические требования и методы испытаний

ГОСТ 7564 Прокат. Общие правила отбора проб, заготовок и образцов для механических и технологических испытаний

ГОСТ 9293 Азот газообразный и жидкий. Технические условия

ГОСТ 10708 Копры маятниковые. Технические условия

ГОСТ 16504 Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения

ГОСТ 30432 Трубы металлические. Методы отбора проб, заготовок и образцов для механических и технологических испытаний

**Примечание** – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации ([www.easc.by](http://www.easc.by)) или по указателям национальных стандартов, издаваемым в государствах, указанных в предисловии, или на официальных сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации. Если на документ дана недатированная ссылка, то следует использовать документ, действующий на текущий момент, с учетом всех внесенных в него изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то следует использовать указанную версию этого документа. Если после принятия настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение применяется без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

### 3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 10708, ГОСТ 16504, [1], а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **вид концентратора**:  $U$  –  $U$ -образный надрез (образец Менаже),  $V$  –  $V$ -образный надрез (образец Шарпи),  $T$  – усталостная трещина.

3.2 **радиус концентратора  $R$ , мм**: Радиус у основания надреза.

3.3 **тип образца**: Условный номер образца в зависимости от области его применения.

3.4 **длина образца  $L$ , мм**: Наибольший размер образца под прямыми углами к надрезу.

3.5 **высота образца  $H$ , мм**: Расстояние между гранью образца с надрезом и противоположной гранью.

3.6 **ширина образца  $B$ , мм**: Расстояние, измеряемое перпендикулярно к высоте, параллельно надрезу.

3.7 **глубина надреза  $h_1$ , мм**: Глубина исходного надреза для образцов всех типов.

3.8 **глубина концентратора  $h$ , мм:** Сумма глубины надреза и длины усталостной трещины для концентратора вида  $T$ .

3.9 **высота рабочего сечения  $H_1$ , мм:** Расстояние от основания надреза до противоположной грани образца. Для образца с концентратором типа  $T$  – разность между высотой образца и глубиной.

3.10 **работа удара  $K$  ( $KU, KV, KT$ ), Дж (кгс·м):** Работа, затрачиваемая на разрушение образца, равная разности между запасом потенциальной энергии копра и потенциальной энергией копра в верхней точке подъема маятника после разрушения образца.

3.11 **ударная вязкость  $KC$  ( $KCU, KCV, KCT$ ), Дж/см<sup>2</sup> (кгс·м/см<sup>2</sup>):** Отношение работы удара к начальной площади поперечного сечения образца под дном концентратора.

3.12 **вязкая составляющая излома (вязкий излом):** Матовый, волокнистый излом образца с видимыми признаками пластической деформации.

3.13 **количество вязкой составляющей в изломе  $FA$ , %:** Определяют в соответствии с приложением Б.

3.14 **хрупкая составляющая излома (хрупкий излом):** Блестящий, кристаллический излом образца без видимых признаков пластической деформации металла.

3.15 **критическая температура хрупкости  $T_k$ , °С:** Температура, характеризующая положение крутого подъема характеристики зависимости ударной вязкости от температуры.

3.16 **боковое расширение  $LE$ , мм:** Определяют в соответствии с приложением Г.

## **4 Образцы для испытаний**

### **4.1 Общая информация**

4.1.1 Место вырезки заготовки для изготовления образцов, ориентация оси концентратора, технология вырезки заготовок и изготовления образцов по ГОСТ 7564 для черных металлов, если иное не предусмотрено в нормативной документации на продукцию.

Для цветных металлов и сплавов данные требования указывают в нормативной документации на продукцию.

При вырезке заготовок металл образцов предохраняют от наклепа и нагрева, изменяющих свойства металла.

4.1.2 Риски на поверхности концентраторов видов  $U$  и  $V$ , видимые без применения увеличительных приборов, не допускаются.

Не допускается наличие поверхностных дефектов, видимых без применения увеличительных приборов. Радиусы концентраторов измеряют с помощью радиусометров, изготовленных по нормативной документации.

4.1.3 Концентратор вида  $T$  получают в вершине начального надреза при плоском циклическом изгибе образца. Способ получения начального концентратора может быть любым.

4.1.4 Максимальный остаточный прогиб, образовавшийся при нанесении на образцах концентратора вида  $T$  не должен превышать: 0,25 мм для образцов длиной 55 мм.

Контроль прогиба образца осуществляется с помощью индикаторов часового типа по ГОСТ 577 или других средств, обеспечивающих погрешность измерения прогиба не более 0,05 мм по всей длине образца.

## **4.2 Типы образцов**

4.2.1 Форма и размеры образцов для испытания должны соответствовать формам и размерам образцов, представленных на рисунках 1-3 и в таблице 1.

Маркировку наносят на любую грань образца, не контактирующую с опорами, наковальнями или бойком, в местах, где возникновение пластической деформации и поверхностных несплошностей в результате маркировки не окажет влияния на поглощенную энергию.



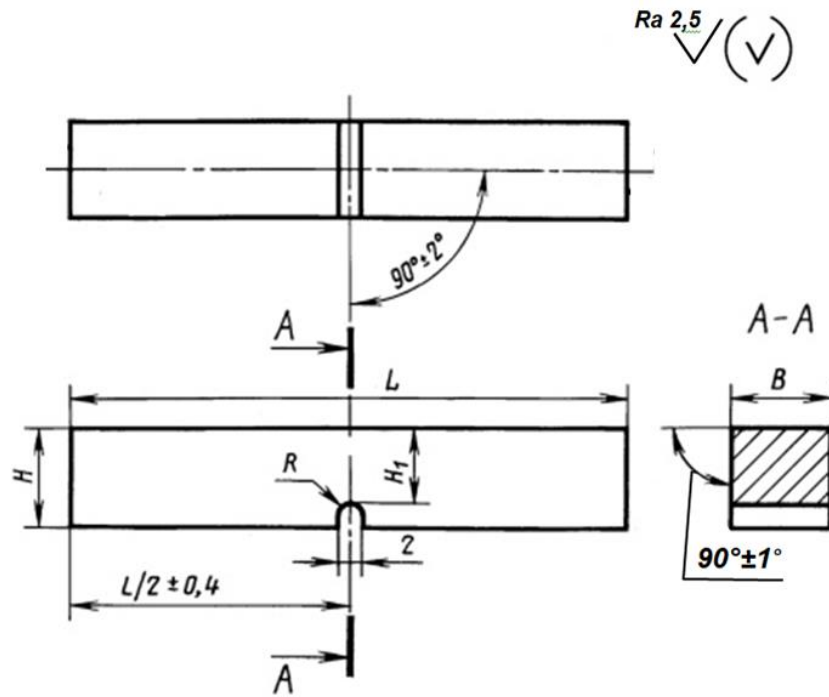


Рисунок 1 – Образец с концентратором вида U

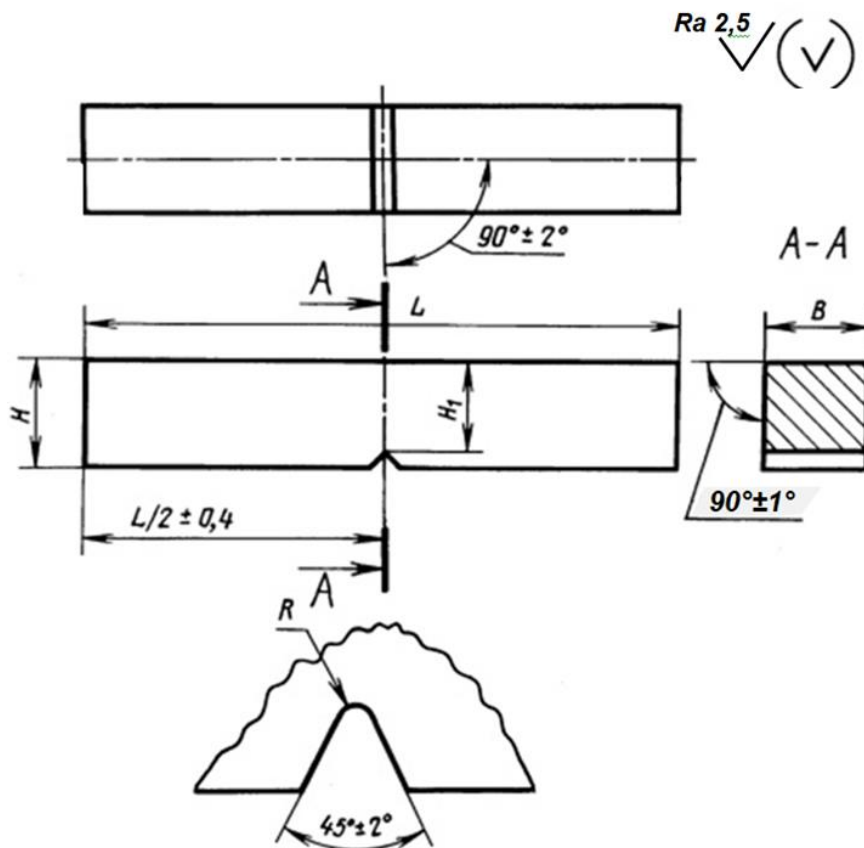
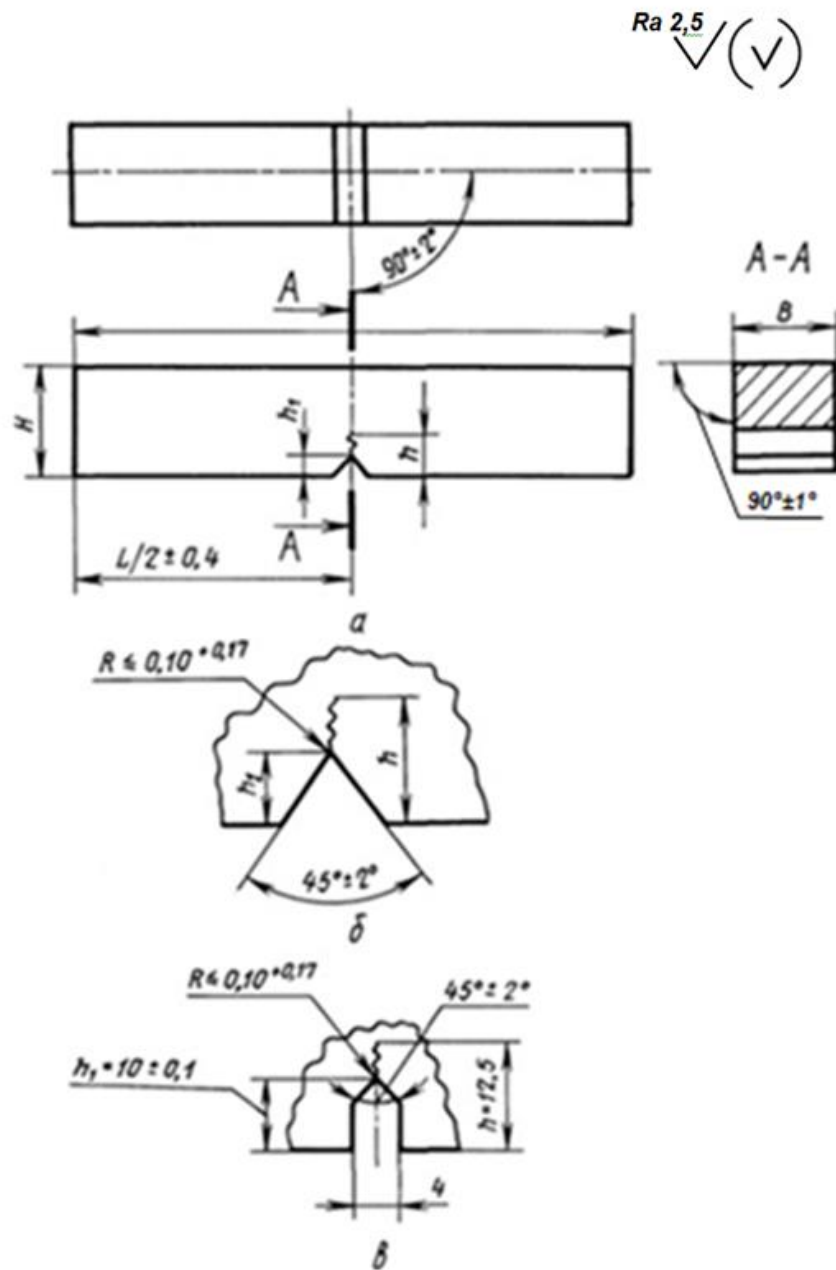


Рисунок 2 – Образец с концентратором вида V



а - общий вид; б - форма концентратора для образцов с 15 по 19 тип;  
в - форма концентратора для образцов 20 типа

Рисунок 3 – Образец с концентратором вида Т (усталостная трещина)

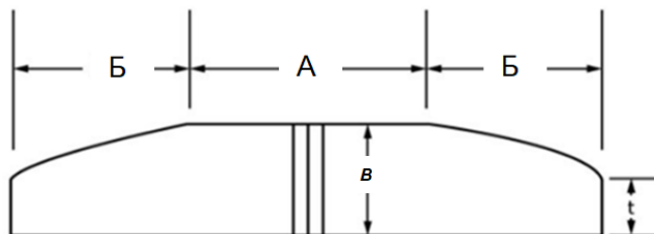
Таблица 1 – Размеры образцов, мм

Вид концентратора	Радиус концентратора $R$	Тип образца	Длина $L$	Ширина $B$	Высота $H$	Глубина надреза $h_1$ (пред. откл. $\pm 0,1$ )	Глубина концентратора $h$ (пред. откл. $\pm 0,6$ )	Высота рабочего сечения $H_1$		
$U$	$1 \pm 0,07^*$	1	55	$10 \pm 0,10$	$100 \pm 0,10$	-	-	$8 \pm 0,1$		
		2		$7,5 \pm 0,10$	$80 \pm 0,10$			$6 \pm 0,1$		
		3		$5 \pm 0,05$	$100 \pm 0,10$			$7 \pm 0,1$		
		4		$2 \pm 0,05$	$80 \pm 0,10$					
		5		$10 \pm 0,10$	$100 \pm 0,10$			-	-	$5 \pm 0,1$
		6		$7,5 \pm 0,10$						
		7		$5 \pm 0,05$	$100 \pm 0,10$			-	-	$5 \pm 0,1$
		8		$10 \pm 0,10$						
		9		$7,5 \pm 0,10$						
		10		$5 \pm 0,05$	$100 \pm 0,10$			-	-	$8 \pm 0,05^*$
11	$10 \pm 0,10$									
12	$7,5 \pm 0,10$									
13	$5 \pm 0,05$									
$V$	$0,25 \pm 0,025$	14	$\pm 0,6$	$2 \pm 0,05$	$80 \pm 0,10$	-	-	$6 \pm 0,05$		
		15		$10 \pm 0,10$	11			$1,5 \pm 0,1$	3,0	-
$T$	Трещина	16	$7,5 \pm 0,10$							
		17	$5 \pm 0,05$	9						
		18	$2 \pm 0,05$							
		19	$10 \pm 0,10$	10		$3,5 \pm 0,1$	5,0			
		20	$10 \pm 0,10$	15		$10 \pm 0,1$	12,5			

\* При контрольных массовых испытаниях допускается изготовление образцов с предельным отклонением  $\pm 0,10$  мм.

Допускается использовать образцы, размеры которых по ширине отличаются от указанных в таблице 1.

Примечание – Поперечные образцы из трубных заготовок и трубных изделий по ГОСТ 30432 могут содержать исходную наружную поверхность трубчатого изделия [2], как показано на рисунке 4.



А – механически обработанная поверхность – не менее 28 мм;

Б- исходные наружные поверхности – не более 13,5 мм;

t – ширина торца – не менее  $\frac{1}{2}$  ширины образца В

Рисунок 4 – Поперечный образец из трубных заготовок и трубных изделий с первоначальной поверхностью наружного диаметра

4.2.2 Тип, число образцов, порядок оценки результата (при испытании не менее двух образцов), порядок проведения повторных испытаний указывают в нормативной документации на продукцию.

Если в нормативной документации на металлопродукцию не указан тип образца, следует испытывать образцы наибольшего размера, который может быть изготовлен из данной металлопродукции, с требуемым видом концентратора.

Испытания проводят на двух образцах, если иное количество не предусмотрено в нормативной документации на продукцию.

## 5 Аппаратура

5.1 Маятниковые копры должны соответствовать требованиям ГОСТ 10708. Скорость движения маятника в момент удара должна быть:

(5,0±0,5) м/с – для копров с номинальной потенциальной энергией маятника св. 50 (5,0) включ. до 2500 (250,0) Дж (кгс·м);

(4,0±0,25) м/с – для копров с номинальной потенциальной энергией маятника св. 5 (0,5) включ. до 50 (5,0) Дж (кгс·м);

(3,0±0,25) м/с – для копров с номинальной потенциальной энергией маятника св. 0,1 (0,01) включ. до 5,0 (0,5) Дж (кгс·м).

Допускается применять копры с другой номинальной потенциальной энергией маятника. При этом номинальное значение потенциальной энергии маятника

должно быть таким, чтобы значение работы удара составляло не менее 10 % от номинального значения потенциальной энергии маятника.

Примечание – Могут применяться маятниковые копров с программным управлением, учитывающим потери на трение, с инструментированными бойками и пр.

5.2 Основные размеры опор и ножа маятника должны соответствовать указанным на рисунке 5. Для копров с другой конструкцией опор и ножей, согласованной с заказчиком испытаний и отраженной в протоколе испытаний, допускаются иные радиусы закругления ребра опоры и скорость движения маятника от 4,5 до 7,0 м/с.

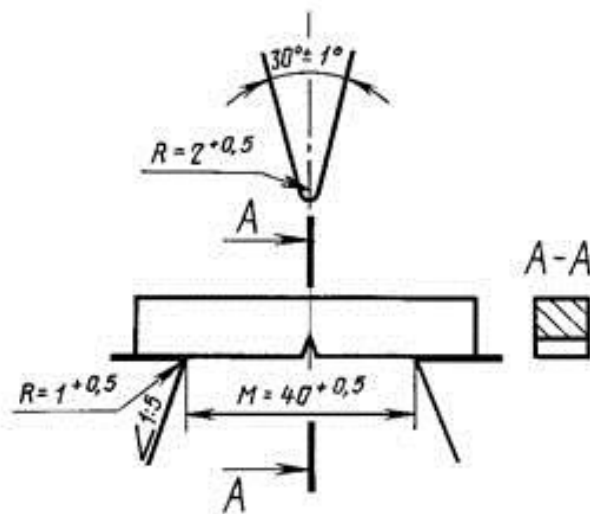


Рисунок 5 – Опоры и нож маятника

5.3 Трещину на образцах с концентратором вида *T* получают на вибраторах, изготовленных по нормативно-технической документации.

5.4 Штангенциркули должны соответствовать требованиям ГОСТ 166. Допускается применять и другие измерительные средства, обеспечивающие измерение с погрешностью, не превышающей указанной в 4.1.

5.5 Если не оговорено иное, то испытания проводят при комнатной температуре  $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ . Если температура задана, то образец должен быть доведен до этой температуры с точностью  $\pm 2^\circ\text{C}$ . Для контроля температуры при необходимости используют термометры, включая термодпары по ГОСТ 6651 или по ГОСТ 6616, с погрешностью не более  $\pm 1^\circ\text{C}$ .

5.6 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.

5.7 Устройство для измерения температуры среды следует разместить в середине группы испытуемых образцов. Температуру среды необходимо поддерживать на заданном уровне с точностью  $\pm 1^\circ\text{C}$  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.

5.8 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 размещают в середине группы образцов. Температуру газообразной среды необходимо поддерживать на заданном уровне с точностью  $\pm 1^\circ\text{C}$  в течение не менее 30 мин.

### **5.9 Перенос образца**

5.9.1 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.

5.9.2 Устройство для переноса образца должно быть специально предназначенным для этой цели и использоваться таким образом, чтобы температура образца поддерживалась в допустимом диапазоне.

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

5.9.4 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

Примечание – Для переноса образцов из среды для кондиционирования в положение для проведения могут применяться самоцентрирующиеся клещи по [1] или аналогичные им.

## **6 Подготовка к испытаниям**

6.1 Перед началом испытаний проверяют отклонение запаса потенциальной энергии маятника от номинального значения. Допускаемое отклонение должно соответствовать нормативной документации, но не должно превышать  $\pm 0,5$  % от номинальной потенциальной энергии маятника.

6.2 Температурой испытания следует считать температуру образца в момент удара.

Температуру испытания указывают в нормативной документации на конкретную продукцию.

6.3 Комнатной температурой следует считать температуру от 10 °С до 35 °С.

6.4 Для обеспечения требуемой температуры испытания образцы перед установкой на копер должны быть переохлаждены (при температуре испытания ниже комнатной) или перегреты (при температуре испытания выше комнатной). Степень переохлаждения или перегрева должна обеспечивать требуемую температуру испытания и должна определяться экспериментальным путем.

Температура переохлаждения или перегрева образцов при условии, что между извлечением образца из охлаждающей или нагревательной среды и ударом по нему бойка должно пройти не более 5 с, приведена в приложении А.

Выдержка образцов в термостате при заданной температуре (с учетом необходимого переохлаждения или перегрева) должна быть не менее 15 мин.

## **7 Проведение испытаний**

7.1 Образец должен свободно лежать на опорах копра (см. рисунок 5).

Образец должен быть установлен любым способом, обеспечивающим его строгое позиционирование, удержание с целью проведения разрушения со стороны, противоположной концентратору расположенному симметрично относительно опор с погрешностью не более  $\pm 0,5$  мм. Допускается использовать приспособление для автоматического центрирования испытательного образца, например, самоцентрирующиеся клещи.

7.2 Испытание проводят при ударе маятника со стороны, противоположной концентратору, в плоскости его симметрии.

7.3 Работу удара определяют по шкале маятникового копра, с помощью аналоговых или цифровых отсчетных устройств или автоматизированных систем проведения испытаний и обработки их результатов.

## 8 Обработка результатов испытаний

8.1 За результат испытания принимают работу удара или ударную вязкость для образцов с концентраторами видов *U* и *V* и ударную вязкость для образцов с концентратором вида *T*.

8.2 Работу удара обозначают двумя буквами (*KU*, *KV*) и цифрами. Первая буква (*K*) – символ работы удара, вторая буква (*U*, *V*) – вида концентратора. Последующие цифры обозначают максимальную энергию удара маятника, глубину концентратора и ширину образца. Цифры не указывают при определении работы удара на копре с максимальной энергией удара маятника 300 (30,0) Дж (кгс·м) и более, при глубине концентратора 2 мм для концентраторов видов *U* и *V* и 3 мм для концентратора вида *T* и ширине образца 10 мм (образцы 1, 11 и 15 типов).

Допускается обозначать работу удара двумя индексами (*A<sub>i</sub>*): первый (*A*) – символ работы удара, второй (*i*) – символ типа образца в соответствии с таблицей 1.

8.3 Ударную вязкость обозначают сочетанием букв и цифр.

Первые две буквы *KC* обозначают символ ударной вязкости, третья буква – вид концентратора; первая цифра – номинальная потенциальная энергия маятника, вторая – глубину концентратора и третья – ширину образца. Цифры не указывают в случае, оговоренном в 8.2.

Допускается обозначать ударную вязкость двумя индексами (*a<sub>i</sub>*): первый (*a*) – символ ударной вязкости; второй (*i*) – символ типа образца в соответствии с таблицей 1.

Для обозначения работы удара и ударной вязкости при пониженной и повышенной температурах вводится цифровой индекс, указывающий температуру испытания. Цифровой индекс ставят вверху после буквенных составляющих, например:

*KV*<sup>-40</sup> 50/2/2 – работа удара, определенная на образце с концентратором вида *V* при температуре минус 40 °С. Максимальная энергия удара маятника 50 (5,0) Дж (кгс·м), глубина концентратора 2 мм, ширина образца 2 мм.

*KCT*<sup>+100</sup> 150/3/7,5 – ударная вязкость, определенная на образце с концентратором вида *T* при температуре плюс 100 °С. Максимальная энергия удара маятника 150 (15,0) Дж (кгс·м), глубина концентратора, 3 мм, ширина образца 7,5 мм.

*KCU* (*KCV*) – ударная вязкость, определенная на образце с концентратором вида *U* (*V*) при комнатной температуре. Максимальная энергия удара маятника 300 (30,0) Дж (кгс·м), глубина концентратора 2 мм, ширина образца 10 мм.



$a_{11}^{-60}$  – ударная вязкость, определенная на образце типа 11 при температуре минус 60 °С. Максимальная энергия удара маятника 300 (30,0) Дж (кгс·м).

8.4 Ударную вязкость ( $KC$ ) в Дж/см<sup>2</sup> (кгс·м/см<sup>2</sup>) вычисляют по формуле

$$KC = \frac{K}{S_0}, \quad (1)$$

где  $K$  – работа удара, Дж (кгс·м);

$S_0$  – начальная площадь поперечного сечения образца в месте концентратора, см<sup>2</sup>, вычисляемая по формуле

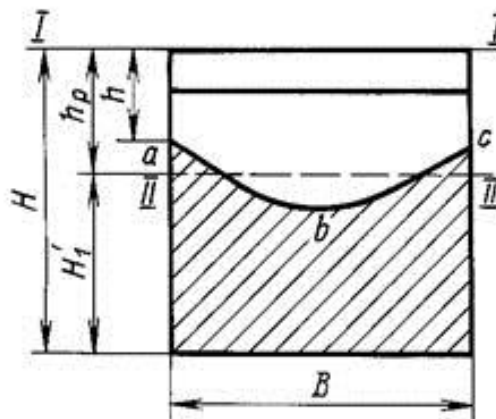
$$S_0 = H'_1 \cdot B, \quad (2)$$

где  $H'_1$  – начальная высота рабочего сечения образца, см;

$B$  – начальная ширина образца, см.

$H'_1$  и  $B$  измеряют с погрешностью не более ±0,05 мм (±0,005 см).  $S_0$  округляют: при ширине образца 5 мм и менее – до третьей значащей цифры, при ширине образца более 5 мм – до второй значащей цифры.

Для образцов с концентратором вида  $T$  значение  $H'_1$  определяют как разность между полной высотой  $H$ , измеренной до испытания с погрешностью не более ±0,05 мм (±0,005 см) и расчетной глубиной концентратора  $h_p$ , измеренной с помощью любых оптических средств с увеличением не менее 7 на поверхности излома образца после его испытания в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 6, с погрешностью не более ±0,05 мм (±0,005 см).



$abc$  – фронт усталостной трещины;  $I-I$  – положение визирной линии окуляра микроскопа в начальный момент измерения (совпадает с гранью образца);  $II-II$  – положение визирной линии микроскопа при окончании измерения (положение  $II-II$  выбирается так, чтобы заштрихованная область выше линии была равновелика по площади незаштрихованной области ниже визирной линии)

Рисунок 6 – Схема обработки результатов испытаний образцов  
с концентратором вида *T*

8.5 Значение *K* записывают в протоколе с округлением:

до 1 (0,1) Дж (кгс·м) – при значении *K* более 10 (1) Дж (кгс·м);

до 0,1 (0,1) Дж (кгс·м) – при значении *K* менее 10 (1) Дж (кгс·м).

Значение *KC* записывают в протоколе с округлением:

до 1 (0,1) Дж/см<sup>2</sup> (кгс·м/см<sup>2</sup>) – при значении *KC* более 10 (1) Дж/см<sup>2</sup> (кгс·м/см<sup>2</sup>);

до 0,1 (0,01) Дж/см<sup>2</sup> (кгс·м/см<sup>2</sup>) – при значении *KC* менее 10 (1) Дж/см<sup>2</sup> (кгс·м/см<sup>2</sup>).

8.6 Испытание признается состоявшимся, если образец разрушился полностью по всему сечению с разделением на две части или разрушился частично без разделения на две части и свободно прошел без заклинивания между подвижными и неподвижными частями копра.

Если образец заклинило между подвижными и неподвижными частями копра (на тыльной поверхности образца кроме отметок от бойка наблюдается пара отметин, расположенных напротив друг друга) или, если разрушение образца произошло по металлургическим дефектам, то результаты испытания не учитываются и образец должен быть заменен. В этом случае в протоколе испытания указывают, что образец при максимальной энергии удара маятника (которую следует указать) не был разрушен.

8.7 При замене образца, разрушенного не полностью, причину указывают в протоколе испытания.

8.10 Исходные данные и результаты испытания образца записывают в протоколе испытания. Форма протокола приведена в приложении Д.

Примечания

1 В протокол испытаний могут быть включены (в дополнение к приложению Д) следующие данные:

а) процент вязкой составляющей в изломе образца *FA* (приложение Б);

б) критическая температура хрупкости *T<sub>к</sub>* (приложение В);

в) боковое расширение (приложение Г).

2 Допускается документирование результатов испытаний в электронном виде (например, с использованием корпоративных информационных систем или электронного документооборота).

Приложение А  
(справочное)

Температура переохлаждения и перегрева в зависимости  
от температуры испытания

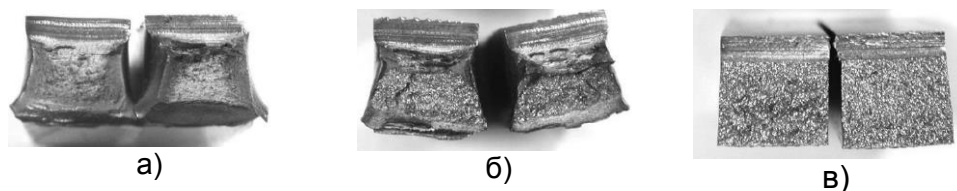
Температура испытания, °С	Температура, °С	
	переохлаждения	перегрева
Св. минус 100 до минус 60	4–6	–
" минус 60 " минус 40	3–4	–
" минус 40 " плюс 30	2–3	–
" плюс 30 " плюс 200	–	3–5
" плюс 200 " плюс 400	–	5–10
" плюс 400 " плюс 500	–	10–15
" плюс 500 " плюс 600	–	15–20
" плюс 600 " плюс 700	–	20–25
" плюс 700 " плюс 800	–	25–30
" плюс 800 " плюс 900	–	30–40
" плюс 900 " плюс 1000	–	40–50
" плюс 1000 " плюс 1200		50-60

**Приложение Б**  
**(рекомендуемое)**  
**Методика определения процента вязкой составляющей**  
**в изломе ударных образцов**

Б.1 Процент вязкой составляющей в изломе ударных образцов определяют только в случае полного разрушения образца.

Б.2 Поверхность излома большинства ударных образцов представляет собой комбинацию поверхностей после вязкого разрушения (вязкая составляющая) и разрушения в виде раскалывания (хрупкая составляющая).

На рисунке Б.1 приведены фотографии характерных типов излома.



а) вязкий тип излома, б) промежуточный тип излома, в) хрупкий тип излома

Рисунок Б.1 – Характерные типы излома металла

Б.3 Вязкая составляющая располагается, как правило, вокруг хрупкой составляющей, как видно из рисунка Б.2, на котором приведены фотографии изломов с различным процентом вязкой составляющей.

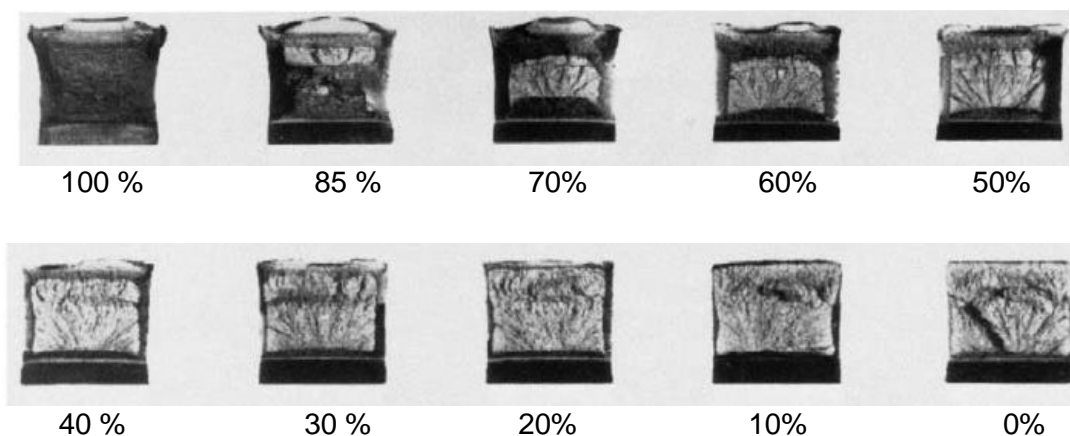


Рисунок Б.2 – Фотографии изломов с различным процентом вязкой составляющей

Б.4 Процент вязкой составляющей определяют одним из следующих способов:

Б.4.1 Измеряют площадь участка хрупкого излома  $F_1$  на электронном изображении при помощи анализатора изображений или другого программного обеспечения.

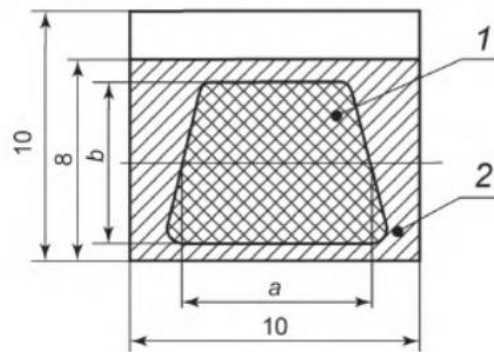
Б.4.1 Отношение площади  $F_1$  ко всей площади излома  $F$  составляет долю хрупкой составляющей в изломе  $X$ , %, вычисляемой по формуле

$$X = \frac{F_1}{F} \times 100. \quad (\text{Б.1})$$

Б.4.2 Соответственно вязкая составляющая  $FA$ , %, равна:

$$FA = (100 - X). \quad (\text{Б.2})$$

Б.4.3 Возможен расчет величины  $FA$  с использованием схема ударного излома образца, которая для образца с сечением  $8 \times 10$  мм приведена на рисунке Б.3.



1 — площадь излома, занимаемая хрупкой составляющей; 2 — площадь, занимаемая вязкой составляющей;  $a$  — средняя линия трапеции;  $b$  — высота трапеции

Рисунок Б.3 — Схема ударного излома образца сечением  $8 \times 10$  мм

Б.4.4 Хрупкую составляющую в изломе ударного образца представляют в виде трапеции.

Б.4.5 Измеряют среднюю линию трапеции  $a$  и высоту трапеции  $b$  линейкой или другим средством измерения с точностью до 0,5 мм, при этом погрешность измерения не должна превышать 5 %.

Б.4.6 Проводят измерение параметров ( $a$ ,  $b$ ) площади, занимаемой хрупкой составляющей, и определяют процент вязкой составляющей по таблице Б.1.

Таблица Б.1 – Вязкая составляющая в изломе ударных образцов, %

Высота трапеции $b$ , мм	Средняя линия трапеции $a$ , 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	10	
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	

Продолжение таблицы Б.1

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 – Долю вязкой составляющей принимают равной 100 %, когда средняя линия трапеции  $a$  или высота трапеции  $b$  равны нулю.

Б.4.7 Расчет процента вязкой составляющей в изломе образцов с другим поперечным сечением производится аналогичным способом.

Б.4. В тех случаях, когда не требуется высокая точность, процент вязкой составляющей допускается определять с помощью визуального сопоставления внешнего вида исследуемого излома (по хрупкой или вязкой составляющей) со шкалой, приведенной на рисунке Б.4.

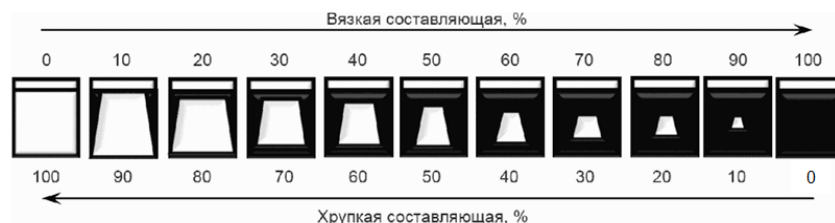


Рисунок Б.4 — Шкала определения вязкой составляющей в изломе ударного образца

Приложение В  
(рекомендуемое)

Методика определения критической температуры хрупкости

В.1 Общие положения

В.1.1 Для определения критической температуры хрупкости проводятся испытания образцов типа 11 с концентратором вида V на ударный изгиб в выбранном интервале температур.

В.1.2 По результатам испытаний строят графики зависимости ударной вязкости от температуры испытаний.

В.1.3 По заданным критериальным значениям ударной вязкости с использованием графика по В.1.2 определяют значения критической температуры хрупкости.

В.2 Проведение испытаний и обработка результатов

В.2.1 Если неизвестно приблизительное значение критической температуры хрупкости, определяют значение ударной вязкости в диапазоне температур: минус 40 °С – плюс 50 °С.

Примечание – Температурный интервал может быть скорректирован в зависимости от марки стали.

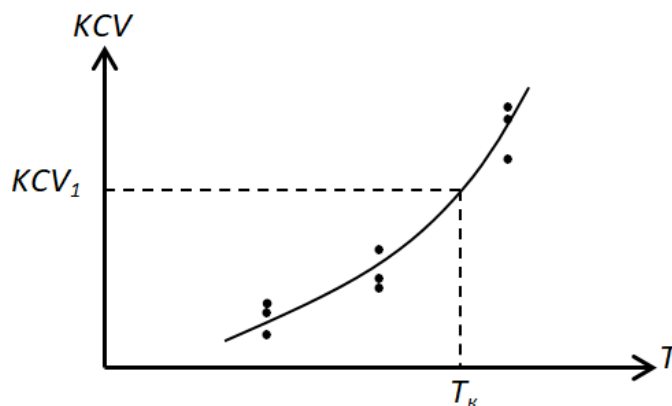
В.2.2 Если известно приблизительное значение критической температуры хрупкости  $\widetilde{T}_K$ , то допускается проводить испытания в температурном интервале от  $(\widetilde{T}_K - 30)$  °С до  $(\widetilde{T}_K + 30)$  °С.

В.2.3 При каждой температуре испытывают не менее трех образцов.

Для каждого из испытанных образцов определяют величину ударной вязкости.

Определяют среднеарифметическое значение ударной вязкости.

В.2.4 Графически в координатах «ударная вязкость — температура» наносят экспериментальные значения, по которым строят сглаженную кривую с использованием метода наименьших квадратов или других алгоритмов статистической обработки экспериментальных данных (см. рисунок В.1).



$KCV_1$  – критериальное значение ударной вязкости;  $T_K$  – критическая температура хрупкости

Рисунок В.1 – Кривая зависимости ударной вязкости от температуры

В.2.5 Критерий определения критической температуры хрупкости должен быть указан в нормативной документации на конкретную металлопродукцию или согласован с заказчиком.

В.2.6 Ниже приведены некоторые критерии для определения критической температуры хрупкости:

Критическая температура хрупкости  $T_k$  – температура, при которой:

- а) получают конкретное значение ударной вязкости;
- б) получают конкретное значение ударной вязкости в процентах от максимального значения, например, 50 %;
- в) имеет место определенная часть вязкого излома, например, 50 %;
- г) получают определенное значение бокового расширения, например, 0,9 мм.

Примечание – В случаях а) и б) по оси ординат на рисунке В.1 откладывается величина  $FA$  или  $LE$  соответственно.

В.2.7 На графике «ударная вязкость-температура» на оси ординат (ось  $KCV$ ) откладывают соответствующее критериальное значение ударной вязкости  $KCV_1$ . Через полученную точку проводят линию, параллельную оси абсцисс (ось  $T$ ) до пересечения с кривой ударной вязкости.

Температуру, соответствующую точке пересечения, принимают за критическую температуру хрупкости  $T_k$ .

В.2.8 Если значение критической температуры хрупкости указано в нормативной или иной технической документации, должно проводиться ее подтверждение в следующей последовательности:

- проводят испытания на ударный изгиб при температуре  $T_k$ ;
- согласно В.2.7 определяют температуру  $T_k$ .

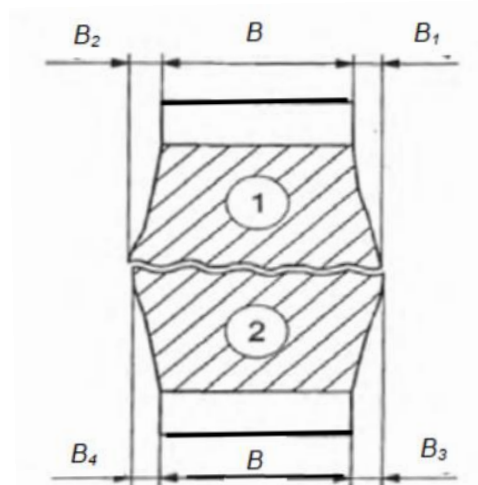
Критическая температура хрупкости считается подтвержденной, если она в пределах погрешности измерений совпадает с температурой  $T_k$ , определенной согласно В.2.7.



Приложение Г  
(рекомендуемое)

Методика определения бокового расширения образца

Г.1 За боковое расширение принимают увеличение ширины образца, измеренное на стороне сжатия, напротив надреза разрушенного образца, как показано на рисунке Г.1.



,2 – половины образца,  $B$  – исходная ширина образца,  $B_1, B_2, B_3, B_4$  – размеры бокового расширения.

Рисунок Г.1 – Половины разрушенного в процессе испытания образца, соединенные для измерения бокового расширения

Г.2 При измерения бокового расширения следует учитывать тот факт, что плоскость разрушения обычно не 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. Поэтому за величину бокового расширения  $LE$  принимают сумму двух значений, полученных для каждой грани, путем отдельного измерения двух половин разрушенного образца.

Г.3 Боковое расширение на каждой грани обеих половин измеряют относительно плоскости, определяемой недеформированным участком грани образца (рисунок Г.1).

Г.4 С помощью контактного микрометра с погрешностью не более 0,001 мм измеряют значения параметров  $B_1, B_2, B_3, B_4$ .

Г.5 Величину бокового расширения  $LE$  рассчитывают по формуле

$$LE = \max(B_1, B_2) + \max(B_3, B_4) \quad (\text{Г.1})$$

где  $\max(B_1, B_2)$  – максимальное из значений  $B_1, B_2$ ,  $\max(B_3, B_4)$  – то же для  $B_3, B_4$ .

Г.6 Если один или несколько выступов образца были повреждены при контакте с накопительной, опорной поверхностью копра машины и т.д., измерения для этого образца не выполняются и этот факт отражают в протоколе испытания.

Приложение Д  
(рекомендуемое)

Протокол испытаний на ударный изгиб

Дата испытания/измерения \_\_\_\_\_

Организация, проводящая испытания/измерения \_\_\_\_\_

Марка копра/наименование оборудования \_\_\_\_\_

№ и дата свидетельства о поверке \_\_\_\_\_

Максимальная энергия удара маятника при испытании, Дж (кгс·м/см<sup>2</sup>) \_\_\_\_\_

Испытуемый материал \_\_\_\_\_

Но- мер	Марки- ровка об- разца	Номер плавк и	Номер пар- тии	Тип об- разца	Темпера- тура испыта- ния, °С	Ширина образца В, мм	Высота об- разца Н, мм	Глубина концентра- тора h, мм	Высота ра- бочего се- чения Н <sub>1</sub> , мм	Площадь попереч- ного сече- ния S <sub>0</sub> , см <sup>2</sup>	Работа удара K, Дж (кгс·м)	Ударная вязкость KС, Дж/см <sup>2</sup> (кгс·м/см <sup>2</sup> )	Примеча- ние

Испытания выполнил специалист

\_\_\_\_\_  
(личная подпись)

\_\_\_\_\_  
(инициалы, фамилия)

Руководитель лаборатории  
механических испытаний

\_\_\_\_\_  
(личная подпись)

\_\_\_\_\_  
(инициалы, фамилия)

## **Библиография**

- [1] ИСО 148-1:2016 Материалы металлические. Испытание на ударный изгиб по Шарпи с помощью маятникового копра. Часть 1. Метод испытания (Metallic materials - Charpy pendulum impact test - Part 1: Test method)
- [2] Стандарт ASTM A370-22 Изделия стальные. Определения и методы механических испытаний (Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products)

УДК 669.01:620.174:006.354

МКС 77.040.10

Ключевые слова: работа удара, ударная вязкость, концентратор, критическая температура хрупкости, вязкая составляющая, хрупкая составляющая

Директор ЦССМ  
ГНЦ ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина»

С.А. Горшков

С.н.с. сектора стандартизации  
высоколегированных сталей и сплавов ЦССМ  
ГНЦ ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина»

Ю.С. Понамарева

М.н.с. сектора стандартизации  
высоколегированных сталей и сплавов ЦССМ  
ГНЦ ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина»

Н.А. Набойченко