

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДАРНОЙ ВЯЗКОСТИ

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Цель работы - определение основных механических характеристик металлов экспериментальным путем.

Задача - измерить ударную вязкость металла при испытании не менее 4-х стандартных образцов на маятниковом копре.

## 2. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИСПЫТАНИЯ МАТЕРИАЛОВ НА УДАРНУЮ ВЯЗКОСТЬ

Для оценки свойств материала при динамических нагрузках недостаточно механических характеристик, определяемых при статических испытаниях. При больших скоростях нагружения, например, при ударе, увеличивается опасность хрупкого разрушения. Эта опасность особенно возрастает при наличии в детали различного рода надрезов (отверстия, галтели, канавки и пр.), которые вызывают концентрацию напряжений (неравномерное распределение напряжений). Надрез позволяет сосредоточить всю деформацию, поглощающую удар, в одном месте. Кроме того, наличие надреза ставит материал в более тяжёлые условия работы, т.к. надрез значительно ослабляет сечение и вызывает повышение напряжений от изгиба.

В настоящее время применяют испытания на ударный изгиб образцов с концентраторами. Образцы устанавливаются на двух опорах и подвергаются воздействию ударной нагрузки падающего маятника. Разрушение происходит в плоскости надреза, и поэтому форма надреза и его размеры влияют на склонность материала к хрупкому разрушению. Испытания на ударный изгиб регламентированы ГОСТом 9454-78, который предусматривает использование 20 типов образцов, различающихся как собственными размерами, так и размерами концентраторов при трёх видах надрезов (Рис. 2.1).

Тип Т соответствует концентратору, содержащему усталостную трещину, которую получают в вершине начального надреза при циклическом изгибе образца в одной плоскости.

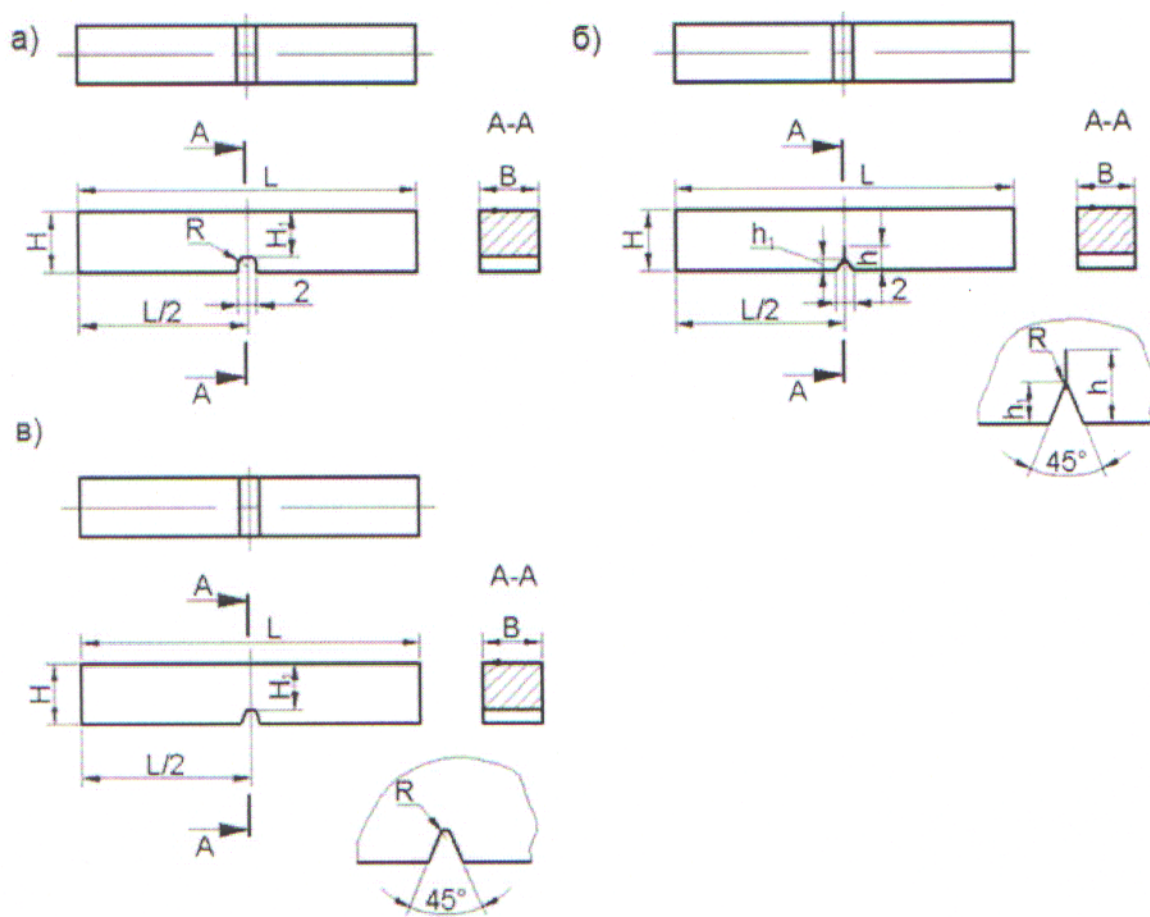


Рис. 2.1. Образцы с концентраторами

- а) концентратор вида U;
- б) концентратор вида Т (усталостная трещина);
- в) концентратор вида V.

### 2.1. Работа удара

Работу удара обозначают буквами (KU, KV или KT) и цифрами. Первая буква (K) - обозначает символ работы удара; вторая буква (U, V или T) - вид концентратора. Последующие цифры обозначают максимальную энергию удара маятника, глубину концентратора и ширину образца.

### 2.2. Ударная вязкость

Ударной вязкостью (KC) называется отношение работы (K), необходимой для разрушения образца, к площади поперечного сечения  $A_0$  в месте надреза. Вычисляется ударная вязкость по формуле:

$$KC = \frac{K}{A_0}, A_0 = H_1 \cdot B \quad (2.1)$$

где  $H_1$  - начальная высота рабочей части образца, м (см);

$B$  - начальная ширина образца, м (см).

$H_1$  и  $B$  измеряются с погрешностью не более 5 мм.

Значение  $KC$  записывается в протоколе с округлением до 1 Дж/см<sup>2</sup>, при  $KC > 10$  Дж/см<sup>2</sup> или до 0,1 Дж/см<sup>2</sup> при  $KC < 10$  Дж/см<sup>2</sup>.

Ударную вязкость обозначают сочетанием букв и цифр. Первые две буквы  $KC$  обозначают символ ударной вязкости, третья буква - вид концентратора; первая цифра - максимальная энергия удара маятника, вторая - глубина концентратора и третья - ширина образца. Например:

$KCT+100\ 150/3/7,5$  - ударная вязкость, определённая на образце с концентратором вида  $T$ , при температуре плюс 100 С°, максимальная энергия удара маятника 150 Дж, глубина концентратора 3 мм, ширина образца 7,5 мм.

Если испытания проводятся при комнатной температуре ( $t = 20 \pm 10$  С°), то температура в обозначениях не проставляется.

### 2.3. Размерность

1 кгс = 9,8 Дж

Килограмм-сила (кгс, kgf) — единица измерения силы. Определяется как сила, действующая на тело массой в 1 килограмм под воздействием стандартного ускорения свободного падения.

Килограмм-сила удобна тем, что вес получается численно равным массе, поэтому человеку легко представить, например, что такое сила 5 кгс.

1 кгс = 9,80665 ньютонов точно

1 Н  $\approx$  0,10197162 кгс

Раньше килограмм-силу обозначали кГ (kG), в отличие от килограмм-массы — кг (kg); аналогично грамм-силу обозначали Г (G), а грамм-массу — г (g).

### 3. ОБОРУДОВАНИЕ

Для работы в этой лабораторной работе применяются следующие клавиши:

W, S, A, D – для перемещения в пространстве;

F2, E – аналоги средней клавиши манипулятора (при первом нажатии берется объект, при последующем – ставится);

Ctrl – присесть;

Z – визуальное приближение.

F10 – выход из программы.

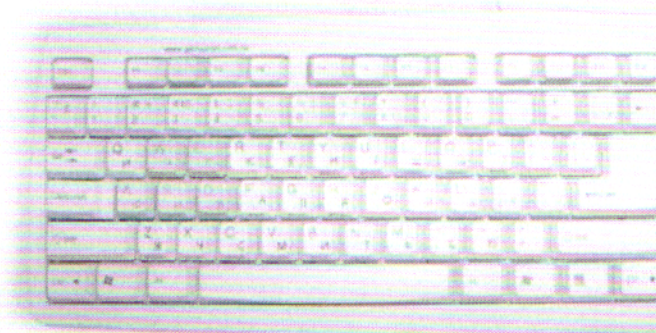


Рис. 3.1. Активные клавиши клавиатуры



Рис. 3.3. Функции манипулятора

Левая клавиша манипулятора (ЛКМ) – управление объектами (в режиме манипуляции).

Средняя клавиша манипулятора (СКМ) – взять (применить) объект (в режиме манипуляции). Также данная клавиша позволяет проводить ускоренную работу с некоторыми объектами (например, ускоренное закручивание (откручивание) рукоятки тормозного устройства).

Правая клавиша манипулятора (ПКМ) – переход в режим манипуляции (управление объектами), возврат в режим навигации (перемещение по сцене).

Примечание: При появившемся курсоре невозможно перевести взгляд вверх и стороны.

#### 3.1. Маятниковый копер МК-30А

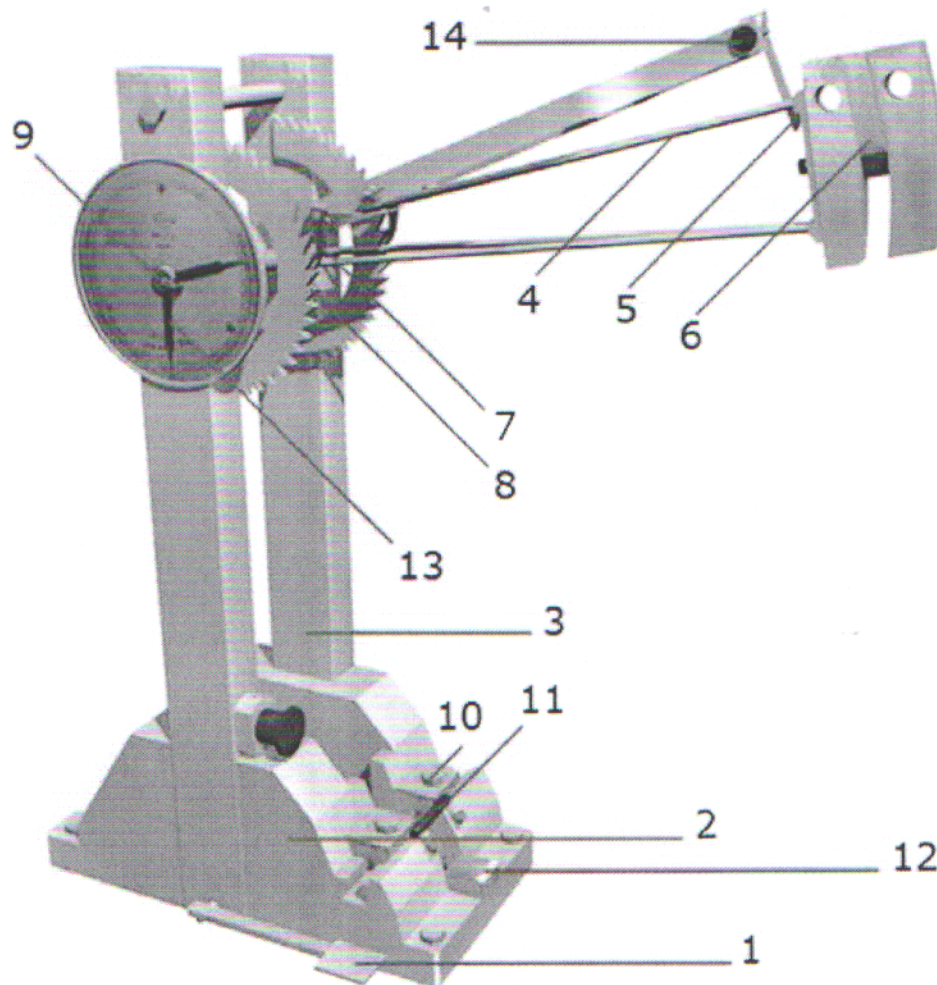


Рис. 3.2. Маятниковый копер МК-30А для испытаний на ударный изгиб

Копер состоит из чугунной станины в виде массивной плиты (2) с двумя вертикальными колоннами (3). В верхней части колонн на горизонтальной оси подвешен укрепленный в шарикоподшипниках маятник с грузом в виде стального плоского диска с вырезом (5), в котором закреплен стальной закаленный нож, служащий бойком при испытании. Внизу на уровне вертикально висящего маятника к колоннам станины прикреплены две стальные закаленные опоры (10), на которые помещают испытываемый образец (11). Под опорами между колоннами проходит тормозной ремень (12), который, прижимаясь к маятнику, качающемуся после удара, вызывает его торможение. Тормозной ремень приводится в действие при помощи педали (1).

Перед испытанием маятник поднимают на исходную высоту и удерживают его в этом положении защелкой (6). В копере МК-30А эта высота зависит от того, в каком положении установлена защелка подъемной рамы (7) в храповике.

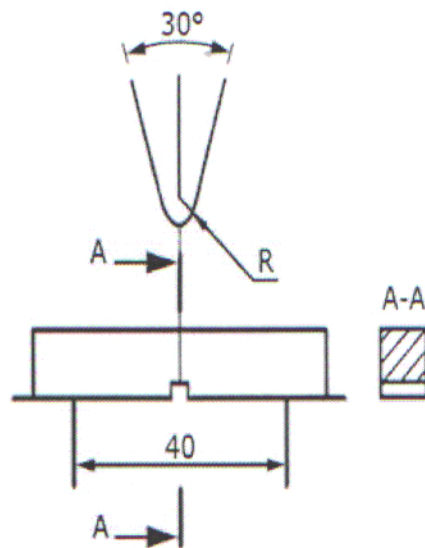


Рис 3.3. Опоры и нож маятника

При испытании образца маятник освобождается от защелки (6), падая, ударяет образец, разрушает его и взлетает на некоторый угол, которым и определяется работа, затраченная на разрушение образца. В копре на оси маятника жестко закреплен поводок (9). При прямом и обратном движении маятника поводок увлекает за собой соответственно одну или другую стрелку шкалы (13) и оставляет их в положении, фиксирующем нож, служащий бойком при испытании (Рис. 3.3). Внизу на уровне вертикально висящего маятника к колоннам станины прикреплены две стальные закаленные опоры (10), на которые помещают испытываемый образец (11). Под опорами между колоннами проходит тормозной ремень (12), который, прижимаясь к маятнику, качающемуся после удара, вызывает его торможение. Тормозной ремень приводится в действие педалью (1).

Маятниковые копры различаются максимальной энергией удара маятника: 4.9 (0.5); 9.8 (1,0); 49.0 (5.0); 98.0 (10.0); 147 (15); 294.0 (30) Дж (кГм).

При записи значения максимальной энергии удара маятника в джоулях следует округлять соответственно до 5; 10; 50; 100; 150 и 300 Дж.

Максимальная энергия удара маятника должна быть такой, чтобы значение работы удара составляло не менее 10 % от максимальной энергии удара применяемого маятника.

Скорость движения маятника в момент удара, погрешность градуировки шкал копра, требования к термостатам, обеспечивающим равномерное охлаждение или нагрев образца, термометры для измерения температуры контрольных образцов также регламентированы ГОСТом.

### 3.2. Стол с испытываемыми образцами

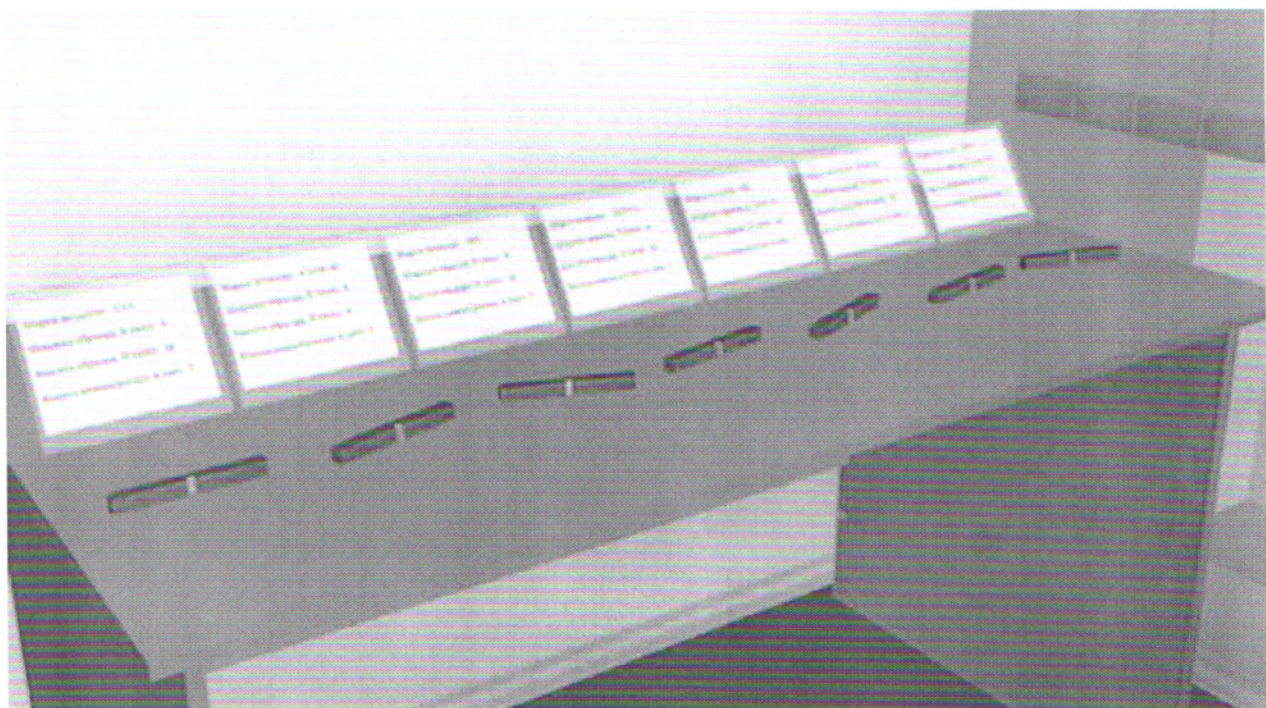


Рис. 4.1. Стол с ОБРАЗЦАМИ

#### 4. ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЯ

1. Разрушение образцов осуществляется на маятниковом копре (см. рис. 3.2). Один из испытуемых образцов, размеры которого предварительно измеряют, устанавливают на опоры (10) надрезом в противоположную сторону от ножа маятника.

2. При каждом испытании стрелку шкалы (13) устанавливайте в положение шкалы 0. (Другая стрелка будет автоматически соответствовать уровню подъема маятника с грузом).

3. Освобождение маятника производится с помощью рукоятки защелки (14). Маятник, пройдя нижнее положение и разрушив образец, поворачивает стрелку шкалы на угол, который соответствует энергии, сохранившейся в маятнике после разрушения образца.

Работа, затраченная на разрушение образца, будет равна разности энергии маятника до удара и после удара.

#### 5. ОТЧЕТ

Студент \_\_\_\_\_

Группа \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_

##### ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ НА УДАРНЫЙ ИЗГИБ

Марка копра \_\_\_\_\_

Максимальная энергия удара маятника при испытании \_\_\_\_\_

Скорость маятника в момент удара \_\_\_\_\_

Испытуемый материал \_\_\_\_\_

Таблица 5.1

Таблица для занесения данных отчета

№	Материал образца	Тип образца	Температура испытания, °С	Ширина образца, В	Высота образца, Н	Глубина концентратора, h	Высота рабочего сечения, Н1	Площадь поперечного сечения $S_0$ , см <sup>2</sup>	Работа удара К, Дж	Ударная вязкость КС, Дж/см <sup>2</sup>
	Ст.3	U	20	1	1	0,2	0,8	0,8	200	250

#### 6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое работа удара?
2. Что такое ударная вязкость?
3. Чем вызвана необходимость проведения испытаний на ударный изгиб?
4. Роль надреза в образцах при испытаниях на ударный изгиб.
5. Какие виды надрезов в образцах предусматривает ГОСТ?
6. Дайте пример обозначения работы удара.
7. Как обозначается ударная вязкость?
8. В каких случаях не указываются цифры в обозначении ударной вязкости?
9. Порядок проведения испытания.
10. Устройство и принцип действия маятникового копра.