



Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования

**Кубанский государственный
технологический университет**

Материаловедение.

Технология конструкционных материалов

Лектор:

к.т. н., доцент кафедры материаловедения и автосервиса
Кубанского государственного технологического университета
Арефьева Светлана Александровна

e-mail: materialoved@inbox.ru

Тел: (861-2) 200-94-57

«ПЛАСТИЧЕСКАЯ ДЕФОРМАЦИЯ. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВ»

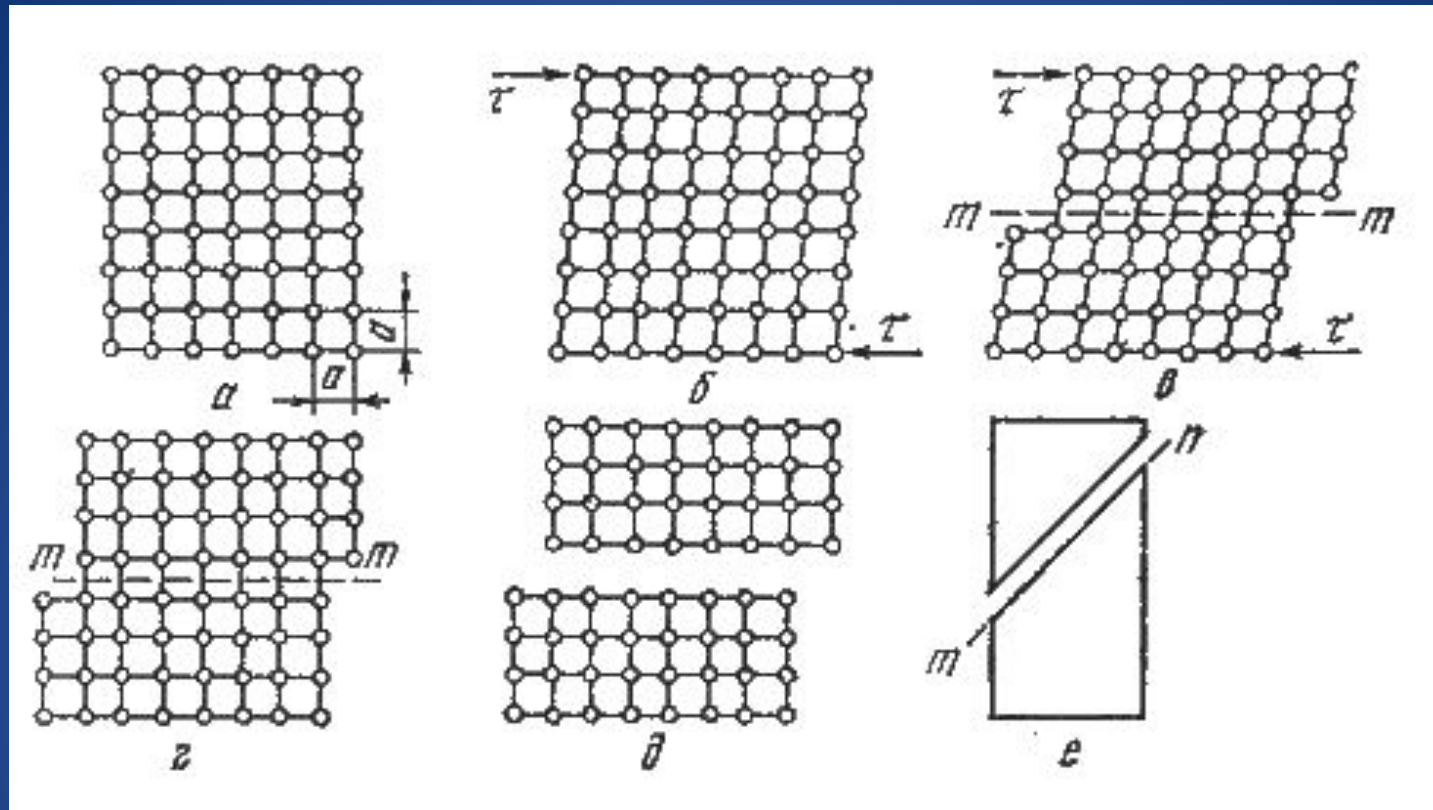
ПЛАН ЛЕКЦИИ

1. Упругая и пластическая деформация.
2. Холодная и горячая пластическая деформация. Наклеп.
3. Определение механических свойств металлов.

1. УПРУГАЯ И ПЛАСТИЧЕСКАЯ ДЕФОРМАЦИЯ.

Деформацией называется изменение формы и размеров тела под действием приложенных сил.

- **Упругой** называется деформация, влияние которой на форму, структуру и свойства тела устраняется после прекращения действия внешних сил.
- **Пластической** называется деформация, сохраняющаяся после прекращения действия внешних сил.



Схемы упругой и пластической деформации металла

а) первоначальный кристалл

б) упругая деформация

в) увеличение упругой и появление пластической деформации

г) сдвиг (после сдвига сохранилась остаточная деформация)

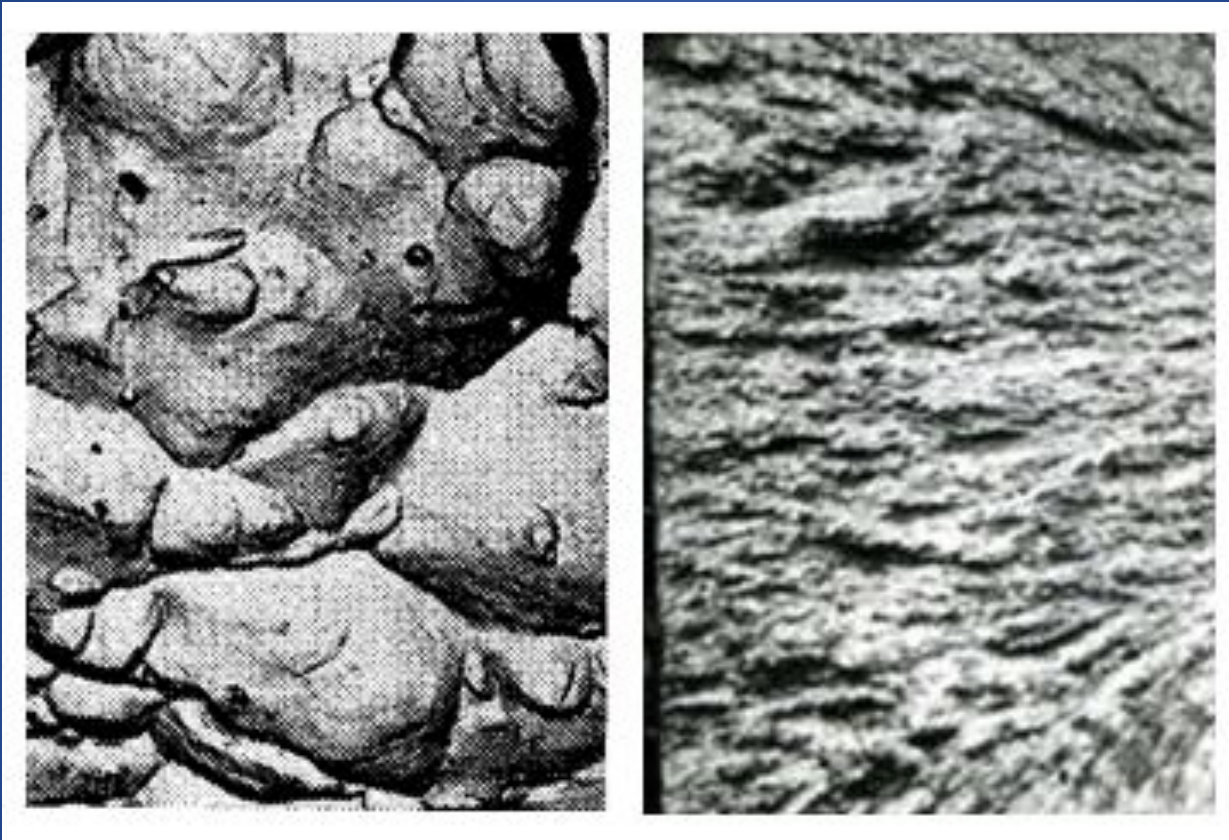
д) разрушение

РАЗРУШЕНИЕ МЕТАЛЛОВ

Под разрушением понимают процесс зарождения и развития в металле трещин, приводящий к его разделению на части.

- Для **хрупкого разрушения** характерна острая, часто ветвящаяся трещина. Величина зоны пластической деформации в устье трещины мала. Скорость распространения хрупкой трещины велика - близка к скорости звука (внезапное, катастрофическое разрушение).
- Для **вязкого разрушения** характерна тупая раскрывающаяся трещина. Величина пластической зоны впереди трещины велика. Малая скорость распространения трещины.

Характер разрушения можно определить по излому



вязкое разрушение
(излом чашечный)

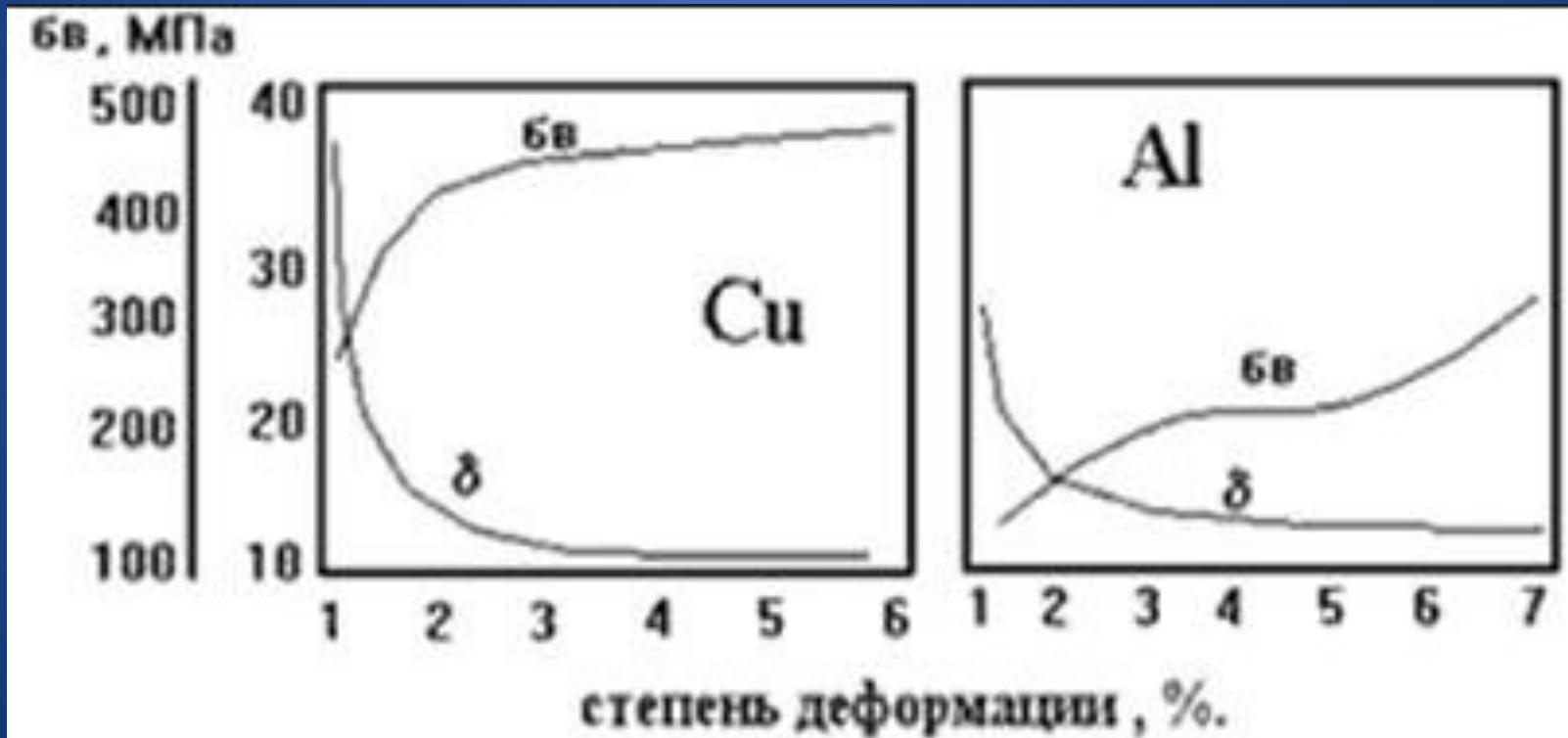
хрупкое разрушение
(излом ручьистый)

2. ХОЛОДНАЯ И ГОРЯЧАЯ ПЛАСТИЧЕСКАЯ ДЕФОРМАЦИЯ. НАКЛЕП.

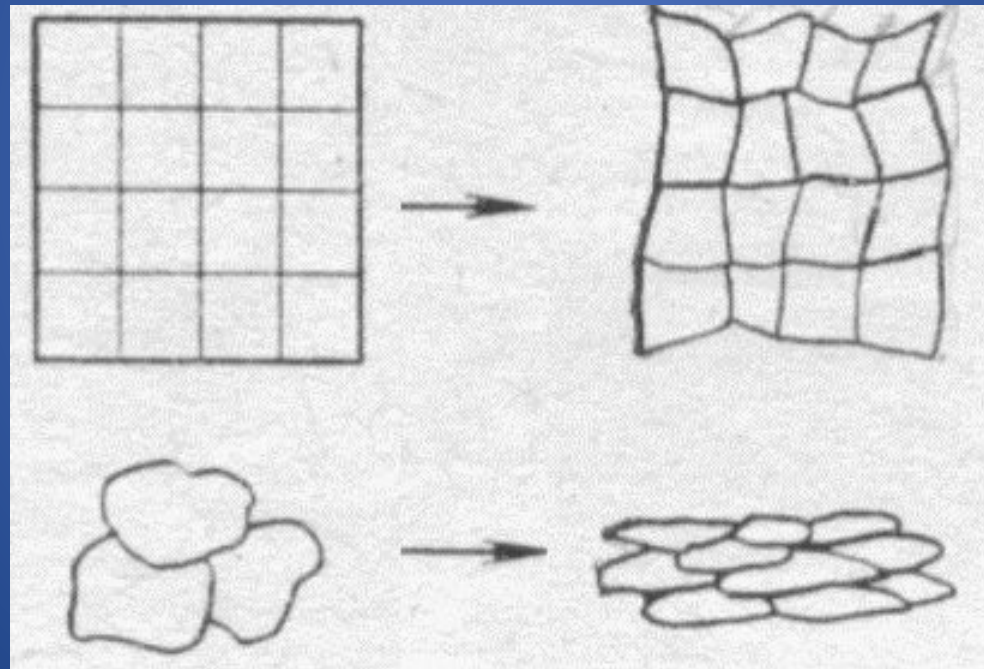
Прочность – способность материала сопротивляться деформациям и разрушению.

Пластичность - способность материала без разрушения изменять свои размеры и форму под воздействием внешней нагрузки и сохранять эти изменения после прекращения ее действия.

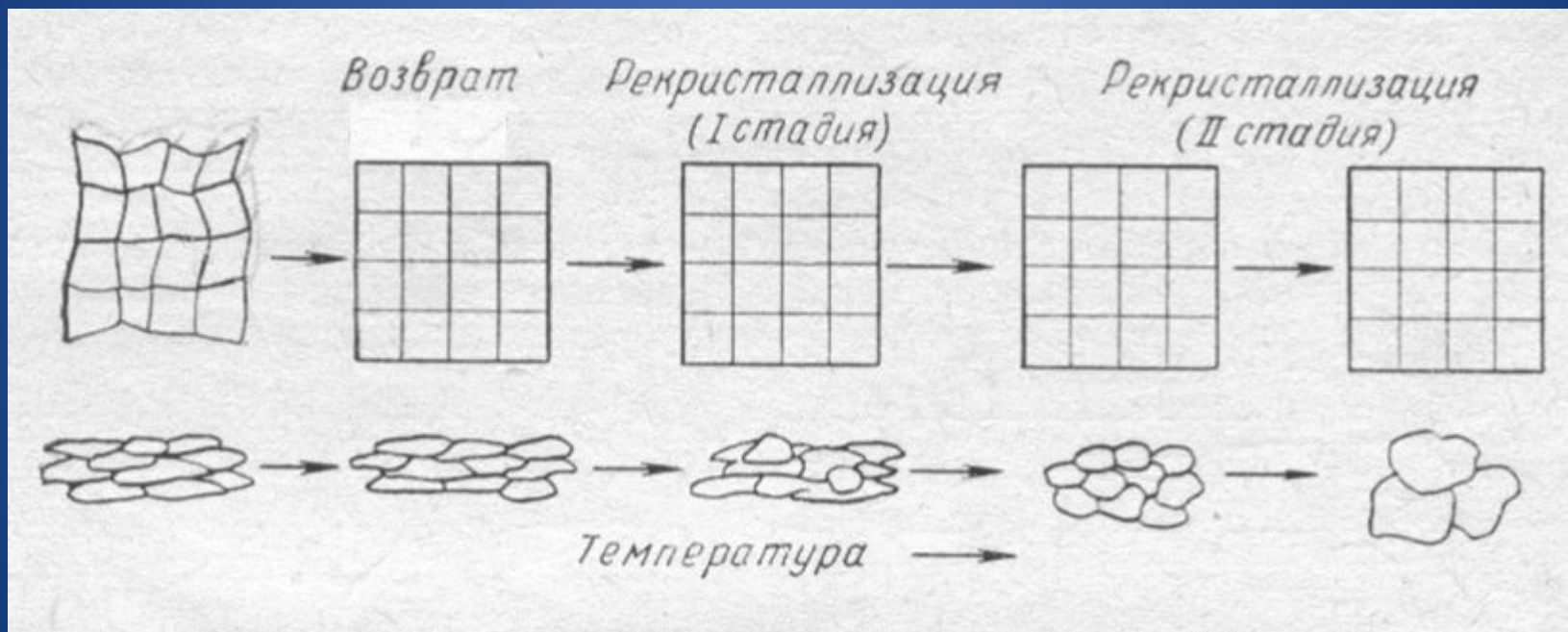
С увеличением степени деформации характеристики пластичности и вязкости уменьшаются, а прочностные характеристики и твердость увеличиваются.



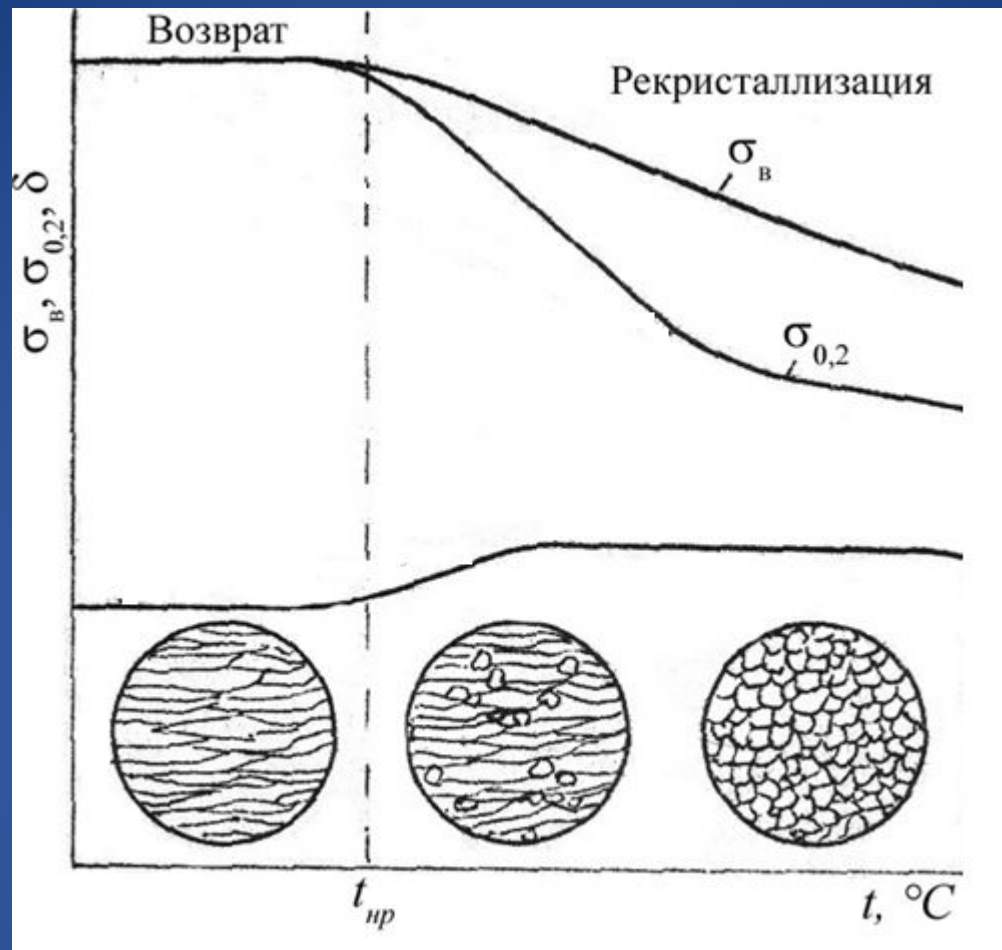
Совокупность явлений, связанных с изменением механических, физических и других свойств металлов в процессе пластической деформации называют деформационным упрочнением или **наклепом**.



В процессе нагрева после пластической деформации диффузия атомов увеличивается и начинают действовать процессы разупрочнения, приводящие металл в более равновесное состояние – *возврат* и *рекристаллизация*.



Рекристаллизация – процесс зарождения и роста новых недеформированных зерен при нагреве наклепанного металла до определенной температуры.



Наименьшую температуру, при которой протекает рекристаллизация и происходит разупрочнение металла, называют *температурным порогом рекристаллизации*.

Для технически чистых металлов эта температура приблизительно составляет 0,4 Тпл., для сплавов (0,5-0,6) Тпл.

Холодной деформацией называют деформацию, которую проводят при температуре ниже температуры рекристаллизации.

Холодная деформация сопровождается наклепом.

Горячей деформацией называют деформацию, которую проводят при температуре выше температуры рекристаллизации.

При горячей деформации упрочнение непрерывно чередуется с процессом разупрочнения.

Горячую деформацию в зависимости от состава сплава обычно проводят при температурах $(0,7-0,75) T_{пл}$.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕТАЛЛОВ.

Механические свойства определяют поведение материала при деформации и разрушении.

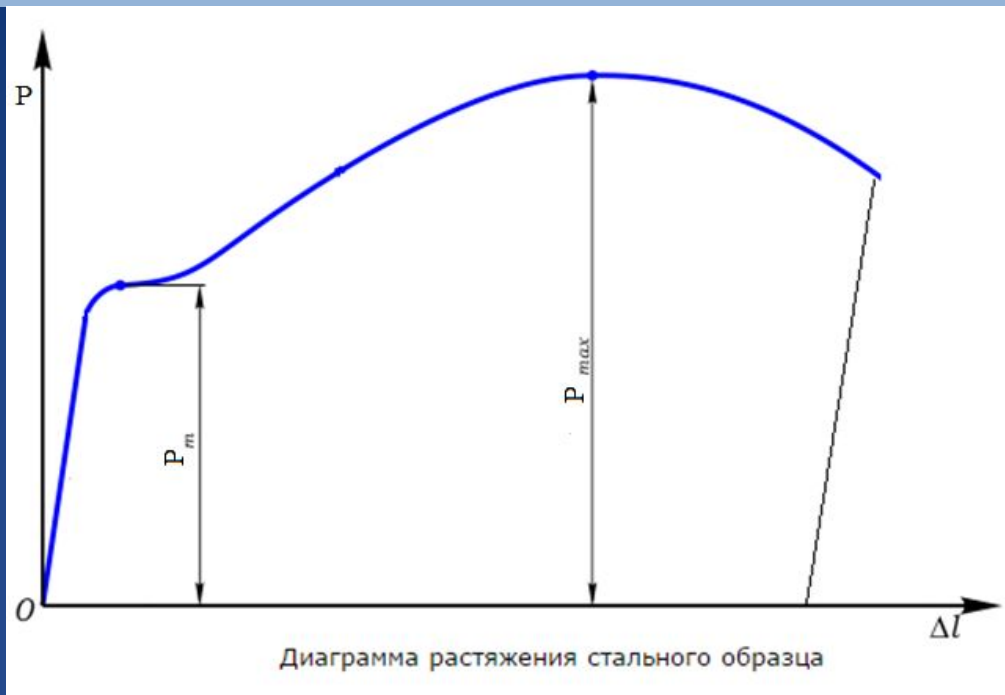
В зависимости от условий нагружения механические свойства могут определяться при:

1. статическом нагружении – нагрузка на образец возрастает медленно и плавно (на растяжение, сжатие, изгиб, кручение).
2. динамическом нагружении – нагрузка возрастает с большой скоростью, имеет ударный характер (на ударный изгиб).
3. переменном или циклическом нагружении – нагрузка в процессе испытания многократно изменяется по величине или по величине и направлению (испытания на усталость).

1. Статистическое нагружение. Испытание на растяжение (ГОСТ 1497-84).



*Универсальная испытательная
машина Fritz Heckert*



$$\sigma_{0,2} = \frac{P_{0,2}}{F_0} \text{ (МПа)}$$

$$\sigma_B = \frac{P_{max}}{F_0} \text{ (МПа)}$$

$$\delta = \frac{l_k - l_0}{l_0} \times 100 \text{ (\%)}$$

- **Предел текучести условный.** Напряжение, при котором пластическая деформация образца достигает 0,2% от начальной рабочей длины образца.
- **Временное сопротивление.** Напряжение, соответствующее наибольшему усилию, предшествующему разрыву образца.
- **Относительное удлинение.** Отношение приращения расчетной длины образца ($l_k - l_0$) после разрушения к начальной расчетной длине l_0 , выраженное в процентах.

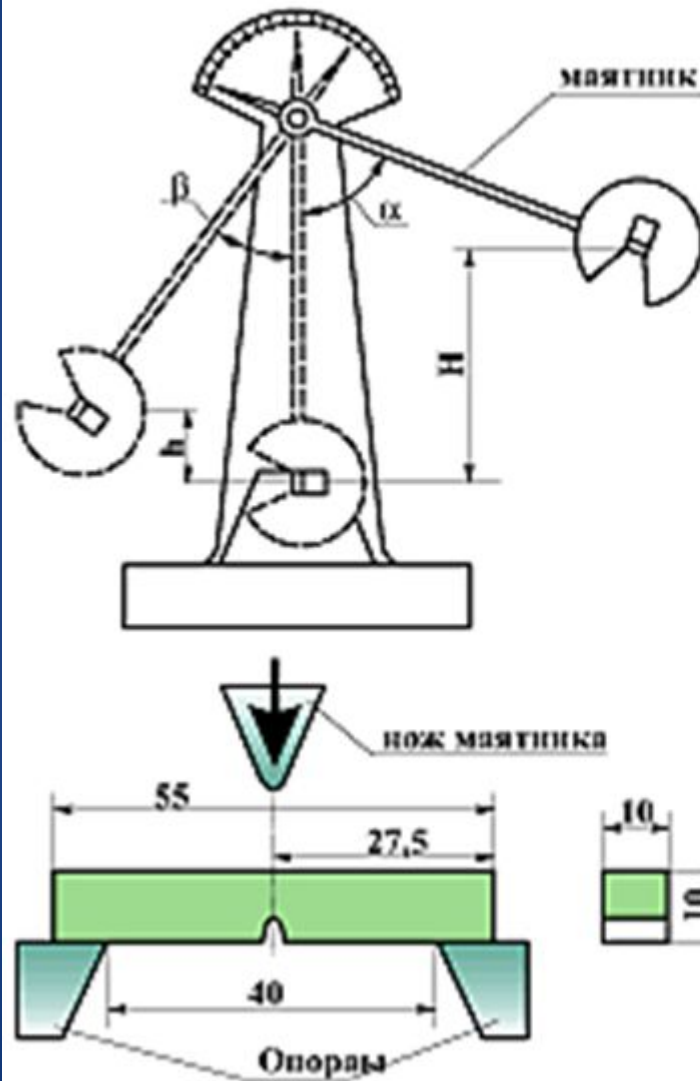
2. Динамическое нагружение. Испытание на ударный изгиб (ГОСТ 9454-78).



**Маятниковый копер Time
JB-W500**

Испытания на ударный изгиб

Схема испытаний




Ударная вязкость


$$K_C = \frac{K}{F} \text{ (МДж/м}^2\text{)}$$

K - работа удара, затраченная на пластическую деформацию и разрушение образца;

F - площадь поперечного сечения образца в месте надреза до испытания.

Виды концентраторов на образце

U - образный надрез  КСУ

V - образный надрез  КСВ

надрез с трещиной  КСТ

Испытания на ударный изгиб

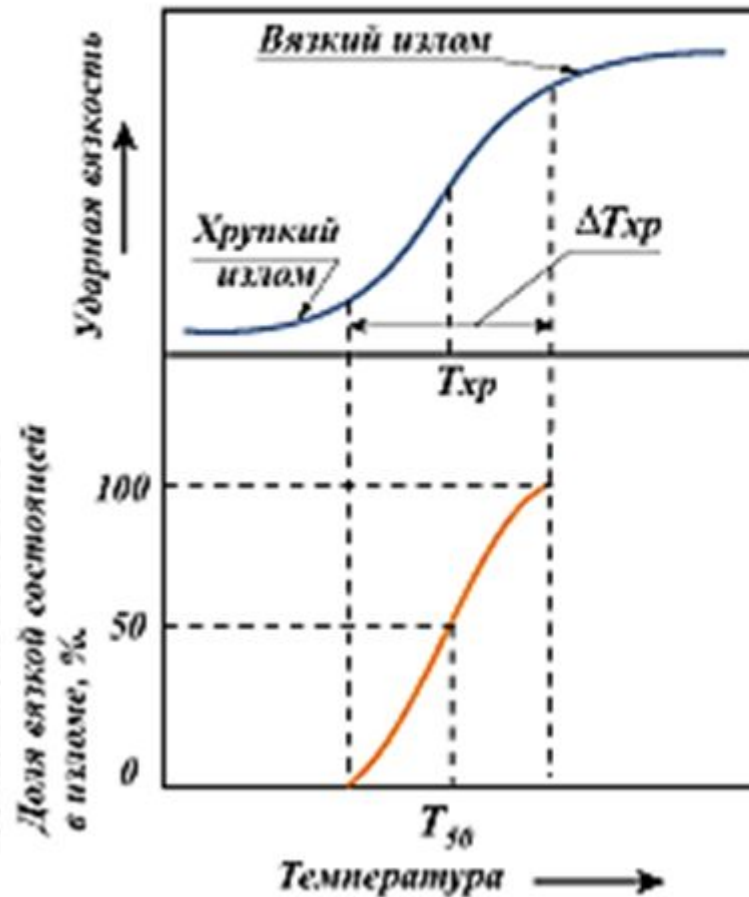
Составляющие ударной вязкости

$$KС = KС_3 + KС_p$$

$KС_3$ - работа зарождения трещины

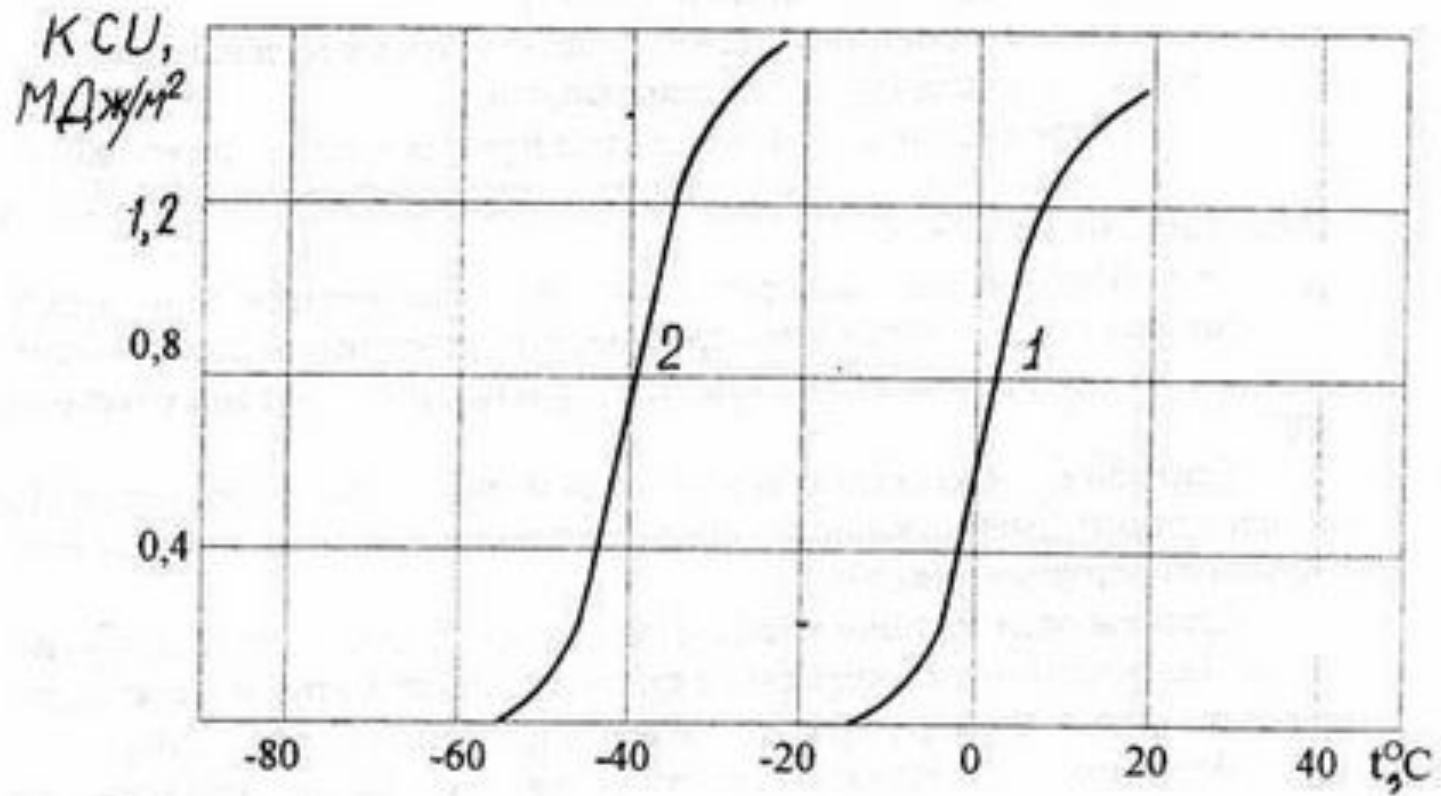
$KС_p$ - работа распространения трещины

Порог хладоломкости



$\Delta T_{хр}$ – температурный интервал перехода от вязкого разрушения к хрупкому

T_{50} – порог хладоломкости, соответствующая наличию 50% вязкой составляющей в изломе



Влияние величины зерна на порог хладноломкости стали 40:
1 – зерно 50... 100 мкм; 2 – зерно 2... 10 мкм

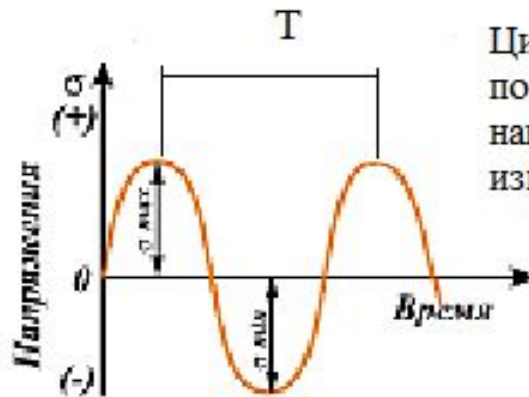
3. Механические свойства при переменных (циклических) нагрузках.

Испытание на усталость (ГОСТ 25.502-79)

- *Усталость* – процесс постепенного накопления повреждений материала под действием переменных напряжений, приводящий к изменению свойств, образованию трещин, их развитию и разрушению.
- *Выносливость (усталостная прочность)* – свойство металла противостоять усталости.

Испытание на выносливость

Схема нагружения - изгиб с вращением

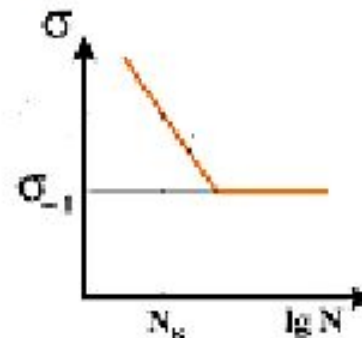


Цикл напряжений- совокупность последовательных значений напряжений за один период их изменения

Разрушение при усталости (схема)



Кривая усталости



σ_{-1} - предел выносливости - максимальное по абсолютному значению напряжение цикла, при котором еще не происходит усталостное разрушение

ИЗНАШИВАНИЕ МЕТАЛЛОВ

Изнашивание – процесс отделения материала с поверхности твердого тела и (или) увеличения его остаточной деформации при трении, проявляющийся в постепенном изменении размеров и формы тела.

Износостойкость – свойство материала оказывать сопротивление изнашиванию.

Виды механического изнашивания:

- абразивное,
- гидроабразивное,
- газоабразивное,
- кавитационное,
- усталостное
- и пр.



ТВЕРДОСТЬ МЕТАЛЛОВ

Спасибо за внимание