

Лекция 5

Тема Лекции: Нагрузки, напряжения и деформации. Механические свойства

к.ф.-м.н., PhD, ассоциированный профессор
Тулегенова Аида Тулегенкызы

Цель лекции:

Ознакомление с основными видами нагрузок, возникающих при воздействии внешних сил на материалы, с понятием напряжений и деформаций, а также с основными механическими характеристиками, определяющими поведение металлов и сплавов при различных условиях нагружения.

Основные вопросы:

1.Физическая природа деформации металлов.
2.Природа пластической деформации.
3.Дислокационный механизм пластической деформации.
4.Разрушение металлов.
5.Механические свойства и способы определения их количественных характеристик

Физическая природа деформации металлов

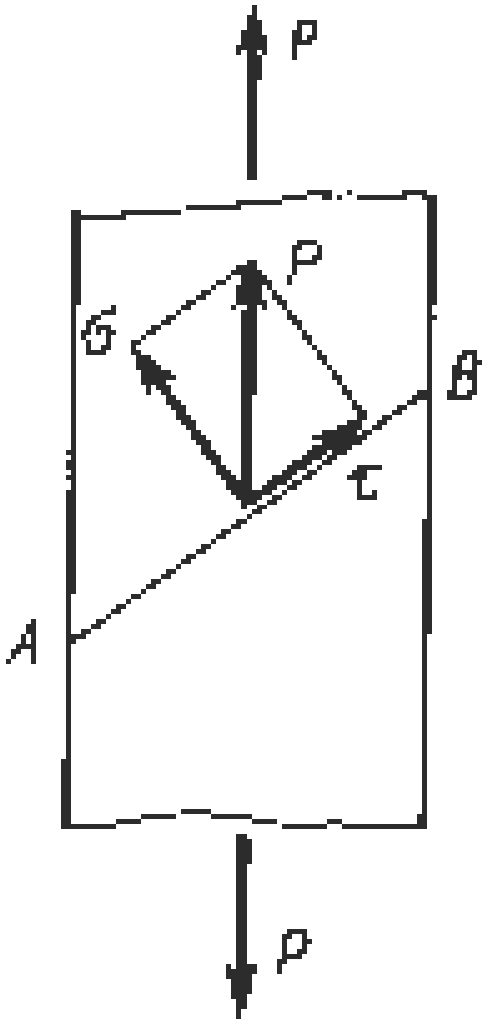
Деформацией **называется изменение формы и размеров тела под действием напряжений.**

Напряжение **– сила, действующая на единицу площади сечения детали.**

Напряжения и вызываемые ими деформации могут возникать при действии на тело внешних сил растяжения, сжатия и т.д., а также в результате фазовых (структурных) превращений, усадки и других физико-химических процессов, протекающих в металлах, и связанных с изменением объема.

Металл, находящийся в напряженном состоянии, при любом виде нагружения всегда испытывает напряжения *нормальные и касательные*

Схема возникновения нормальных и касательных напряжений в металле при его нагружении

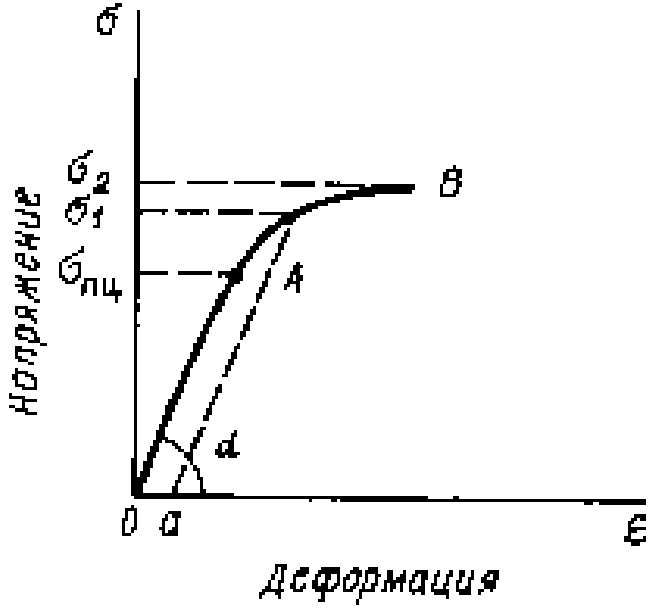


Рост нормальных и касательных напряжений приводит к разным последствиям. Рост нормальных напряжений приводит к хрупкому разрушению. Пластическую деформацию вызывают касательные напряжения

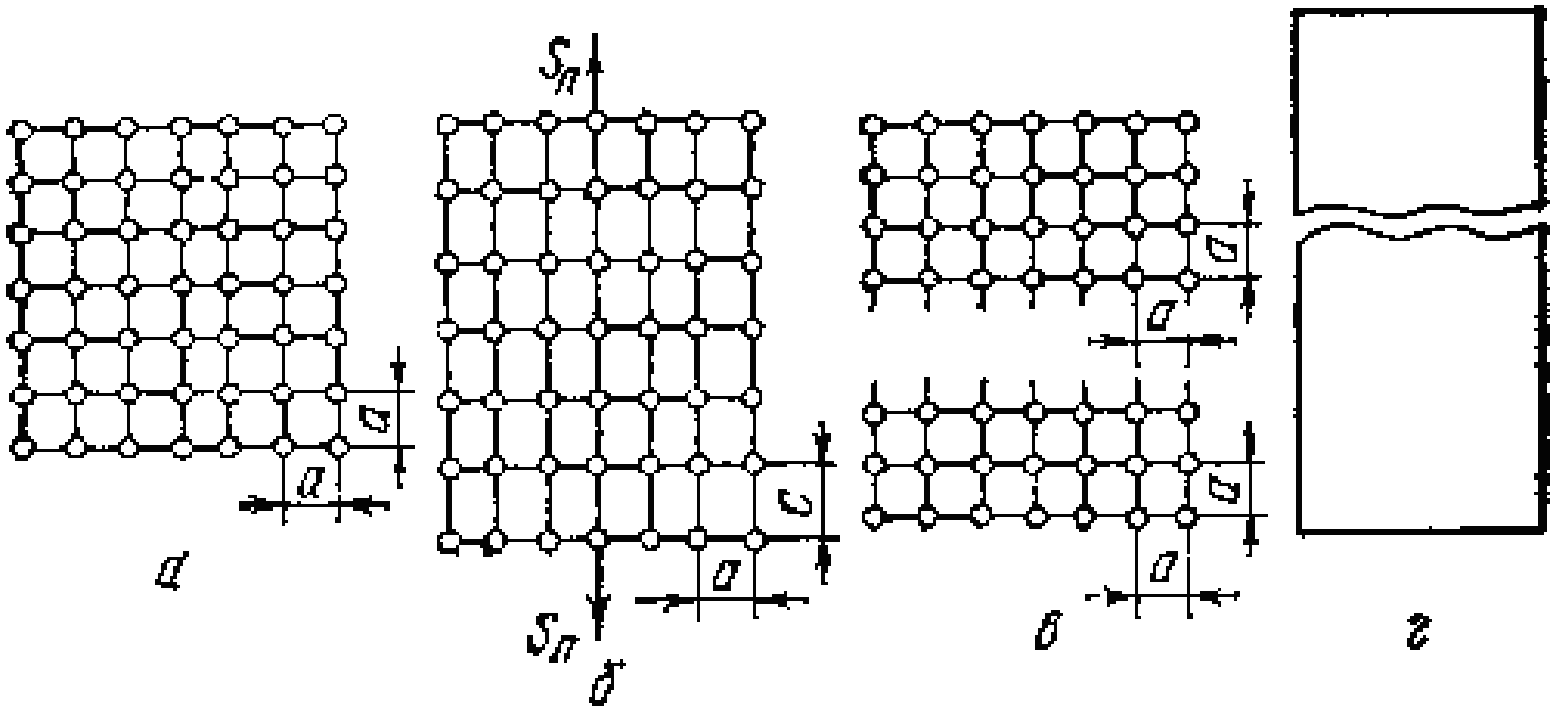
Деформация металла под действием напряжений может быть упругой и пластической.

Упругой **называется деформация, полностью исчезающая после снятия вызывающих ее напряжений.**

При упругом деформировании изменяются расстояния между атомами металла в кристаллической решетке. Снятие нагрузки устраняет причину, вызвавшую изменение межатомного расстояния, атомы становятся на прежние места, и деформация исчезает.



Если нормальные напряжения достигают значения сил межатомных связей, то наблюдается хрупкое разрушение путем отрыва



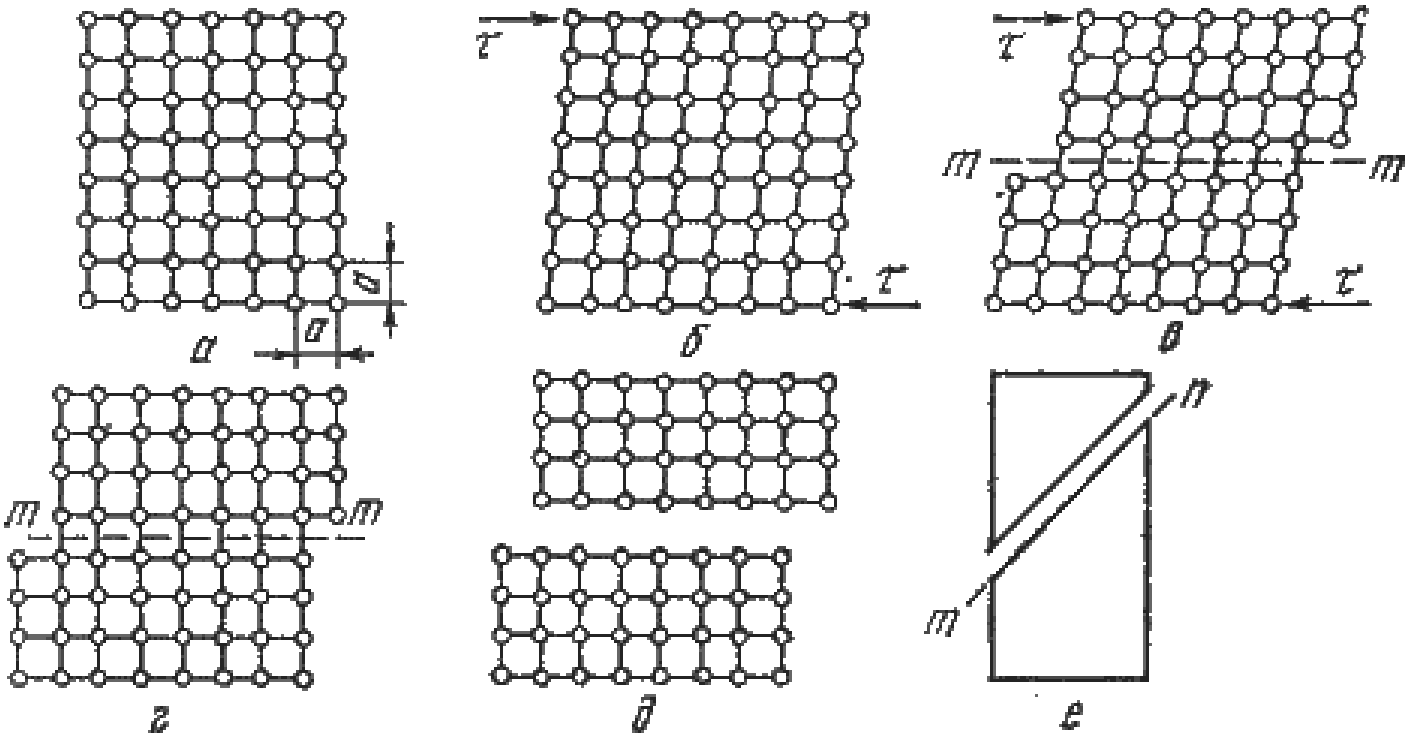
Зависимость между упругой деформацией и напряжением выражается законом Гука

$$\sigma = E \cdot \varepsilon$$

Пластической **или** ***остаточной*** **называется деформация после прекращения действия вызвавших ее напряжений.**

При пластическом деформировании одна часть кристалла перемещается по отношению к другой под действием касательных напряжений. При снятии нагрузок сдвиг остается, т.е. происходит пластическая деформация.

В результате развития пластической деформации может произойти вязкое разрушение путем сдвига



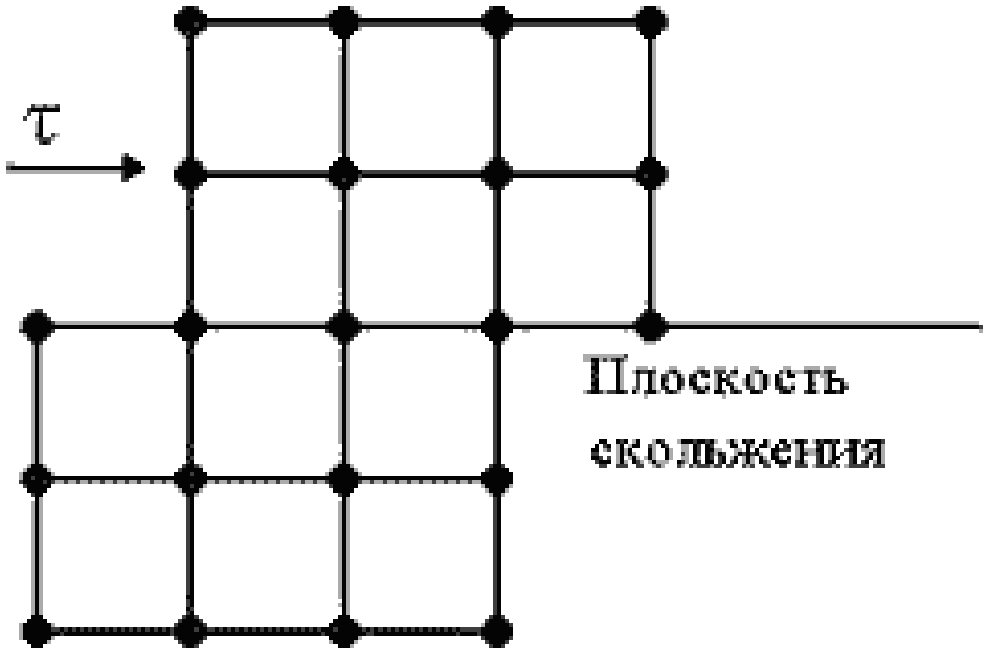
Природа пластической деформации

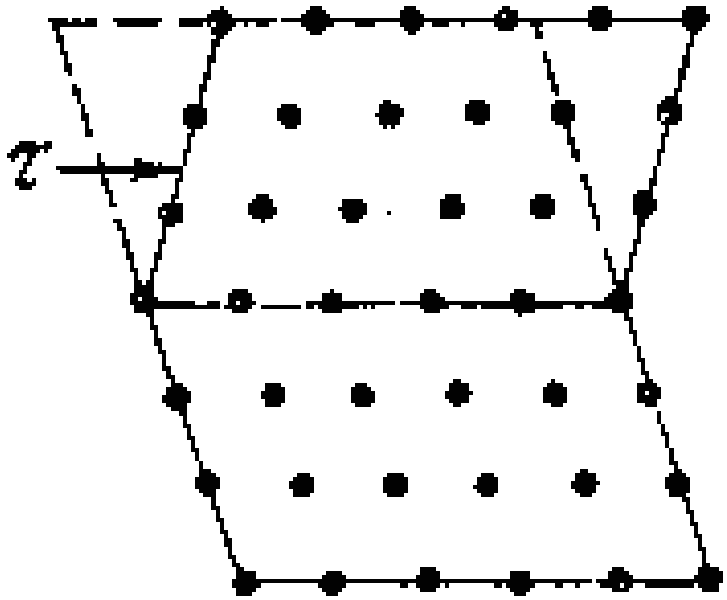
Металлы и сплавы в твердом состоянии имеют кристаллическое строение, и характер их деформации зависит от типа кристаллической структуры и от наличия несовершенств в этой структуре

Пластическая деформация может протекать под действием касательных напряжений и может осуществляться двумя способами

- **Трансляционное скольжение по плоскостям. Одни слои атомов кристалла скользят по другим слоям, причем они перемещаются на дискретную величину, равную целому числу межатомных расстояний**

- **Двойникование – поворот одной части кристалла в положение симметричное другой его части.**





Схемы пластической деформации различными способами: а – скольжением; б – двойникованием

Выводы лекции:

Природа деформации: Под действием внешних нагрузок в металлах возникают внутренние напряжения, вызывающие обратимую упругую (смещение атомов из положения равновесия) или необратимую пластическую деформацию.

Дислокационный механизм: Пластическая деформация реализуется путём скольжения и двойникования за счёт движения дислокаций, что объясняет значительное отличие реальной прочности металлов от теоретической.

Разрушение материалов: При превышении предельных напряжений происходит хрупкое (отрывом без заметной деформации) или вязкое (срезом с предварительной пластической деформацией) разрушение металла.

Механические свойства и испытания: Количественная оценка работоспособности сплавов (прочности, пластичности, твёрдости, ударной вязкости и выносливости) проводится стандартными методами статических, динамических и циклических испытаний.

Вопросы для контроля изучаемого материала:

1.Что понимается под нагрузкой и какие виды нагрузок различают?
2.Как определяется нормальное и касательное напряжение?
3.Что характеризует диаграмма «напряжение–деформация»?
4.Чем отличаются упругая и пластическая деформация?
5.Какие механические свойства определяют поведение металлов при нагружении?
6.Как определяется твёрдость и какие существуют методы её измерения?

Список литературных источников:

1.Улицкий А. Р. Физика материалов. — М.: Физматлит, 2021.
2.Новиков И. И. Материаловедение. — М.: Металлургия, 2019.
3.Callister W. D., Rethwisch D. G. Materials Science and Engineering: An Introduction. — Wiley, 2022.
4.Ashby M., Jones D. Engineering Materials 1–2. — Elsevier, 2021.
5.Лившиц Б.Г., Краношин В.С., Липеций Я.Л. Физические свойства металлов и сплавов. М.: Металлургия, 1980, -320 с