

Курс: Основы материаловедения

Тема 1: Строение, свойства и методы испытаний металлов и сплавов

Металловедение

**Металловедение –
это наука, изучающая
состав, строение и
свойства металлов
и сплавов и
зависимость между
ними**



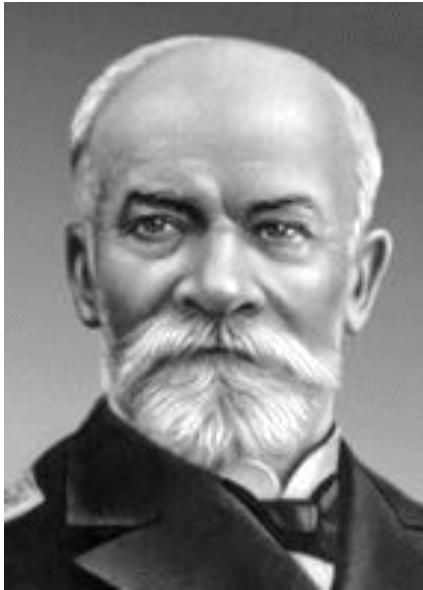
Аносов

Павел Петрович

1799 – 1851

Российский металлург, известен работами по высококачественной литой стали. Установил один из важнейших законов металловедения — зависимость свойств металла от его кристаллического строения

Чернов Дмитрий Константинович



1839-1921

**Знаменитый металлург,
"отец металлографии", творец
современных методов
тепловой обработки стали.**

- 1. Исследовал кристаллизацию и строение стального слитка, дал описание его структурных зон.**
- 2. Заложил основы металловедения.**
- 3. Дал теорию кристаллизации стального слитка, указал причины образования дефектов и меры борьбы с ними.**

Металлы

- **Металлы (в химии) – это элементы из левой части Периодической системы Д.И.Менделеева с небольшим числом электронов на внешней электронной оболочке; при взаимодействии отдают электроны.**
- **Металлы (в технике) – это вещества, обладающие металлическим блеском и пластичностью.**

Свойства металлов

Характерные свойства металлов :

1. Высокая тепло- и электропроводность.
2. Способность испускать электроны при нагреве (термоэлектронная эмиссия).
3. Хорошая отражательная способность.
4. Повышенная способность к пластической деформации.
5. Непрозрачны, обладают специфическим металлическим блеском.

Строение металлов

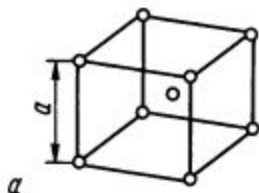
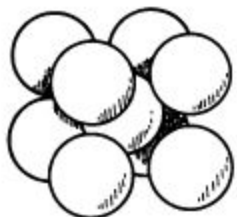
1. В нормальных условиях (комнатная температура, атмосферное давление) большинство металлов находится в **твёрдом** агрегатном состоянии.

Исключения: ртуть (Hg), галлий (Ga)

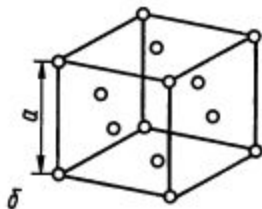
2. Твёрдые металлы являются **кристаллическими телами**, атомы (ионы) в них расположены в определенном порядке, который периодически повторяется.

3. Кристаллическое строение металлов можно представить в виде **пространственной решетки**, в узлах которой находятся положительно заряженные ионы; электроны с наружных оболочек с ядром атома связаны слабо и способны легко перемещаться внутри металла

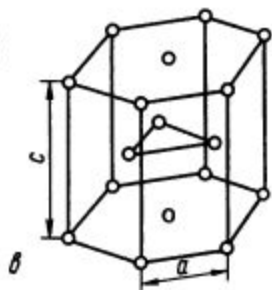
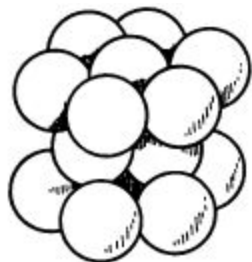
Кристаллические решетки металлов



ОЦК – объемноцентрированная кубическая, имеют металлы:
W, Mo, Cr, V, K, Na, Li, β -Ti, α -Fe



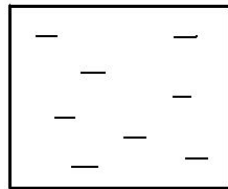
ГЦК – гранецентрированная кубическая, имеют металлы:
Al, Cu, Ni, Ag, Au, Pb, γ -Fe, Ce



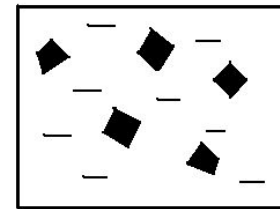
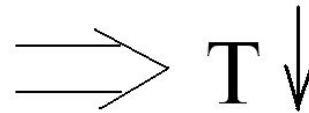
ГПУ – гексагональная плотно-упакованная, имеют металлы:
Mg, Zn, α -Ti, Cd, Be, α -Zr, Os

Структура металлов

- **Структура** металлов – это их внутреннее строение, т.е. форма, размер и взаимное расположение отдельных составляющих, называемых фазами.
- **Фазами** называют однородные составные части металлов и сплавов, имеющие одинаковый состав или одинаковое агрегатное состояние.
- **Сплав** – это материал, полученный сплавлением двух или более компонентов (металлических и неметаллических)



1. Расплав
 $T > T_{пл}$
1 фаза



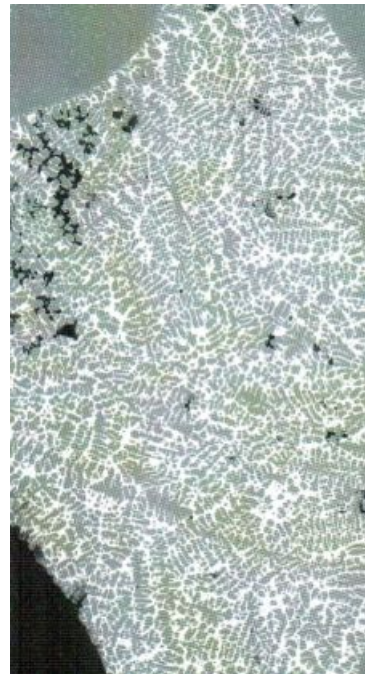
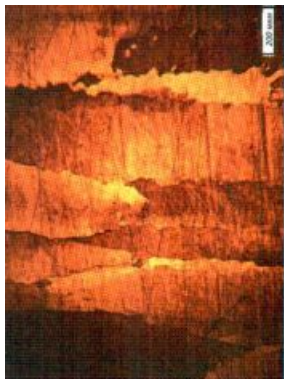
$T < T_{пл}$
2 фазы
ж + ТВ

Макро- и микроструктура

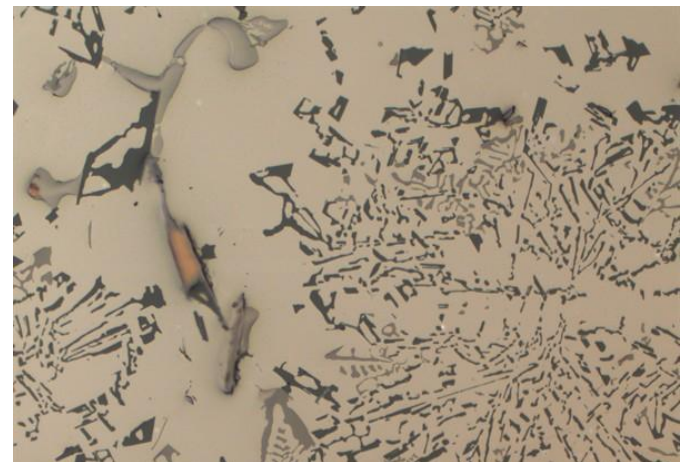
Макроструктура – это строение металла или сплава, видимое невооруженным глазом или при небольшом увеличении (от 2 до 20 раз).

Микроструктура – это строение металла или сплава, наблюдаемое с помощью микроскопа при больших увеличениях (от 100 до 1000 раз).

Макроструктура



Микроструктура x200



Методы исследования структуры

Макроструктуру исследуют:

- **По излому** (определяют размер зерна, наличие металлургических дефектов, характер разрушения)
- **По макрошлифу** (выявляют форму, размер и расположение зёрен, направление волокон в поковках и штамповках, наличие металлургических дефектов)

Методы исследования структуры

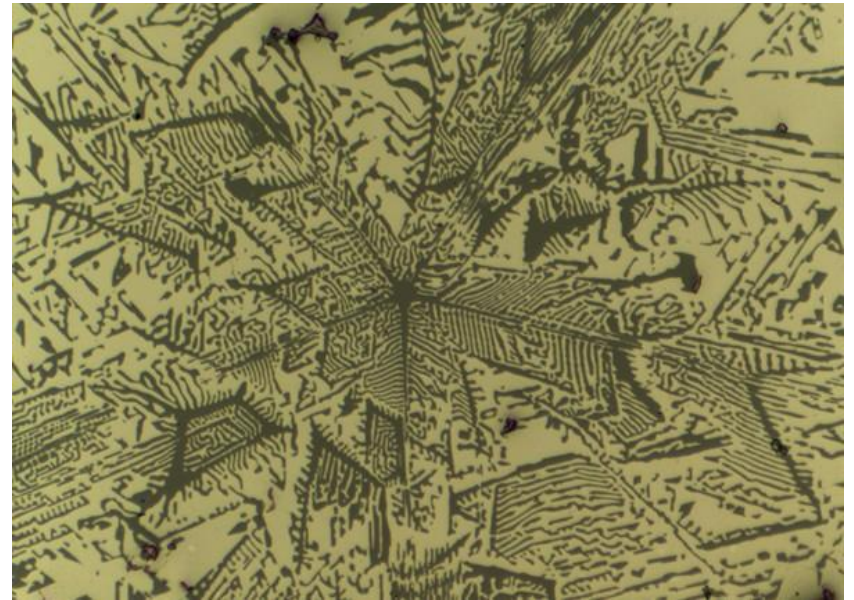
- **Микроструктуру** исследуют на микрошлифах, для этого:
 - Образец полируют до зеркального блеска, подвергают травлению химическими реактивами специального состава;
 - Изучают под оптическим микроскопом с целью установления формы и размеров отдельных составляющих структуры (увеличение от 100 до 1000 раз);
 - Изучают под электронным микроскопом для установления состава фаз и структурных составляющих (увеличение до 100 000 раз)

Микроструктура металлов и сплавов

Примеры микроструктур различных сплавов



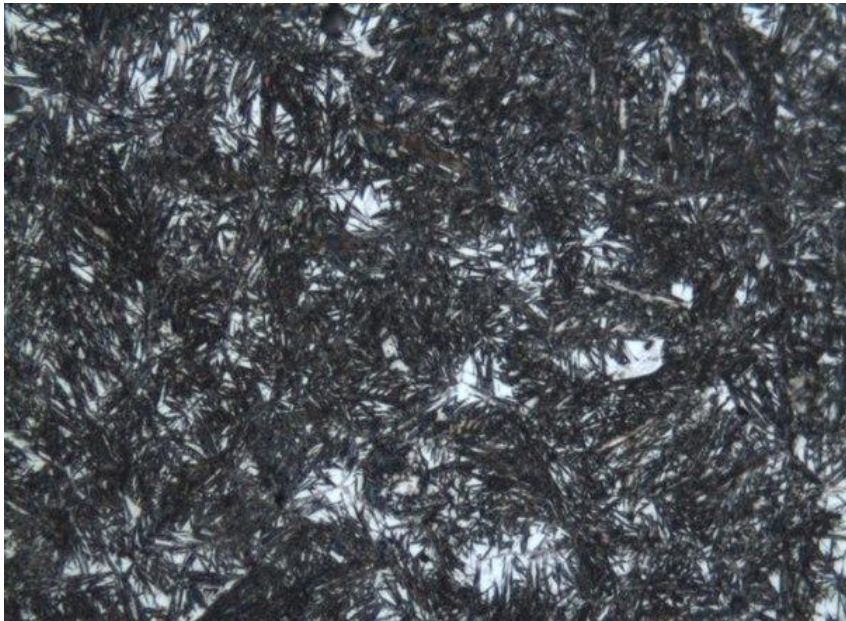
**Микроструктура
серого чугуна**



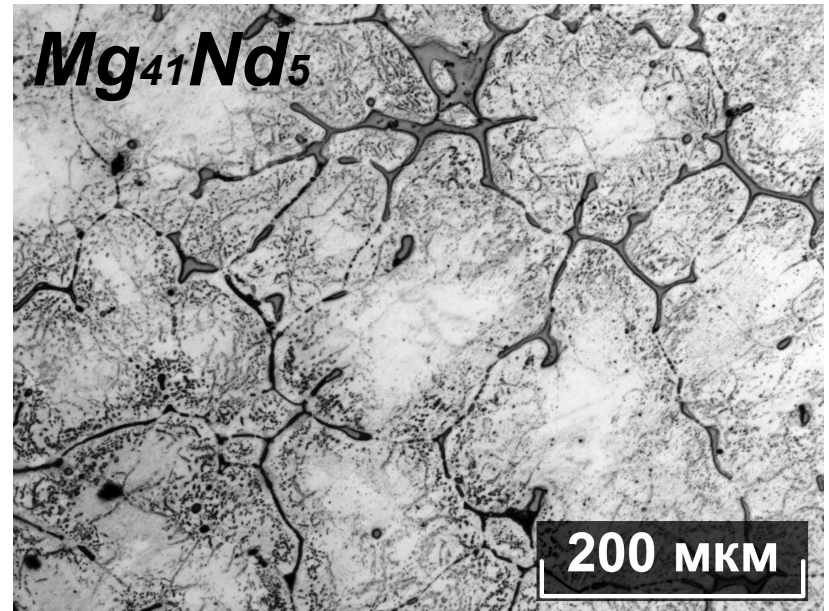
**Микроструктура
силумина**

Микроструктура металлов и сплавов

Примеры микроструктур различных сплавов



Микроструктура
стали



Микроструктура
магниевого сплава
в литом состоянии

Упругая и пластическая деформация

Деформацией называется изменение размеров и формы тела под действием приложенной нагрузки

Упругой является деформация, которая исчезает после снятия нагрузки, при этом тело восстанавливает свои размеры и форму

Пластическая деформация остается после снятия нагрузки, тело своей прежней формы не восстанавливает

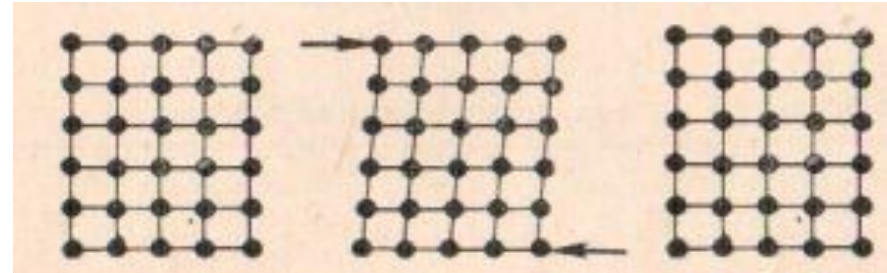


Схема упругой деформации

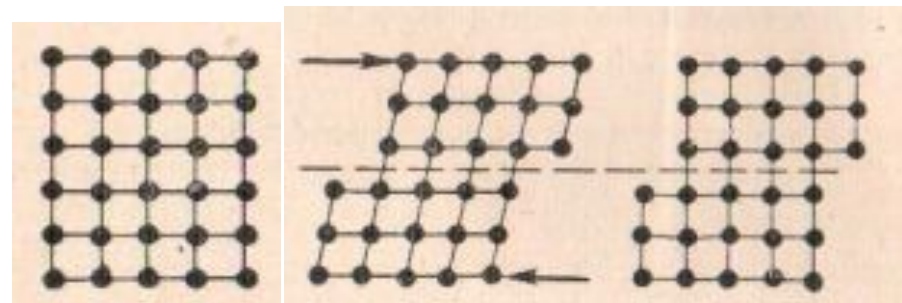


Схема пластической деформации

Механические свойства металлов и методы их испытаний

1. Испытания на растяжение

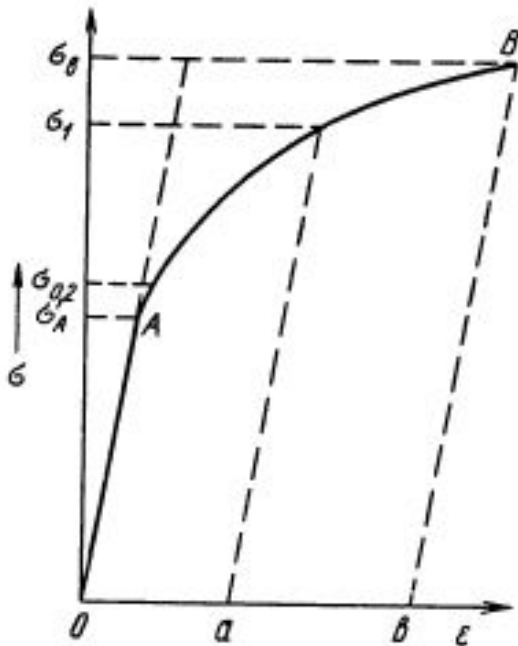


Рис. 41. Изменение деформации в зависимости от напряжения

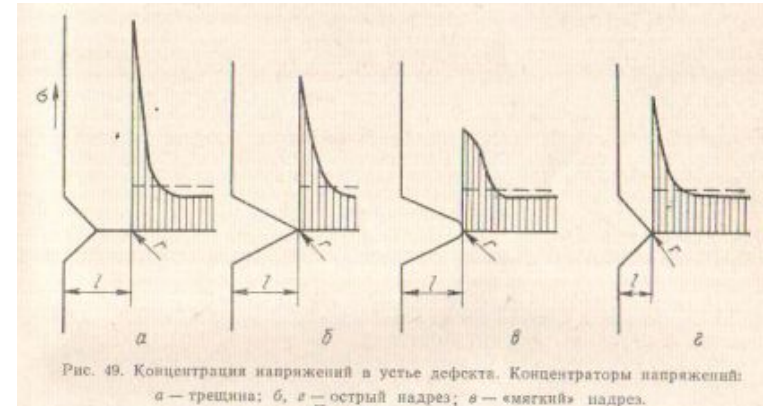
σ_B — временное сопротивление разрыву или предел прочности — это максимальное напряжение, достигнутое при растяжении, при котором происходит разрыв образца (кгс/мм² или МПа)

$\sigma_{0,2}$ — предел текучести — это напряжение, вызывающее остаточную деформацию образца (удлинение), равную 0,2% от первоначальной длины образца (кгс/мм² или МПа)

δ (ψ) — относительное удлинение (сужение) — это величина пластической деформации, предшествующей разрушению образца, характеристика пластичности материала (%)

Механические свойства металлов и методы их испытаний

2. Испытания на растяжение с концентраторами (надрезами) применяют для приближения к реальным условиям эксплуатации материала в изделии и получения характеристик конструктивной прочности.



Виды концентраторов

3. Испытания на сжатие применяют для металлов, хрупких при более жестком испытании на растяжение, например, для чугуна.

4. Испытания на изгиб используют для малопластичных сплавов (чугун, литые алюминиевые сплавы)

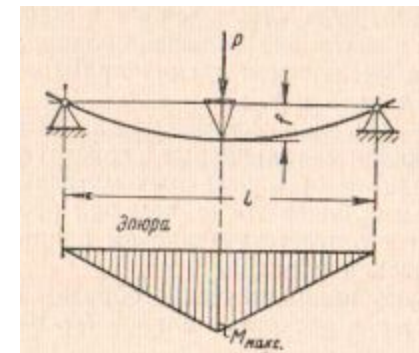


Схема испытаний на изгиб

Механические свойства металлов и методы их испытаний

Определение надежности:

Для оценки надежности материала проводят динамические испытания (испытания при высокой скорости приложения нагрузки)

Испытание на удар:

- определяют **ударную вязкость**;
- оценивают склонность металла к хрупкому разрушению;
- **не** применяют для многих литых сплавов и цветных деформируемых сплавов

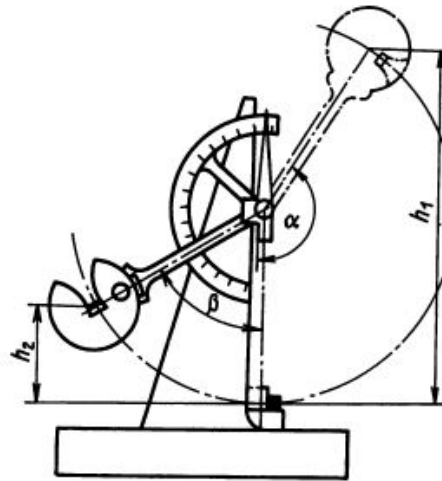


Рис. 60. Схема копра для испытания на удар

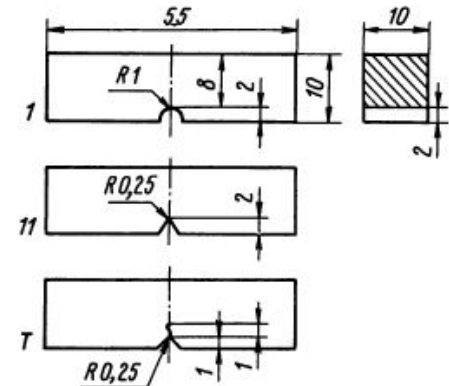


Рис. 61. Образцы для испытания на удар

Испытанием на удар при понижающейся температуре определяют **порог хладноломкости**

Механические свойства металлов и методы их испытаний

Определение долговечности:

Испытания на усталость, ползучесть, износ.

Усталость металла – это его разрушение под действием повторных или знакопеременных напряжений

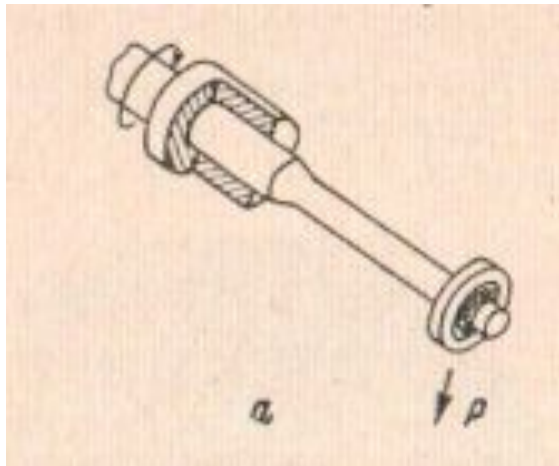
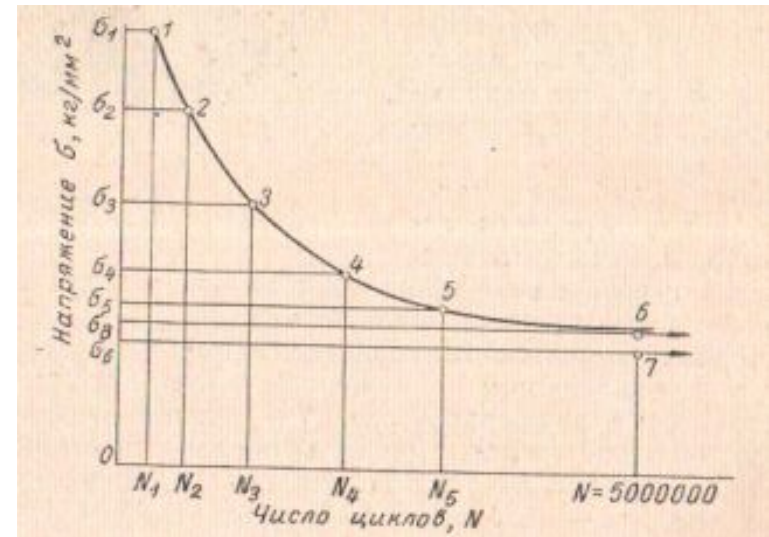


Схема испытаний на изгиб



Определение предела
выносливости

Твердость металла и методы ее определения

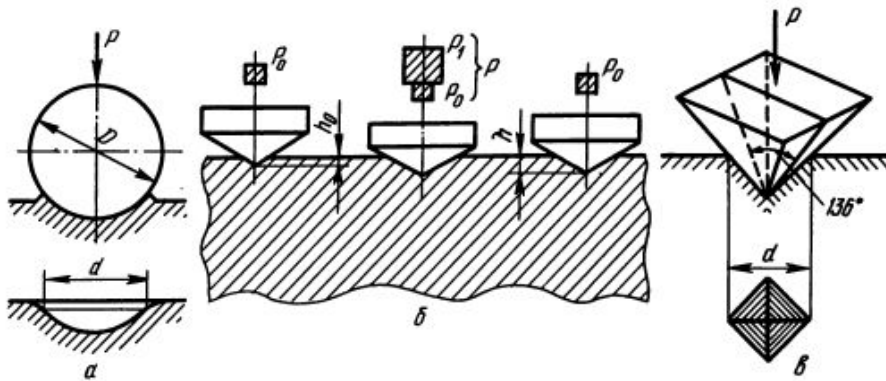


Рис. 59. Схемы испытания на твердость:
а — по Бринеллю; б — по Роквеллу; в — по Виккерсу

Твердость материала — это сопротивление проникновению в него другого, более твердого тела

Метод Бринелля: используют для мягких материалов (цветные сплавы); индентор — стальной шарик различного диаметра; число твердости HB находят по таблицам по диаметру отпечатка шарика.

Метод Роквелла: используют для всех материалов, индентор — алмазный конус или стальной шарик малого диаметра (~1,6 мм); число твердости (в зависимости от шкалы) HRA, HRB, HRC — по глубине отпечатка.

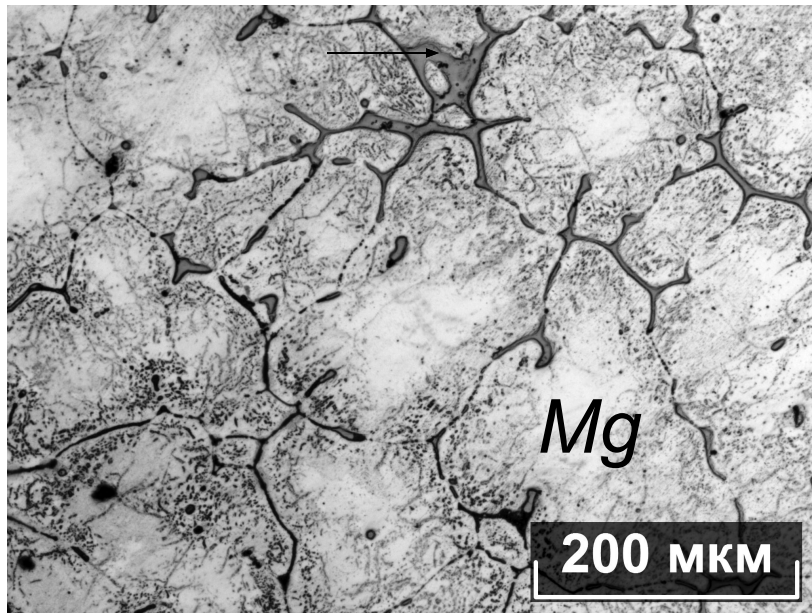
Метод Виккерса: используется для тонких поверхностных слоёв, имеющих высокую твердость (цементированных, азотированных), индентор — алмазная пирамида, число твердости HV находят по таблицам по диагонали отпечатка

Самостоятельная работа

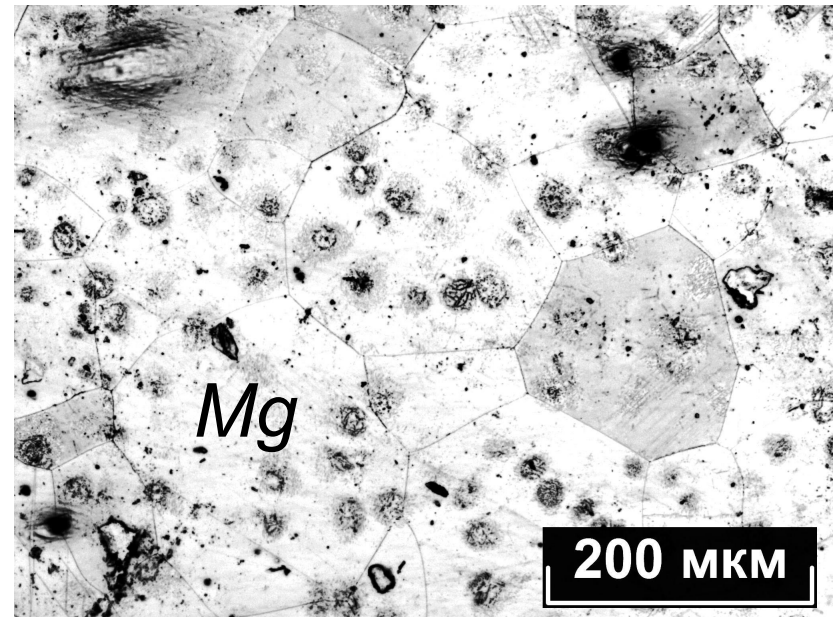
- 1 Как можно изобразить кристаллическое строение металла?**
- 2 Что такое сплав?**
- 3 Какие механические свойства металлов Вы знаете?**
- 4 Что такое макро- и микроструктура металла?**
- 5 Что такое твердость материала?**
- 6 Какие методы определения твердости металлов Вы знаете?**

Микроструктура сплава МЛ10

$Mg_{41}Nd_5$



Литая структура



После ТО