

## **Раздел 7 Механические свойства, определяемые при динамических испытаниях**

### **Тема 1 Ударная вязкость (2 часа)**

План лекции

1. Основные образцы при динамических испытаниях.
2. Схема ударного изгиба на маятниковом копре.
3. Величина работы деформации и разрушения.
4. Ударная вязкость.
5. Способы повышения точности результатов динамических испытаний.
6. Схемы объемного растяжения.

### **Динамические испытания на изгиб образцов с надрезом**

При динамических испытаниях закон подобия не действует. Здесь необходима жесткая унификация образцов. Основным образцом служит стержень с квадратным сечением  $10 \times 10$  мм и длиной 55 мм (рисунок 14). Надрез наносится по середине длины. Он имеет ширину и глубину 2 мм и радиус закругления 1 мм. Возможно применение образцов той же длины и сечения, но с более глубокими надрезами (до 5 мм). Расстояние между опорами должно быть 40 мм. Изгибающий нож имеет сечение в виде треугольника с углом при вершине  $30^\circ$  и радиусом закругления 2,5 мм.

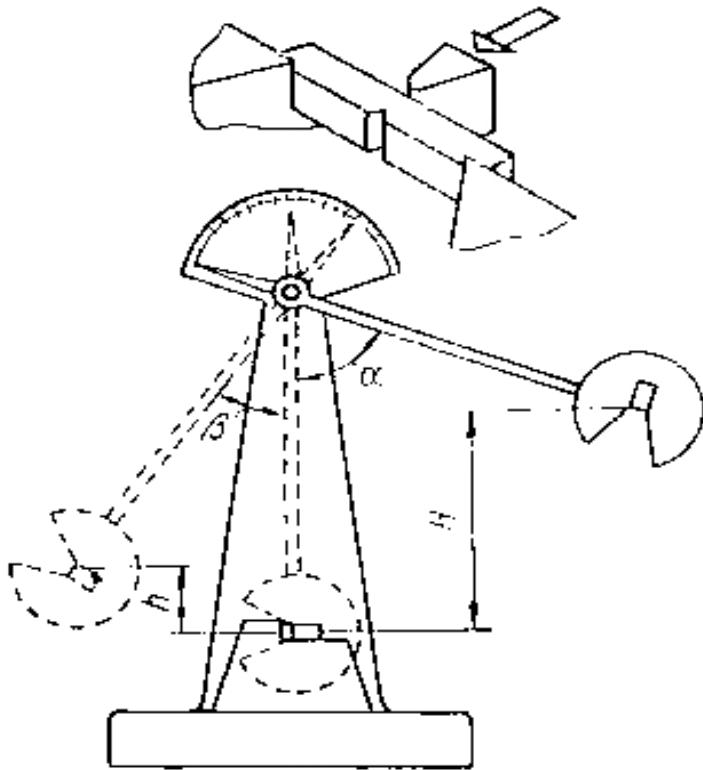


Рисунок 14 – Схема ударного изгиба на маятниковом копре

Испытания на изгиб проводятся на маятниковых копрах с предельной энергией, превышающей 900 Дж. При испытании образец кладут горизонтально в специальный шаблон, обеспечивающий установку надреза

строго в середине пролета между опорами. Удар наносят со стороны, противоположной надрезу, в плоскости, перпендикулярной продольной оси образца. Маятник копра закрепляется в исходном верхнем положении на высоте от 0,8 до 2,5 м, что соответствует скорости ножа маятника в момент удара от 4 до 7 м/с. По шкале фиксируется угол подъема маятника  $\alpha$ . Затем крепящую защелку вынимают, маятник свободно падает под собственной тяжестью, наносит удар по образцу, изгибает и разрушает его, поднимаясь относительно вертикальной оси копра на угол  $\beta$ . Этот угол тем меньше, чем большая работа  $A_h$  затрачена маятником на деформацию и разрушение образца.

Величина работы деформации и разрушения определяется разностью потенциальных энергий маятника в начальный (после подъема на угол  $\alpha$ ) и конечный момент испытания (после взлета на угол  $\beta$ ):

$$A_h = P(H-h),$$

где  $P$  – вес маятника;

$H$  и  $h$  – высоты подъема и взлета маятника.

Если длина маятника  $L$ , то

$$h=L(1-\cos\beta),$$

$$H=L(1-\cos\alpha),$$

и, следовательно,

$$A_h = PL(\cos\beta - \cos\alpha).$$

Последняя формула служит для расчета работы  $A_h$  по измеренным углам  $\alpha$  и  $\beta$  ( $P$  и  $L$  постоянны для данного копра). Шкала копра может быть проградуирована в единицах работы, если угол подъема маятника  $\alpha$  фиксирован.

Часть энергии удара затрачивается на сотрясение копра и фундамента, преодоление сопротивления воздуха, на трение в подшипниках, на упругую деформацию штанги маятника и др. В результате получаемые значения  $A_h$  оказываются завышенными на несколько процентов. Точность определения работы излома тем выше, чем меньше превышение запаса работы маятника над работой деформации и разрушения образца. Поэтому нужно стремиться, чтобы угол  $\beta$  после разрушения образца был небольшим.

Основная характеристика, получаемая в результате рассматриваемых испытаний – *ударная вязкость*:

$$a_h = A_h/F,$$

где  $F$  – площадь поперечного сечения образца в месте надреза до испытания.

Стандартная размерность ударной вязкости  $\text{кгс}\cdot\text{м}/\text{см}^2$  (1  $\text{кгс}\cdot\text{м}/\text{см}^2 \sim 100 \text{ МДж}/\text{м}^2$ ).

Ударные испытания можно проводить при отрицательных и повышенных температурах.

В массовых динамических испытаниях на изгиб образцов с надрезом ударная вязкость – единственная выходная характеристика испытания. Диаграмма деформации обычно не записывается, так как это сопряжено со значительными экспериментальными трудностями. Общее время испытания измеряется долями секунды, поэтому для фиксации зависимости нагрузки от деформации требуются малоинерционные чувствительные датчики быстродействующий прибор для записи диаграмм. Обычно используют пьезокварцевые динамометры и шлейфовые осциллографы.

При ударных испытаниях на изгиб образцов с надрезом напряжения и пластическая деформация концентрируются в ограниченной части объема образца вокруг надреза. Именно здесь поглощается практически вся работа удара. Повышение ударной вязкости материала часто сопровождается увеличением деформируемого объема в области надреза.

Возникновение схемы объемного растяжения, концентрация напряжений у надреза и рост предела текучести в результате ускорения деформации создают благоприятные условия для хрупкого разрушения.

При расчете ударной вязкости полную работу деформации разрушения относят к площади поперечного сечения  $F$  в надрезе. При испытании стандартных образцов величина  $F$  постоянна и, следовательно, ударная вязкость прямо пропорциональна полной работе  $A_h$ . Поскольку в разных материалах или при различных температурах испытания пластически деформируются разные объемы, то при одинаковых значениях  $A_h$  получаются разные величины удельной работы (в расчете на единицу объема). Ударная вязкость же в этом случае оказывается одинаковой. Таким образом, характеристика ударной вязкости  $a_h$  является условной и это необходимо учитывать при сопоставлении разных материалов.

#### Рекомендуемая литература

1. Золотаревский В.С. Механические свойства металлов. – М.: Металлургия, 1998. – 306 с.
2. Бернштейн М.Л., Займовский В.А. Механические свойства металлов. – М.: Металлургия, 1979. – 496 с.
3. Костин П.П. Физико-механические испытания металлов, сплавов и неметаллических материалов. – М.: Машиностроение, 1990. – 296 с.
4. Эпштейн Г.Н., Кайбышев О.А. Высокоскоростная деформация и структура металлов. М.: Металлургия, 1971. – 200 с.
- 5 Шарай О.А., Куликов В.Ю., Шарый В.И. Учебное пособие по курсу «Механические свойства материалов», КарГТУ, 2004.

#### Контрольные задания для СРС (тема 1) [1], [2], [12]

1. Особенности пластической деформации и разрушения при динамическом нагружении.
2. Структура метла при динамическом нагружении.
3. Динамические испытания на растяжение.
4. Динамические испытания на сжатие.

5. Динамические испытания на кручение.
6. Динамические испытания при сверхвысоких скоростях.
7. Динамическое кручение.