

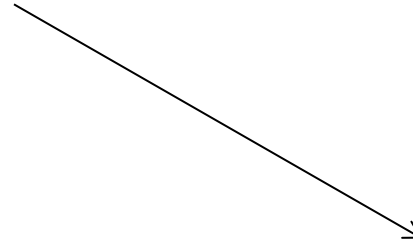
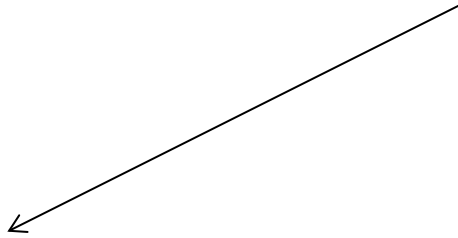
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ В ИССЛЕДОВАНИИ КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ

МОДУЛЬ 2. МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТВЕРДЫХ ТЕЛ

Лекция 11.

Виды деформации твердых тел. Упругая и пластическая деформация. Виды статического и динамического нагружения. Растяжение, сжатие, трех и четырех точечный изгиб, знакопеременный изгиб, ударная вязкость, ползучесть материалов. Разрывные машины. Определение ударной вязкости материалов. Порог хладноломкости. Источники ошибок при прочностных испытаниях

Деформация – это изменение формы и размеров тела под действием напряжений.



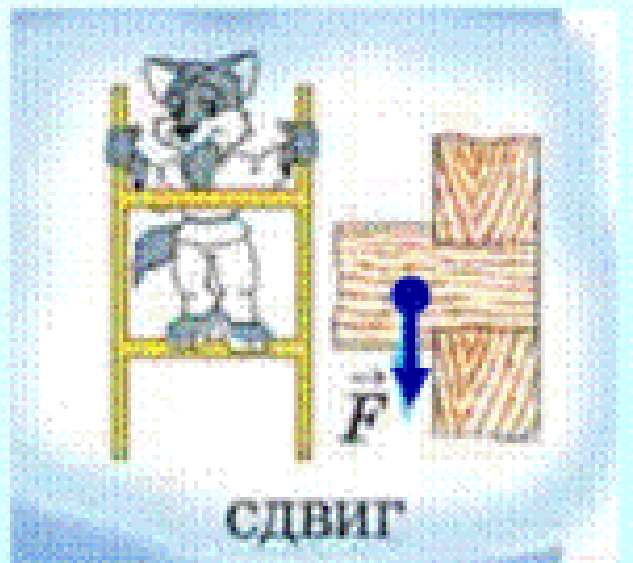
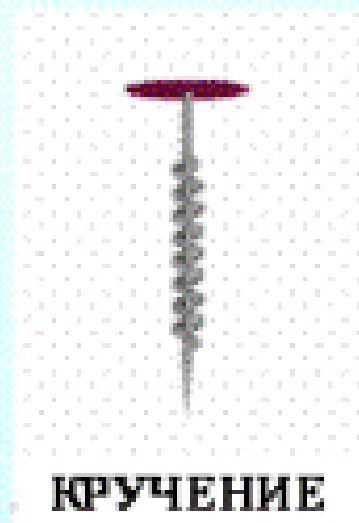
Упругая деформация — деформация, исчезающая после прекращения действий на тело внешних сил. При этом тело принимает первоначальные размеры и форму.



Пластическая или **остаточная** деформация - деформация после прекращения действия вызвавших ее напряжений.



Виды упругих деформаций



Статическое и динамическое нагружение

Статическая нагрузка – нагрузка, которая весьма медленно возрастает от нуля до своего конечного значения, после чего остается неизменной в течение длительного промежутка времени.



Динамическая нагрузка – нагрузка, которая сопровождается ускорением частиц рассматриваемого тела или соприкасающихся с ним деталей.



Примером **статической** нагрузки или статического действия нагрузки может послужить действие подвешенного на цепи груза.

Это действие остается статическим, если груз будет подниматься цепью с **постоянной** скоростью.

Но тот же груз, поднимаемый цепью с **ускорением**, будет действовать на цепь **динамически**.



динамические нагрузки



Ударная нагрузка (удар) – нагружение, при котором ускорения частиц тела резко изменяют свою величину за очень малый промежуток времени (внезапное приложение нагрузки).

Повторно-переменное (циклическое) нагружение – нагрузки, меняющиеся во времени по величине (а возможно и по знаку).

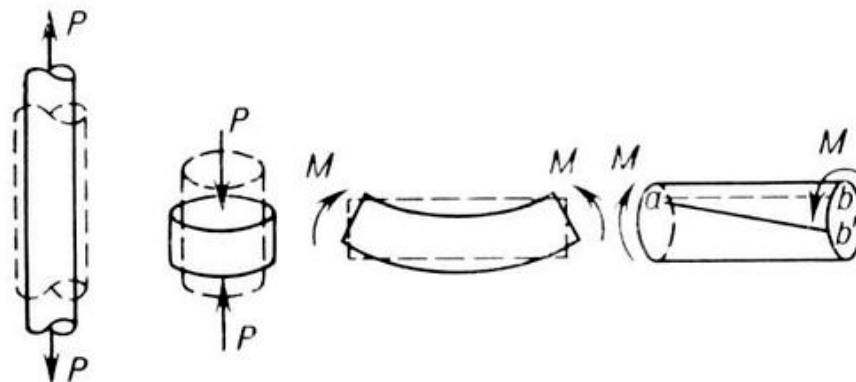
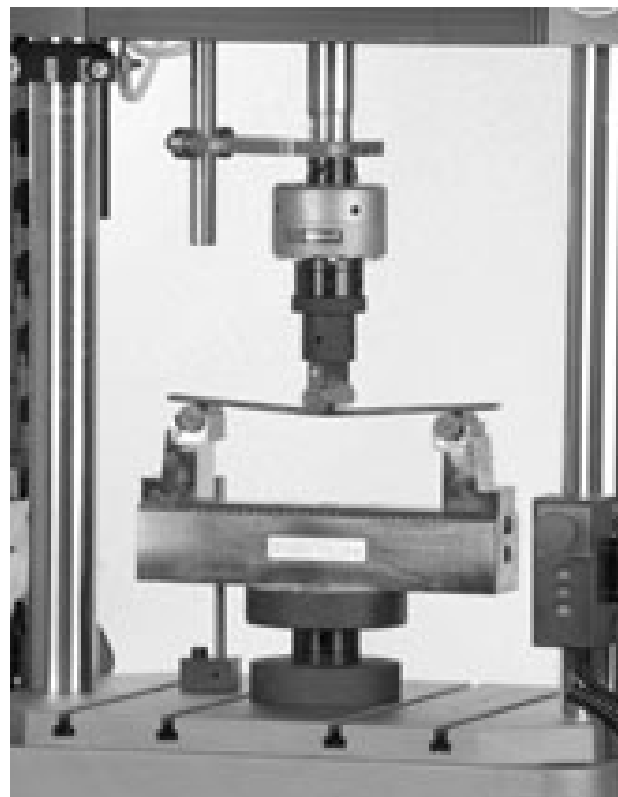
Воздушную нагрузку на самолет в горизонтальном и криволинейном установившемся полете обычно рассматривают как **статическую**.

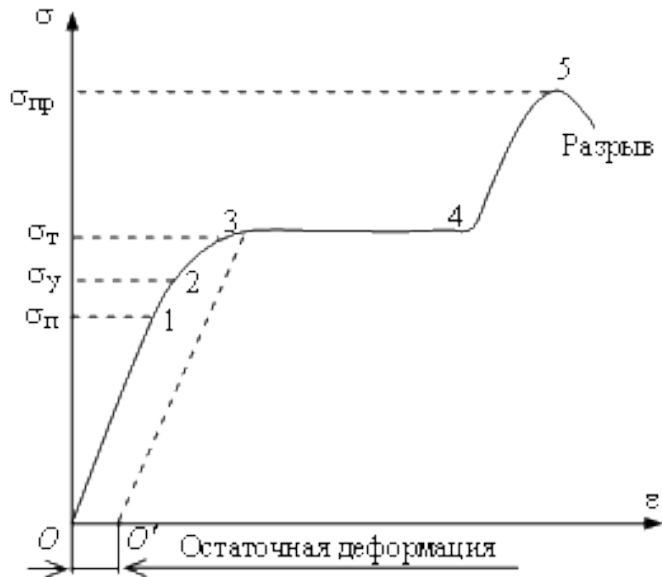


Динамическое нагружение конструкции самолета происходит, например, в момент касания взлетно-посадочной полосы, при полете в турбулентной атмосфере.



Растяжение – сжатие - изгиб





Растяжение - сжатие — это наиболее простой вид продольной деформации стержня или бруса, возникающий в том случае, если нагрузка к нему прикладывается по его продольной оси (равнодействующая сил, воздействующих на него, нормальна поперечному сечению стержня и проходит через его центр масс).

На **участке 0–1** график имеет вид прямой, проходящей через начало координат. Деформация является упругой и выполняется закон Гука, согласно которому нормальное напряжение пропорционально относительному удлинению. Максимальное значение нормального напряжения $\sigma_{п}$, при котором еще выполняется закон Гука, называют пределом пропорциональности.

При дальнейшем увеличении нагрузки зависимость напряжения от относительного удлинения становится нелинейной (**участок 1–2**), хотя упругие свойства тела еще сохраняются. Максимальное значение $\sigma_{у}$ нормального напряжения, при котором еще не возникает остаточная деформация, называют пределом упругости.

Увеличение нагрузки выше предела упругости (**участок 2–3**) приводит к тому, что деформация становится остаточной.

Затем образец начинает удлиняться практически при постоянном напряжении (**участок 3–4**). Это явление называют текучестью материала. Нормальное напряжение $\sigma_{т}$, при котором остаточная деформация достигает заданного значения, называют пределом текучести.

При напряжениях, превышающих предел текучести, упругие свойства тела в известной мере восстанавливаются, и оно вновь начинает сопротивляться деформации (**участок 4–5**).

сжатие

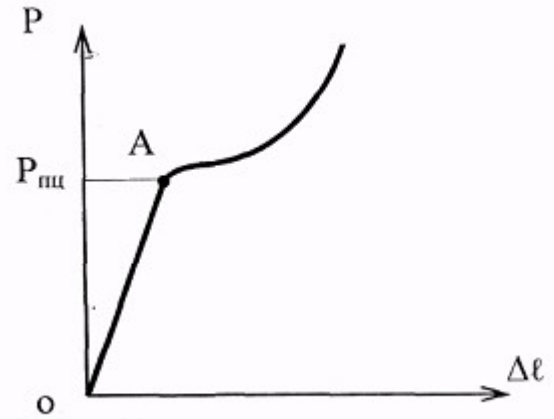
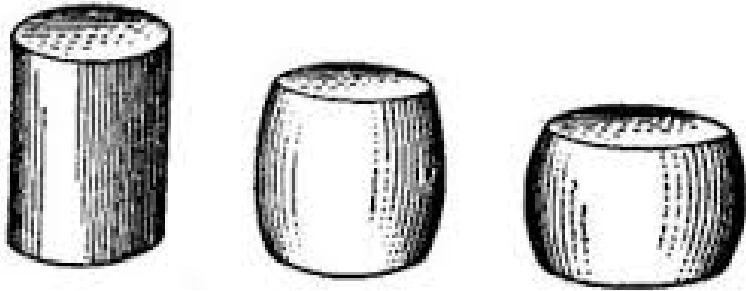
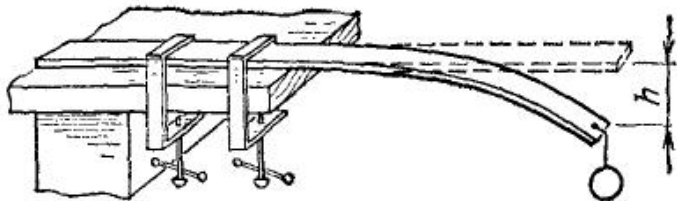
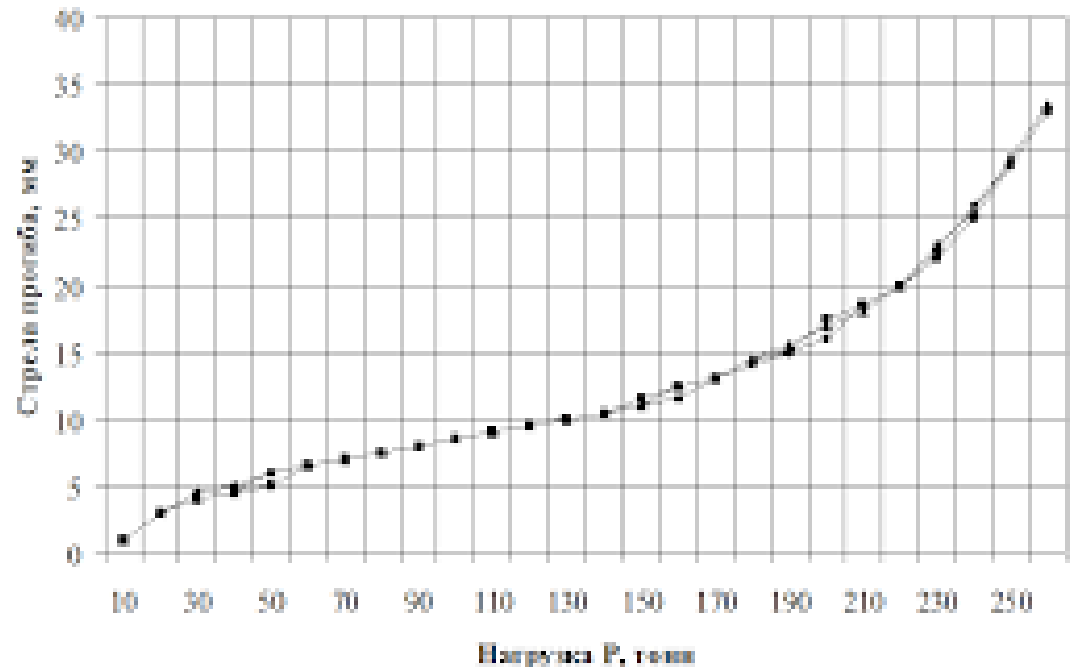


Рис.2. Типичная диаграмма сжатия стального образца

изгиб



h – стрела прогиба



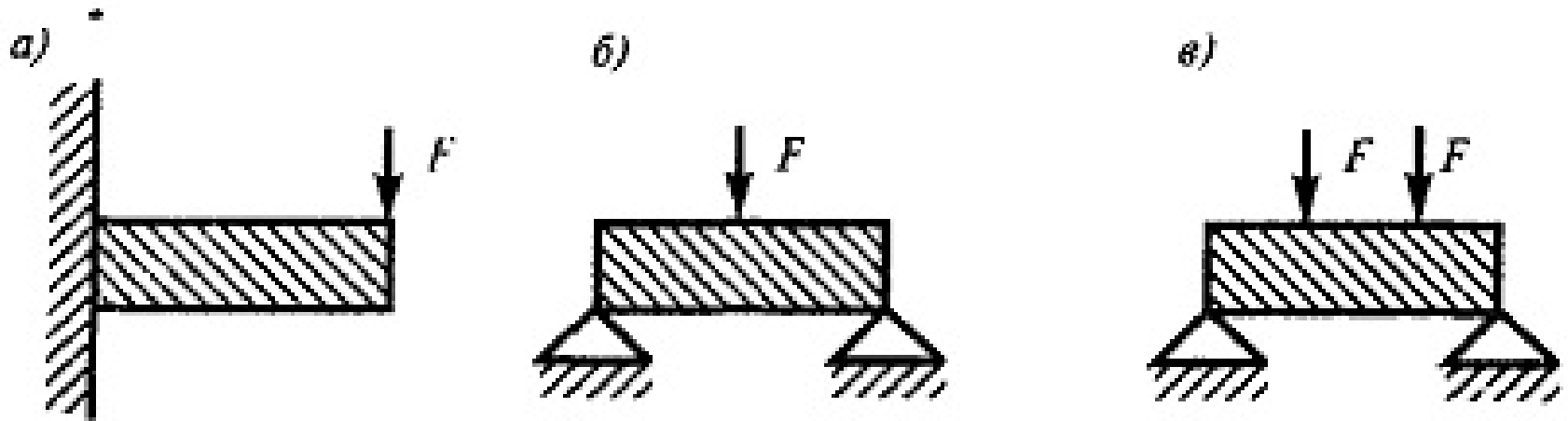
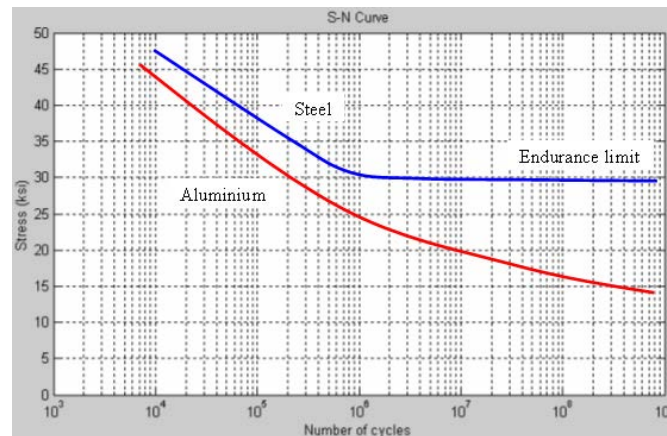


Рис. 4.5. Схемы испытаний образцов горных пород на изгиб:
а — консольной балки; б — трехточечная; в — четырехточечная

При изгибе консольной балки получаются наименее надежные результаты в силу возникновения значительной концентрации напряжений в месте ее закрепления.

Наиболее надежные результаты получаются при испытании уна четырехточечный изгиб, так как в этом случае концентрация напряжений и сдвигающие силы оказывают минимальное влияние на показатель прочности.

Знакопеременный изгиб



Кривая усталости (малоцикловая и многоцикловая усталость)

Циклическое растяжение



浙江路达机械仪器有限公司

SHSIWI

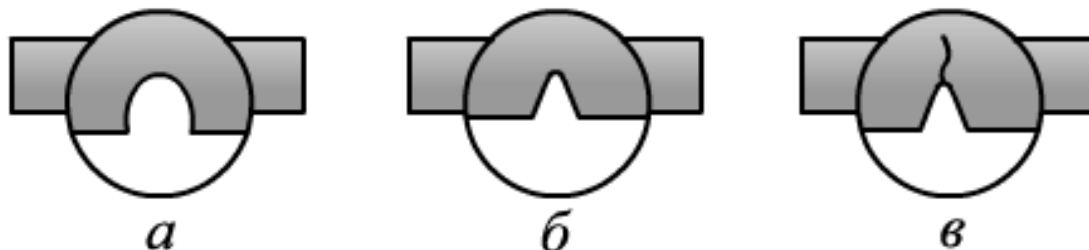


电动立式单柱测试台

Ударная вязкость — способность материала поглощать механическую энергию в процессе деформации и разрушения под действием ударной нагрузки.

Ударная вязкость определяется как удельная работа разрушения призматического образца с концентратором (надрезом) посередине одним ударом маятникового копра:

$\alpha_H = A/F_0$ (A - работа разрушения; F_0 - площадь поперечного сечения образца в месте концентратора).



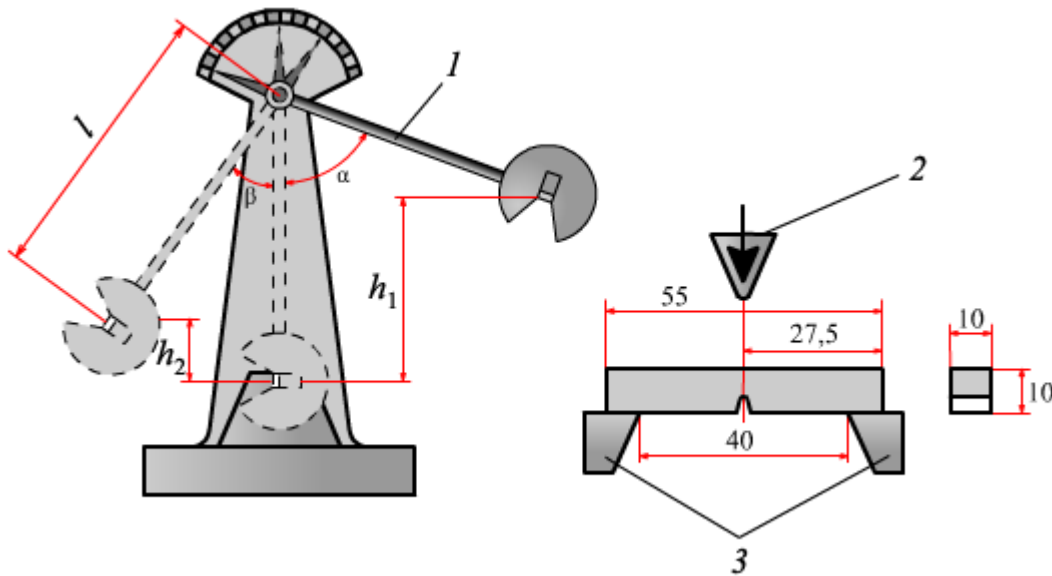
Виды надрезов на образцах для испытания на ударную вязкость:

а — U-образный надрез (**KCU**); б — V-образный надрез (**KCV**); в — надрез с трещиной (**KCT**)

Испытание на ударную вязкость:

1 — маятник;

2 — нож маятника; 3 — опоры



Общий **запас энергии** маятника тратится на разрушение образца и на подъем маятника после его разрушения. Поэтому, если с общего запаса энергии маятника удалить часть, которая приходится на подъем (взлет) после разрушения образца, получим работу разрушения образца

$$K = P(h_1 - h_2)$$

или

$$K = P/(\cos\beta - \cos\alpha), \text{ Дж (кг}\cdot\text{м)},$$

где P — масса маятника, Н;

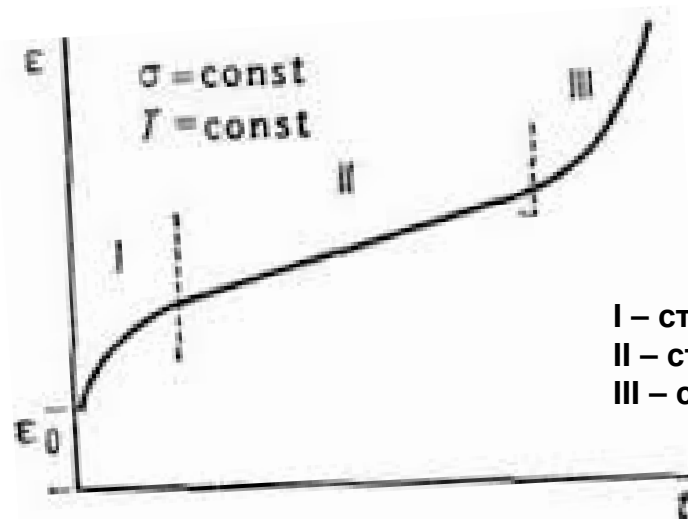
h_1 — высота подъема центра массы маятника до удара; h_2 — высота маятника после удара; l — длина маятника;

α, β — углы маятника соответственно до и после разрушения образца

Ползучесть



Ползучесть материалов — медленная, происходящая с течением времени деформация твёрдого тела под воздействием постоянной нагрузки или механического напряжения.



I – стадия неустановившейся ползучести.
II – стадия установившейся ползучести.
III – стадия ускоренной ползучести