

Механические свойства металлов.

Испытания



В зависимости от условий нагружения механические свойства могут определяться при:

1. статическом нагружении – нагрузка на образец возрастает медленно и плавно.
2. динамическом нагружении – нагрузка возрастает с большой скоростью, имеет ударный характер.
3. повторно, переменном или циклическим нагружении – нагрузка в процессе испытания многократно изменяется по величине или по величине и направлению.

Для получения сопоставимых результатов образцы и методика проведения механических испытаний регламентированы ГОСТами.

Статические испытания

Статические испытания осуществляются при медленном возрастании нагрузок. Основным видом испытаний является *испытание на растяжение* (ГОСТ 1497-84) позволяющее определить прочность и пластичность материала по кривой растяжения образцов с рабочей поверхностью в виде цилиндра или стержня прямоугольного сечения.

l_0 и d_0 - начальные расчетные длина и диаметр;

l_k и d_k - конечная расчетная длина и диаметр в месте разрыва.

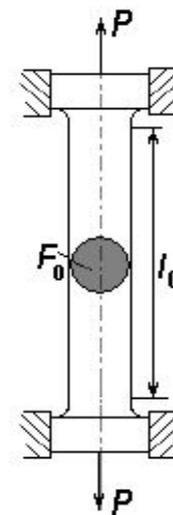
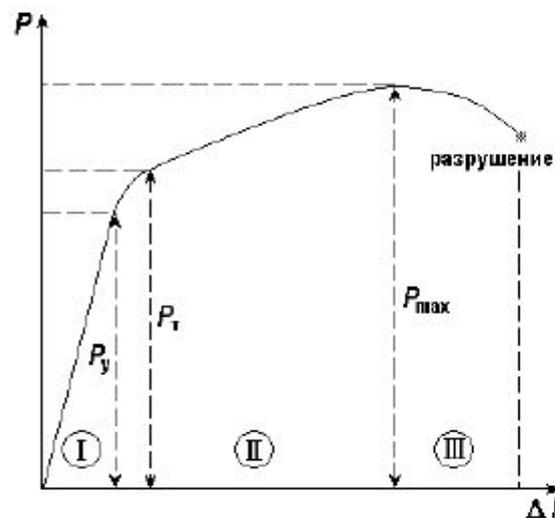
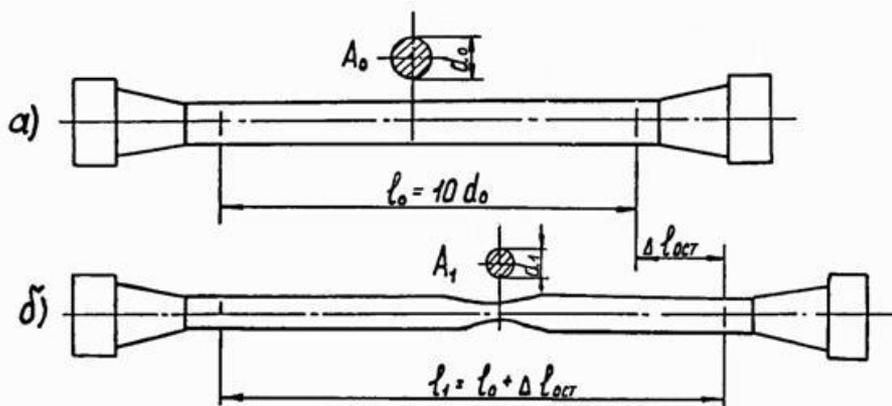
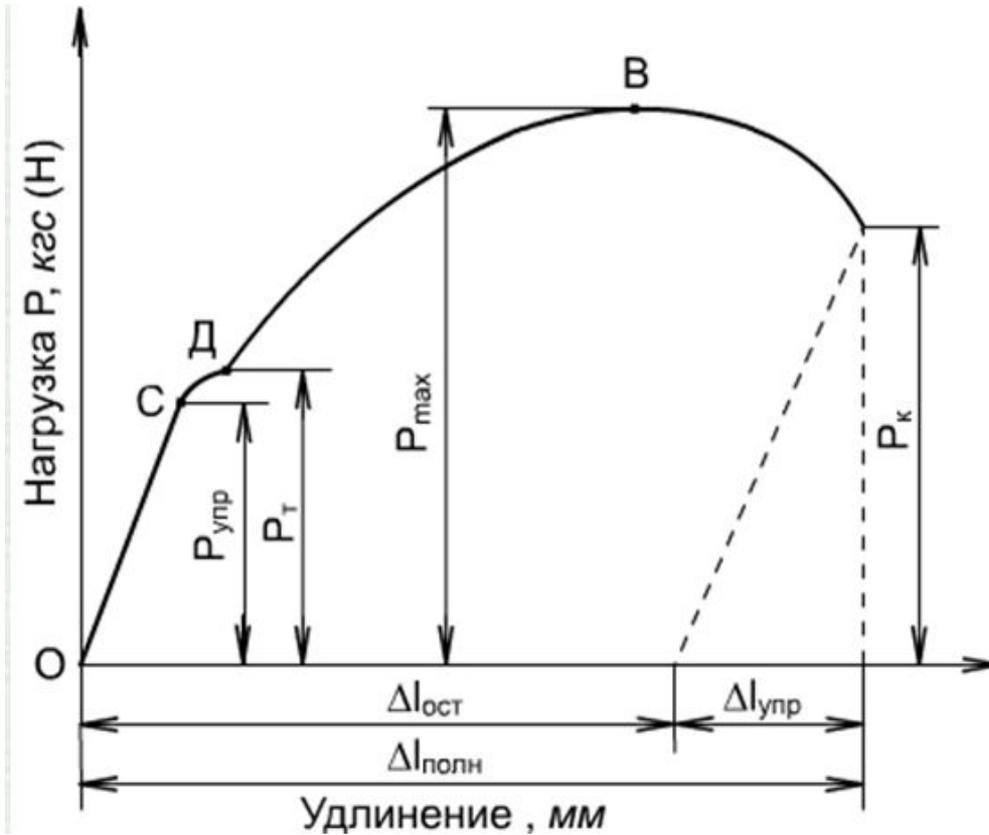


Диаграмма растяжения малоуглеродистой стали.



- P - растягивающая нагрузка;
- P_T - нагрузка текучести;
- P_k - нагрузка разрушения;
- P_{max} - максимальная нагрузка;
- l - деформация образца (удлинение);

К показателям прочности относят:

предел текучести σ_m , МПа, - наименьшее напряжение, при котором материал деформируется без заметного изменения нагрузки

$$\sigma_T = P_T / A_0,$$

где P_T - нагрузка текучести;

A_0 - площадь поперечного сечения образца;

условный предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа, - напряжение, при котором остаточное удлинение равно 0,2% от начальной расчетной длины

$$\sigma_{0,2} = P_{0,2} / A_0,$$

где $P_{0,2}$ - нагрузка текучести;

A_0 - площадь поперечного сечения образца;

временное сопротивление (предел прочности) σ_B , МПа, - напряжение, соответствующее максимальной нагрузке (начало образования шейки на образце при растяжении):

$$\sigma_B = P_{\max} / A_0,$$

где P_{\max} - максимальная нагрузка ;

A_0 - площадь поперечного сечения образца;

истинное сопротивление разрыву S_K , МПа, - напряжение, соответствующее нагрузке:

$$S_K = P_K / A_K,$$

где P_K - нагрузка разрушения;

A_K - площадь поперечного сечения образца в

месте разрыва.

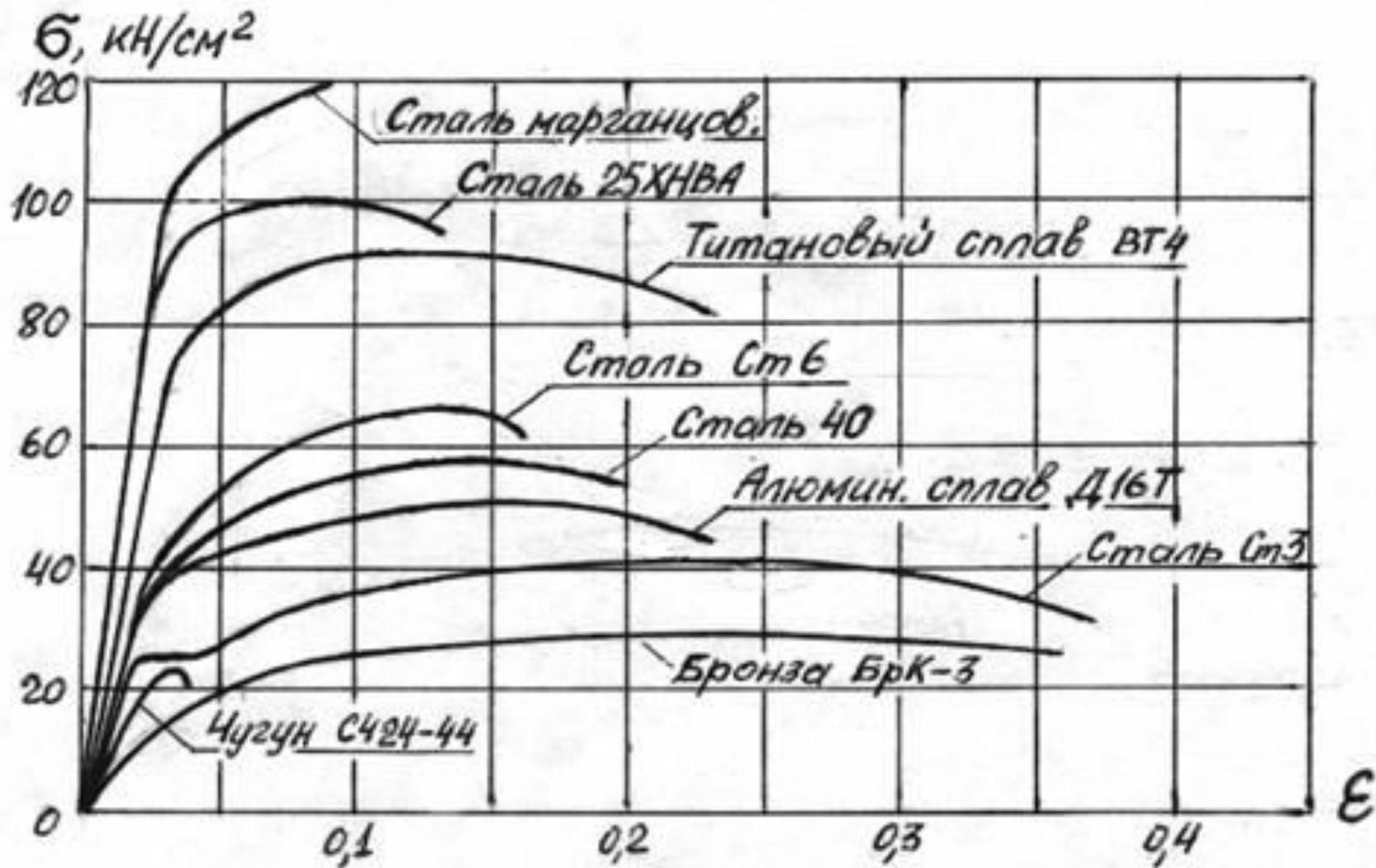
Показатели пластичности определяются по размерам образца до и после испытаний:

относительное удлинение после разрыва $\delta, \%$, - отношение приращения длины образца после разрыва к первоначальной длине :

$$\delta = (\Delta l / l_0) * 100\%;$$

относительное сужение $\psi, \%$, - отношение уменьшения площади сечения образца в месте разрыва к начальной площади поперечного сечения:

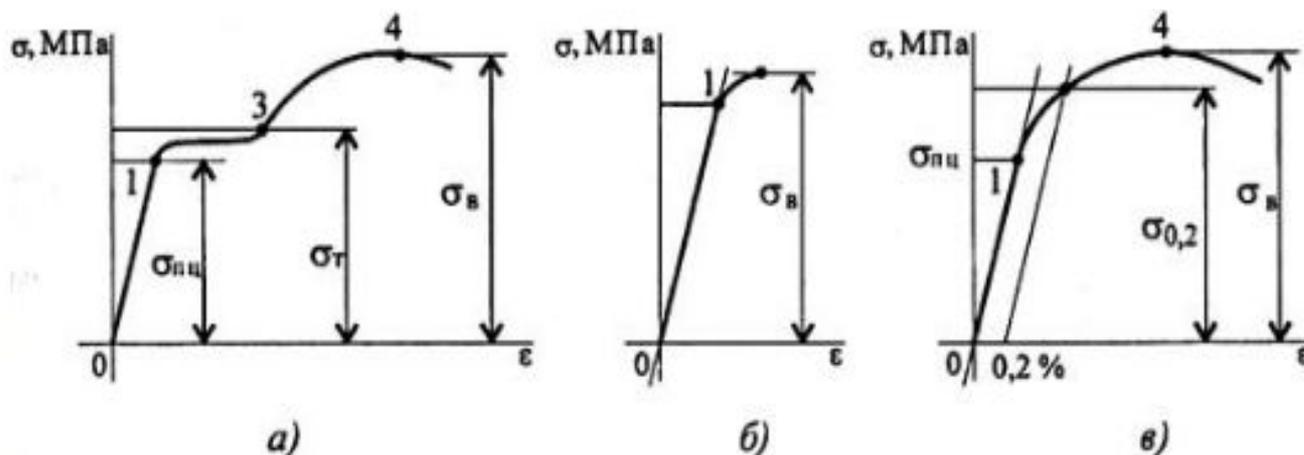
$$\psi = ((A_0 - A_K) / A_0) * 100\%.$$

P_1 P_1 1
1
F

К первой группе относят *пластичные материалы*, эти материалы имеют на диаграмме растяжения *площадку текучести* (диаграммы первого типа)

Ко второй группе относятся *хрупкие материалы*, эти материалы *мало деформируются*, разрушаются по хрупкому типу. На диаграмме нет площадки текучести

К третьей группе относят *материалы, не имеющие площадки текучести*, но значительно деформирующиеся под нагрузкой, их называют *пластично-хрупкими*.



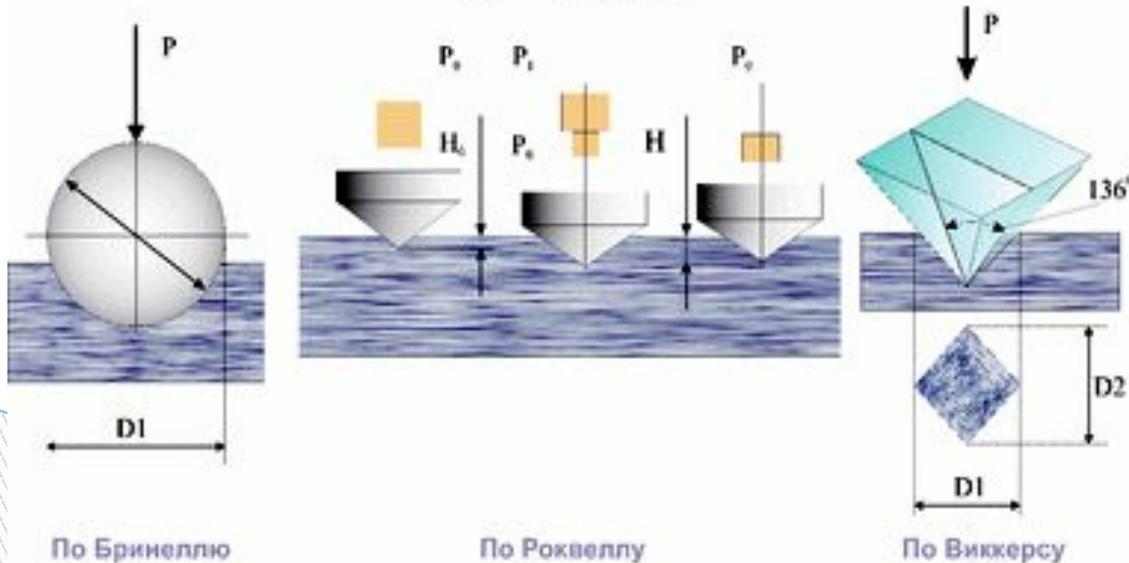
Методы определения твердости.

Величину твердости определяют путем внедрения в исследуемое тело более твердого тела, которое называется *индентором*.

Это неразрушающий метод контроля.

О твердости судят либо по глубине проникновения индентора (метод Роквелла), либо по величине отпечатка от вдавливания (методы Бринелля, Виккерса, микротвердости).

$$P = P_0 + P_1$$



Измерение твердости по Бринеллю ГОСТ 9012-59

□ Метод заключается во вдавливании стального шарика диаметром D под действием нагрузки P , приложенной в течении определенного времени. После снятия нагрузки измеряют диаметр отпечатка d , остающийся на поверхности образца.

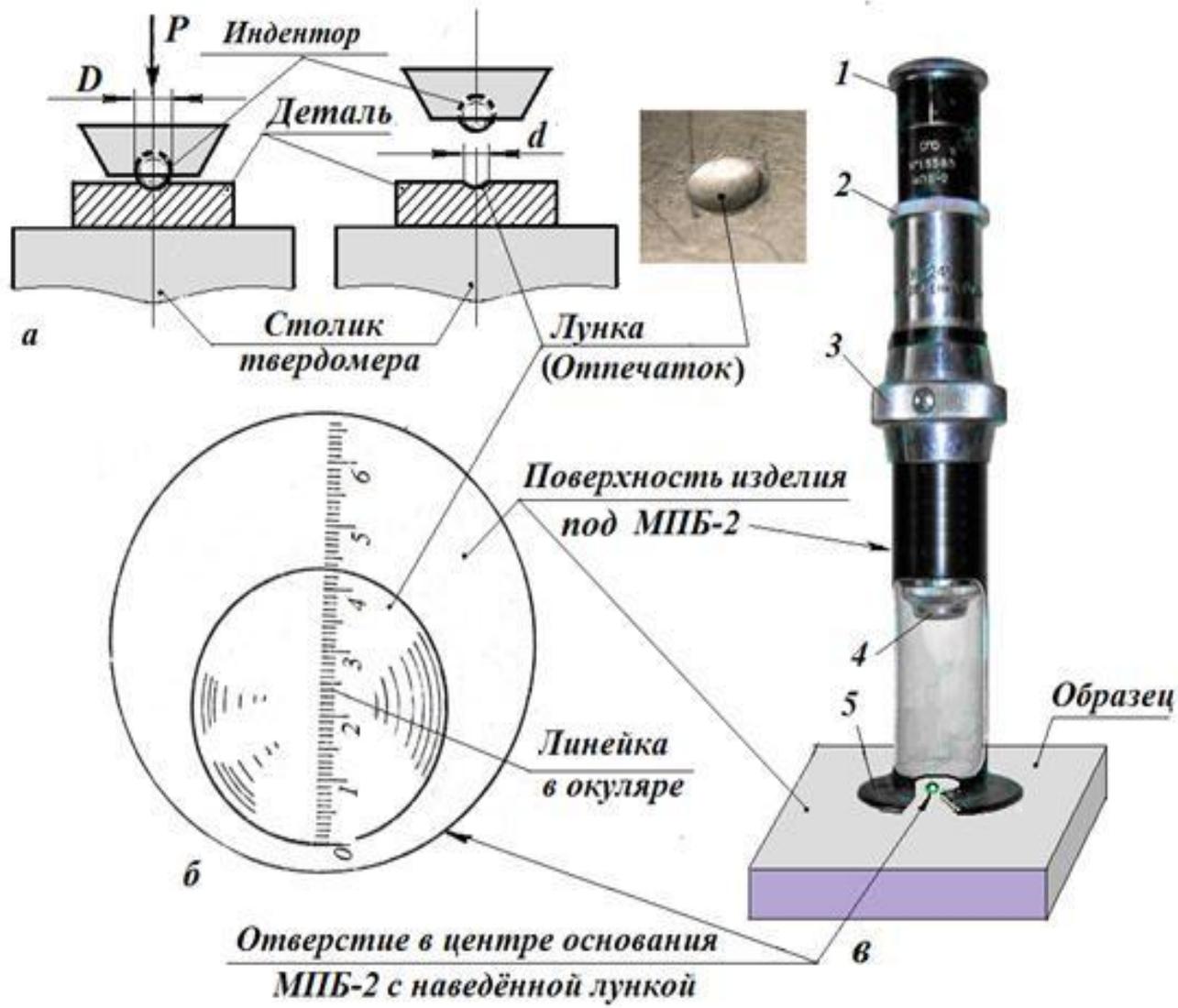
Индентор—стальной закаленный шарик диаметром D , равный 2,5; 5; 10 мм.

Нагрузка от 500 до 3000(кгс)

Время выдержки под нагрузкой 10,30 или 60секунд.

Число твердости по Бринеллю(НВ)—отношение нагрузки к площади поверхности сферического отпечатка

$$HB = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$



Измерение твердости по Роквеллу ГОСТ 9013-59

Индентор – шарик закаленный стали диаметром 1,58 мм(для испытаний металлов малой и средней твердости) или алмазный конус с углом при вершине 120° (для испытаний твердых сталей).

Конус или шарик вдавливают двумя последовательными нагрузками:

- предварительной $P_0 = 100\text{Н}$;
- общей $P = P_0 + P_1$, где P_1 – основная нагрузка.



Измерение твердости по Роквеллу

ГОСТ 9013-59

Обозначение твердости	Индентор (Наконечник)	Шкала индентора	Основная нагрузка
HRC	алмазный	C	1400Н
HRA	конус	A	500Н
HRB	стальной шарик	B	90Н

Шкала «С» используется для испытания твердых сплавов, твердого тонкого листового материала. Предельные числа твердости *HRC* 70...85.

Шкала «А» используется для испытания сплавов, прошедших термическую обработку. Предельные числа твердости *HRA* 20...67.

Шкала «В» используется для испытания металлов средней твердости. Предельные числа твердости *HRB* 20...50.

Определение твердости по Виккерсу ГОСТ 2999-75

Сущность метода Виккерса заключается во вдавливании в образец правильной четырехгранной алмазной пирамидки с квадратным основанием и углом между противоположными гранями 136° .

Под действием статической нагрузки (49...980Н) за 10...60с пирамидка внедряется в образец.

Твердость определяют по величине диагонали отпечатка (d).

$$HV=(1,8544F)/d^2.$$

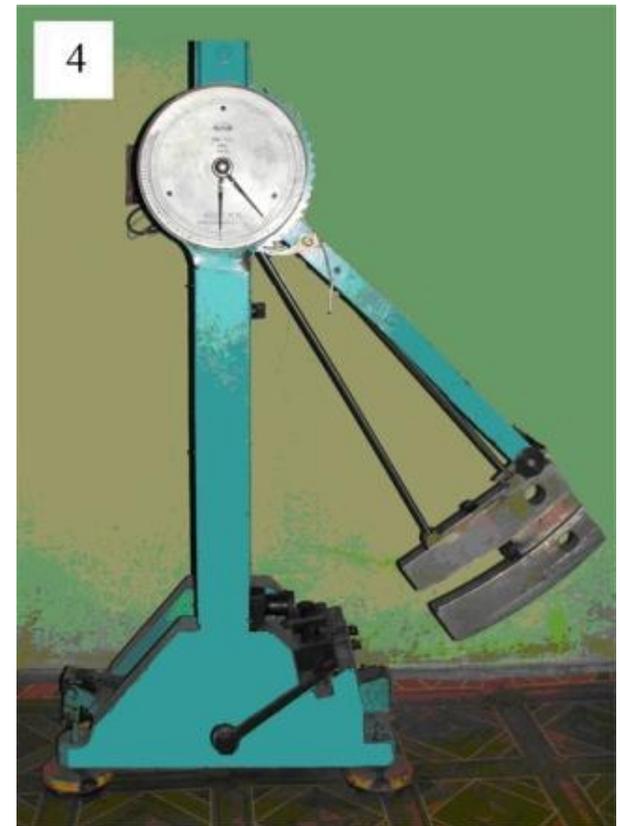
Определение высокой твердости (при нагрузке 980 Н), и низкой твердости (при нагрузке 49 Н).



Испытания на ударную вязкость ГОСТ 9454-78

Динамические *испытания на ударный изгиб* выявляют склонность материала к хрупкому разрушению.

Испытания основаны на ударном разрушении образца с концентратором напряжений на маятниковом копре.



Испытания на ударную вязкость ГОСТ 9454-78

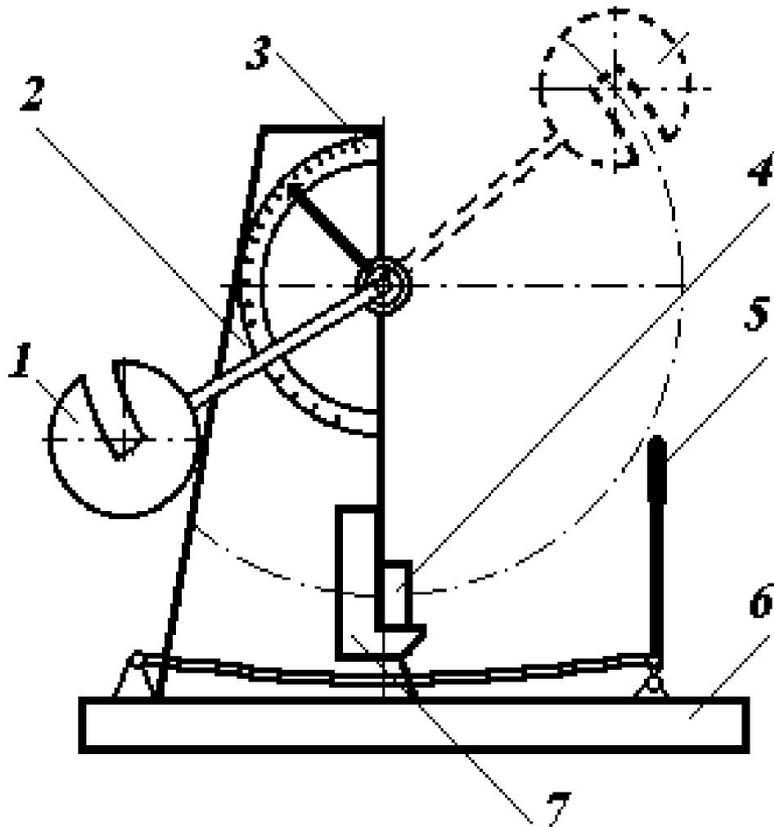


Рис. Схема маятникового копра:

- 1 - нож;
- 2 - стойка;
- 3 - шкала;
- 4 - образец;
- 5 - ручной тормоз;
- 6 - основание;
- 7 - опоры

Испытания на ударную вязкость ГОСТ 9454-78

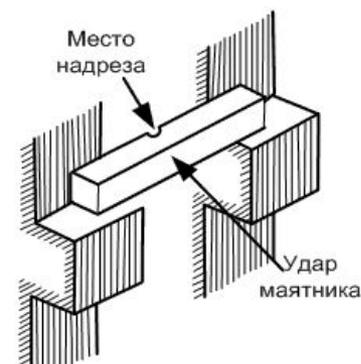
Ударная вязкость , Дж/см² - отношение работы разрушения образца (E) к площади его поперечного сечения (S_0):

$$K_C = E/S_0.$$

Образцы с наличием надрезов определенной формы с концентраторами напряжений: с U-образным надрезом, с V-образным надрезом, Т-образным надрезом.

Величина ударной вязкости обозначается *KCU, KCV, KCT*.

Удар наносят посередине образца маятником весом P и длиной L со стороны, противоположной надрезу



ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ МЕТАЛЛОВ

Увеличение прочности металла при сохранении достаточной пластичности и вязкости повышает надежность и долговечность машин (конструкций) и понижает расход металла на их изготовление вследствие уменьшения сечения деталей машин.

Принято различать *техническую* и *теоретическую прочность* металлов.

Техническую прочность определяют значением описанных выше свойств: предел прочности, предел текучести, удлинение, ударная вязкость, твердость и т.д..

Под теоретической прочностью понимают сопротивление деформации и разрушению, которое должны были бы иметь материалы согласно физическим расчетам с учетом сил межатомного взаимодействия и предположения, что два ряда атомов одновременно смещаются относительно друг друга под действием напряжения сдвига.

Повышение прочности достигается:

- 1) созданием металлов и сплавов с бездефектной структурой;
- 2) повышением плотности дефектов (в том числе и дислокаций), затрудняющих движение дислокаций.

Спасибо за внимание!

