



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

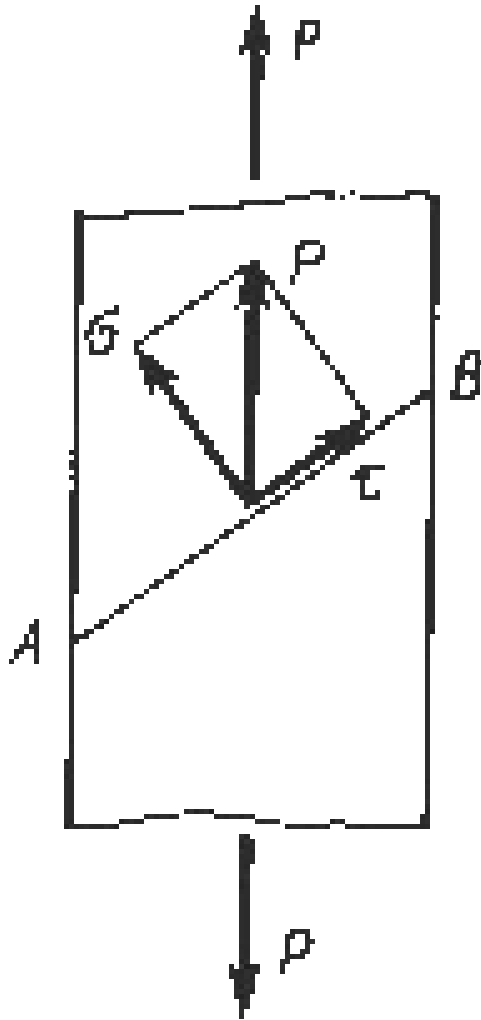
Деформацией называется изменение формы и размеров тела под действием напряжений.

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



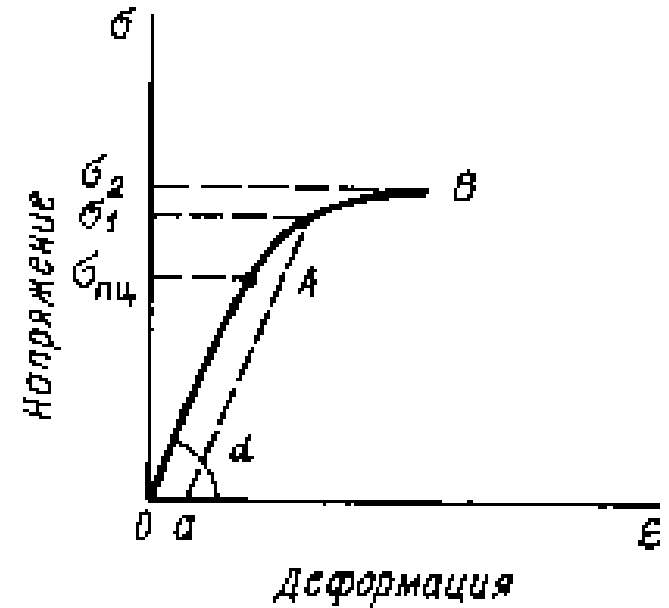
*Рост нормальных и касательных напряжений приводит к разным последствиям. Рост нормальных напряжений приводит к **хрупкому** разрушению.*

Пластическую деформацию вызывают касательные напряжения

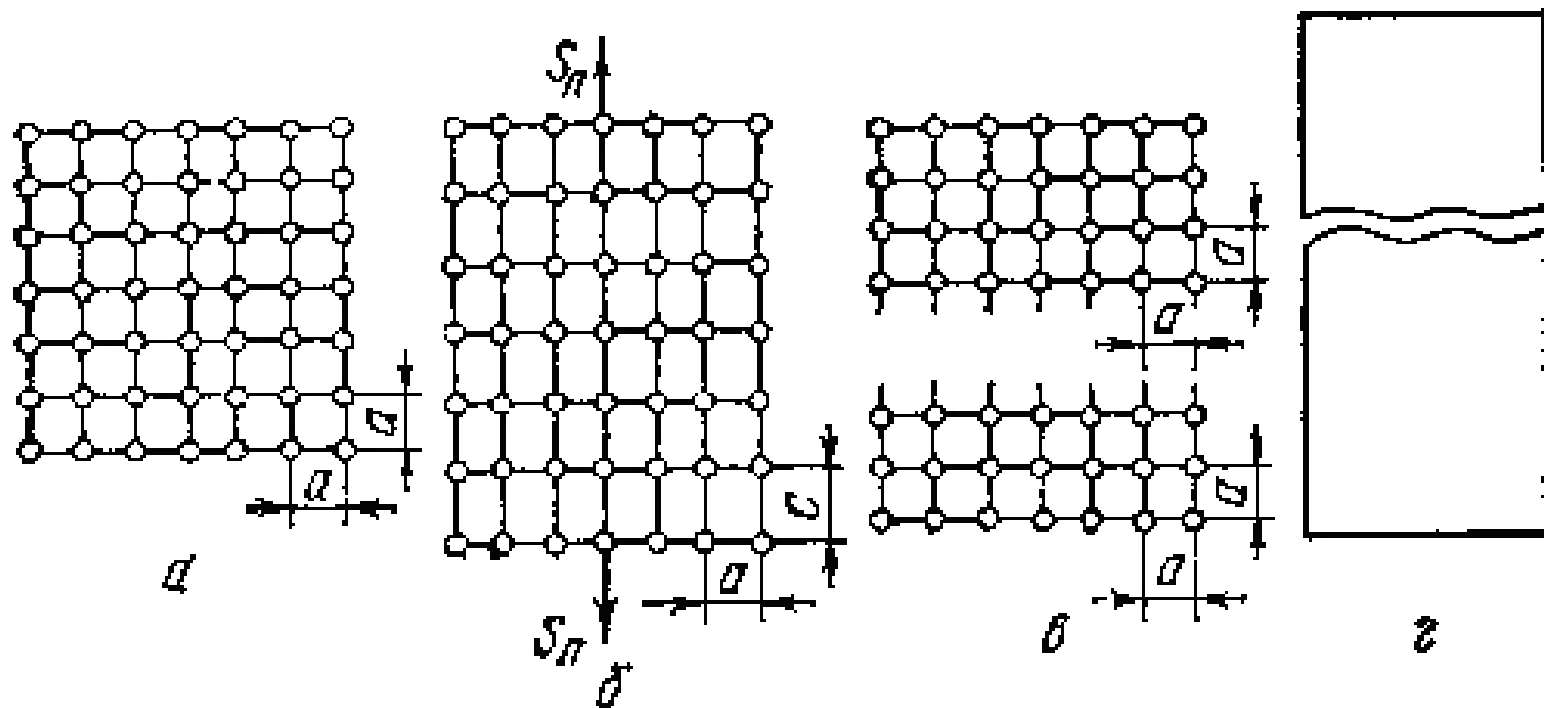
Деформация металла под действием напряжений может быть **упругой и пластической**.

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*



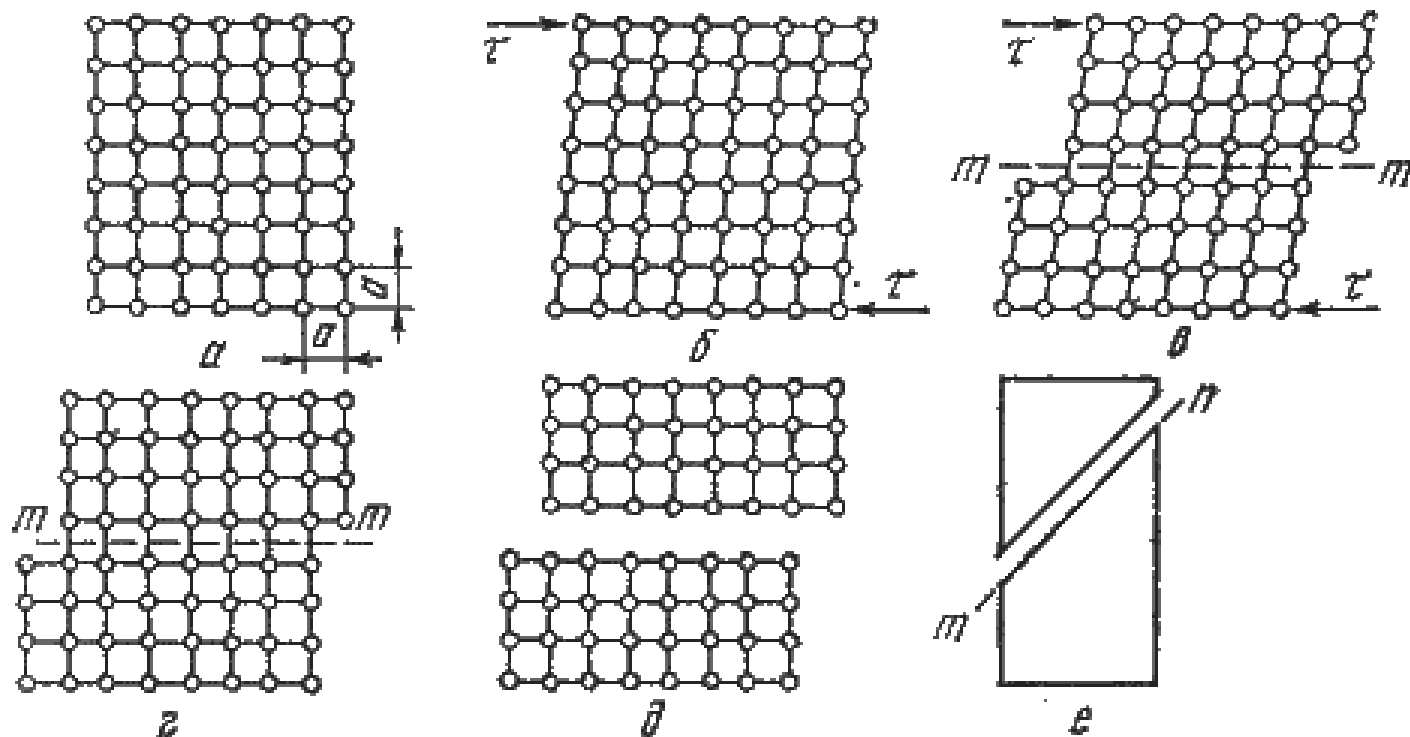
Зависимость между упругой деформацией и напряжением выражается законом Гука

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

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



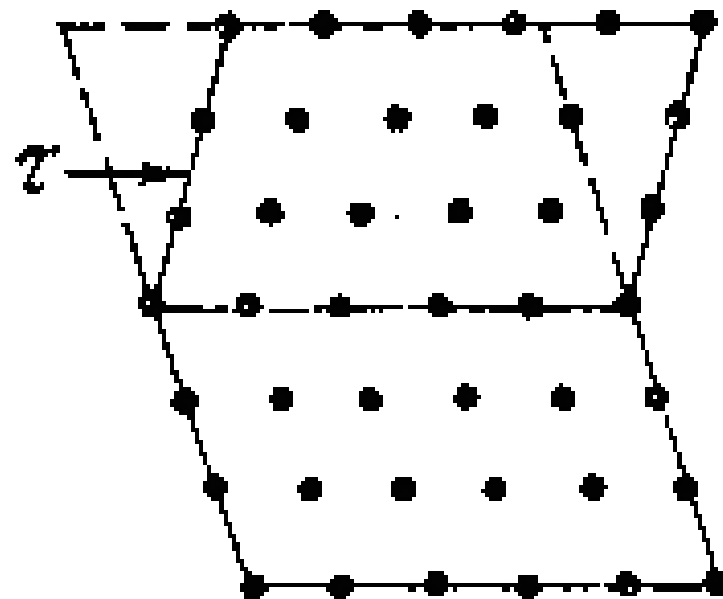
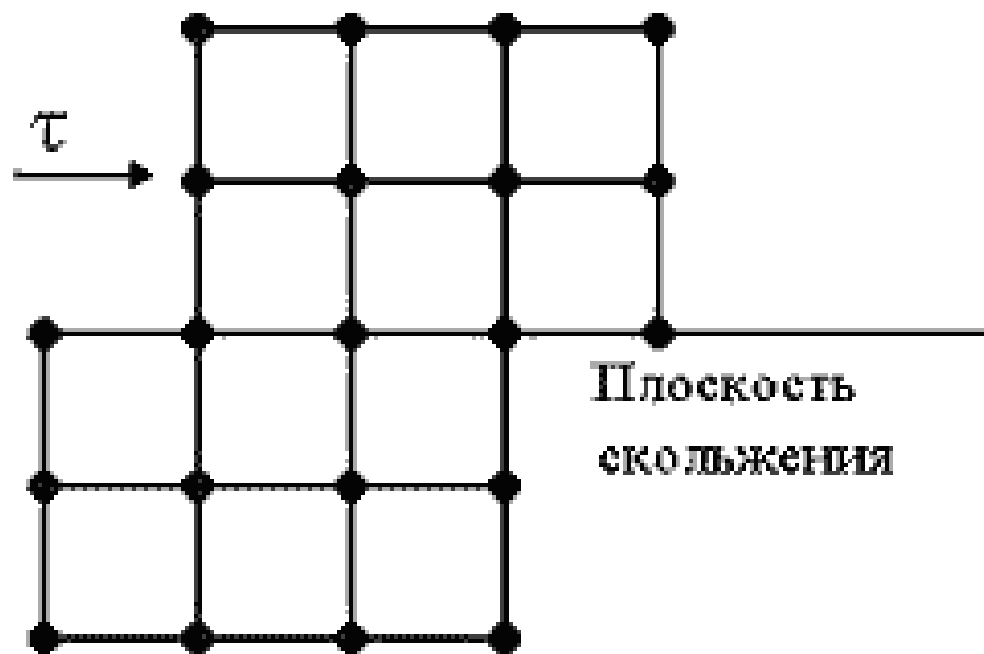
Природа пластической деформации

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

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., Липецкий Я.Л. Физические свойства металлов и сплавов. М.: Металлургия, 1980, -320 с