

# Дефекты кристаллического строения металлов

# Виды дефектов кристаллического строения

Идеальные кристаллы в природе не встречаются.

Реальные кристаллы, в том числе металлы, всегда имеют отклонения от правильного строения, или дефекты.

Дефекты кристаллического строения классифицируют по геометрическому признаку – по размерам.

Различают дефекты:

- точечные;
- линейные;
- поверхностные;
- объемные.

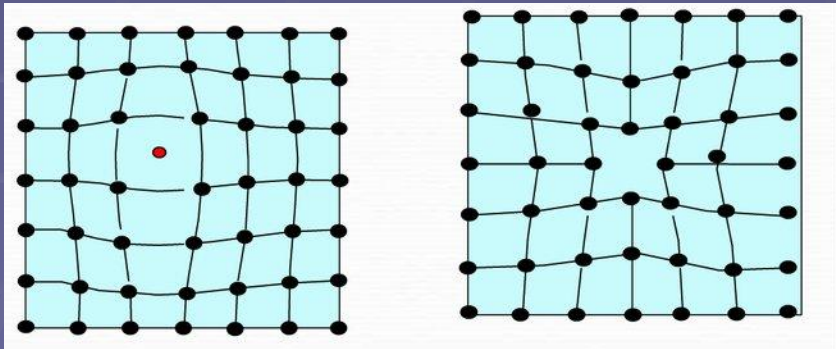
# Точечные дефекты

*Точечными* называют дефекты, которые малы во всех трех пространственных направлениях, т. е. соизмеримы с межатомным расстоянием. Это вакансии, межузельные атомы, примеси замещения и внедрения.

**Вакансия** – это отсутствие атома в узле кристаллической решетки, «пустое место».

Вакансии играют огромную роль в процессах диффузии: они способствуют движению атомов внутри металла.

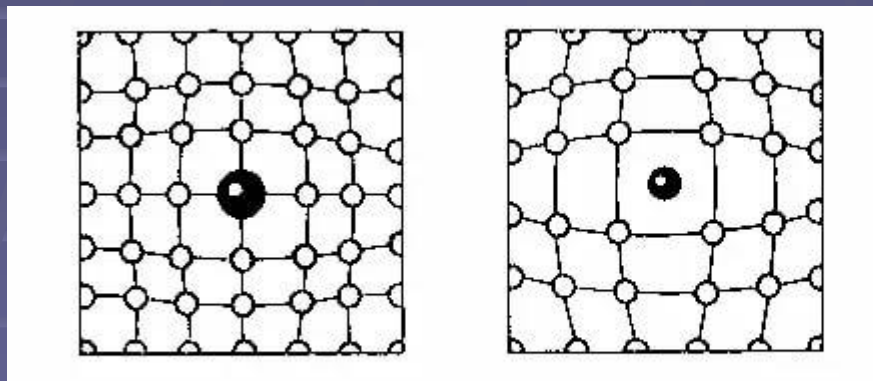
**Межузельный атом** – это собственный, «родной» атом металла, выбитый из узла.



# Точечные дефекты

**Примесной атом**, или **примесь** – это атом другого, «чужого» вещества, попавшего в металл (обычно из руды при выплавке). Примесные атомы могут замещать собственные атомы вещества в узлах кристаллической решетки (*примесь замещения*) или занимать поры между ними (*примесь внедрения*).

Примесные атомы затрудняют пластическую деформацию металла, поэтому повышают прочностные характеристики.

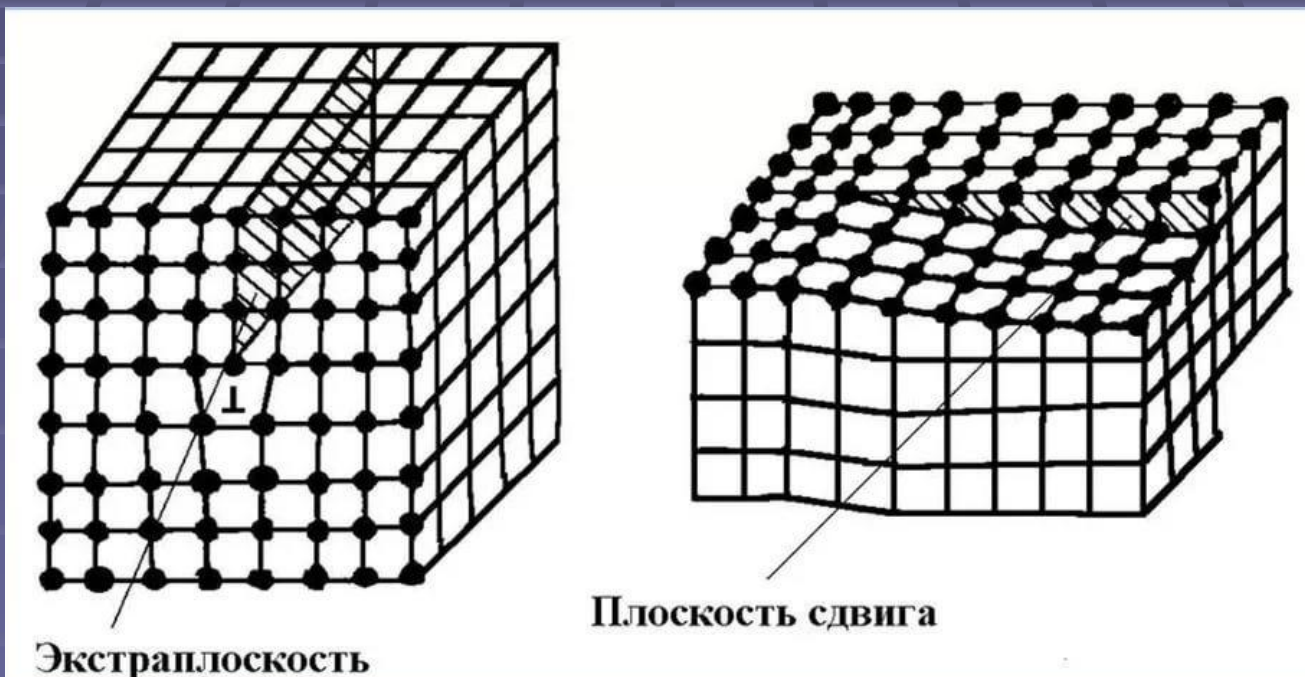


Примесь  
замещения

Примесь  
внедрения

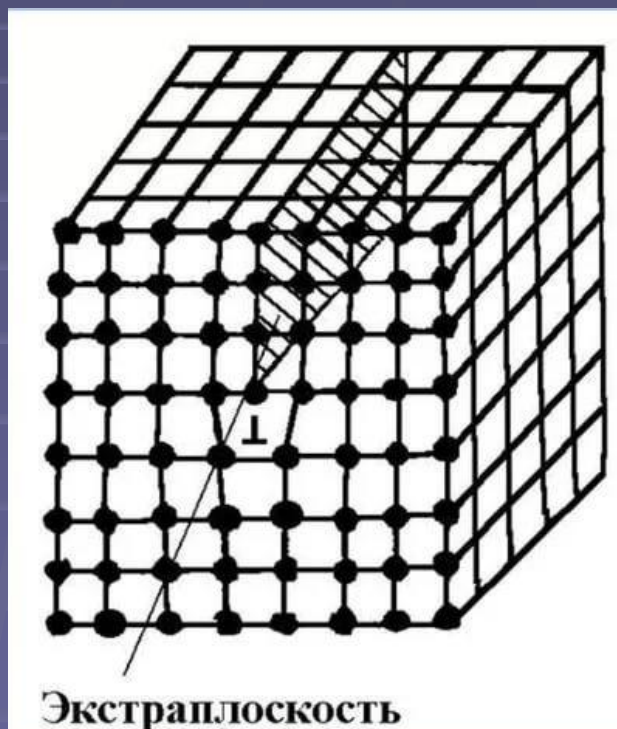
# Линейные дефекты (дислокации)

*Линейными* называют дефекты, которые малы только в двух направлениях, а в третьем имеют протяженность в тысячи и миллионы межатомных расстояний. Эти дефекты называют **дислокациями**. Дислокации бывают краевые, винтовые и смешанные.



# Краевая дислокация

**Краевая дислокация** – это область под краем незавершенной, недостроенной атомной плоскости в металле. Недостроенная плоскость является как бы «лишней», нарушающей идеальную структуру металла. Ее называют *экстра-плоскостью*.



# Винтовая дислокация

**Винтовая дислокация** подобна винтовой лестнице; это атомная плоскость, закрученная в спираль и ставшая винтовой поверхностью.



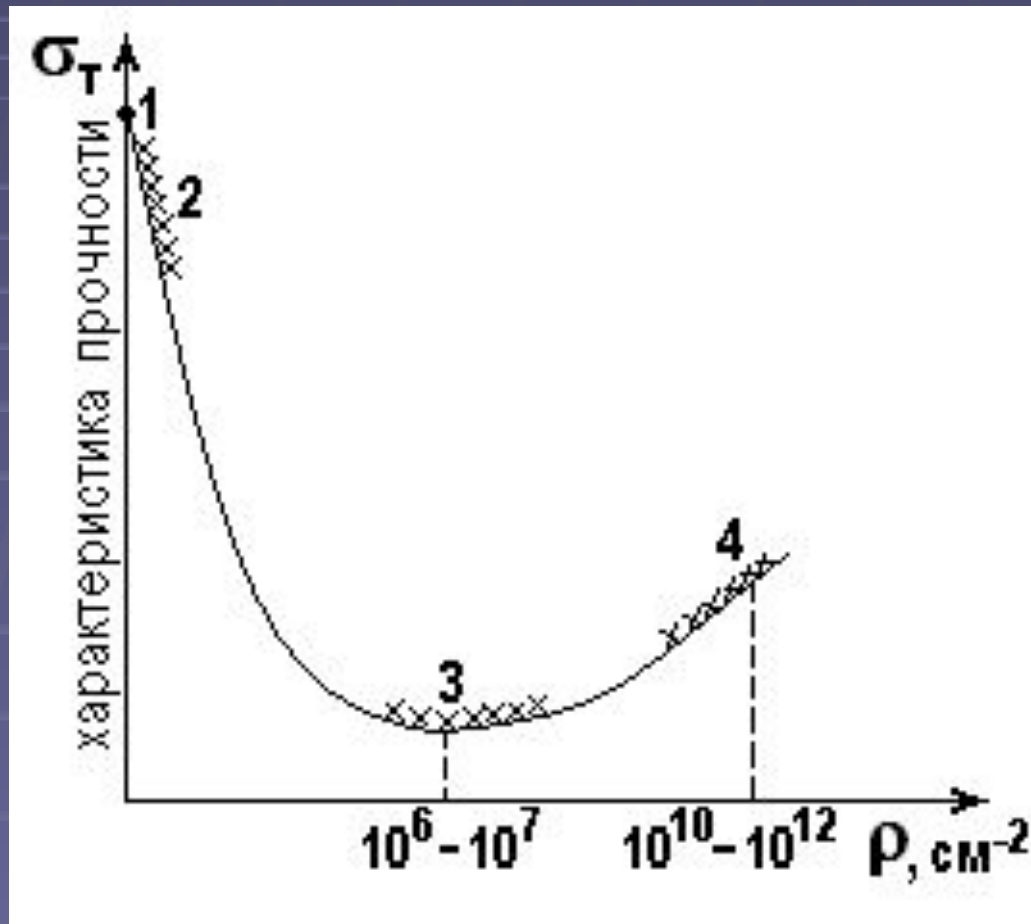
# Линейные дефекты

Дислокации играют важнейшую роль в теории прочности, пластичности и разрушения металлов. Количество дислокаций в металле характеризуют их плотностью  $\rho$ ,  $\text{см}^{-2}$ .

Дислокации возникают при зарождении и росте кристаллов, а также при деформации.



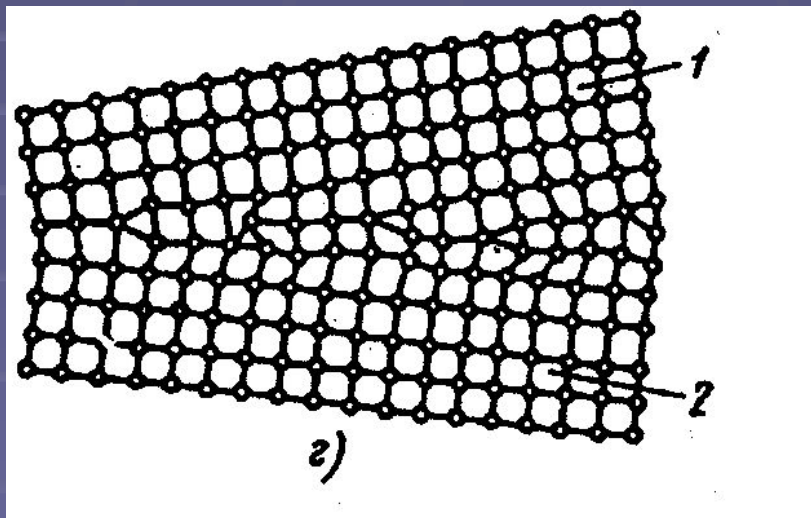
# Зависимость прочности от плотности дислокаций



# Поверхностные дефекты

*Поверхностными* называют дефекты, которые малы в одном направлении, а в двух других – намного больше межатомного расстояния. Это **границы зерен** в кристаллах и границы субзерен.

Влияние поверхностных дефектов на прочность металла велико: границы зерен и субзерен являются препятствиями для развития деформации, а значит – упрочняют металл. Чем больше поверхность границ, тем прочнее металл.



# Объемные дефекты

*Объемные* дефекты во всех трех измерениях намного больше межатомного расстояния.

Это раковины, поры, зародыши трещин, неметаллические включения. Все объемные дефекты являются очагами возможного разрушения, т. е. влияют на прочность отрицательно.