

## Лекція 1



# ТЕХНОЛОГІЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

## КЛАСИФІКАЦІЯ МЕТАЛІВ ТА ЇХ КРИСТАЛІЧНА ПОБУДОВА

Автор: доц. Глушкова Д.Б.

Lekz1\_TKM 1M GDB 05.09.14

# ПЛАН

1. ТКМ-як наука

2. Класифікація металів

3. Основні типи кристалічних решіток металів

4. Кристалічна побудова металів

# Технологія конструкції металлов(ТКМ)

ТКМ – це наука, що вивчає методи одержання металлів із руд, виготовлення з них заготовок та деталей, а також структуру, властивості, та взаємозв'язок між ними.

Ми з вами розглянемо слідуючі розділи:

1. Будову та властивості конструкційних матеріалів
2. Методи отримання конструкційних матеріалів:
  - а) Металургію чорних металів
  - б) Металургію кольорових металів
3. Ливарне виробництво
4. Зварювання
- 5 Обробку металів тиском
- 6 Обробку металів різанням

Усі конструкційні матеріали діляться на групи:

## 1. Металеві

До металевих належать:

- а) Метали
- б) Сплави
- в) Металлокераміка

- матеріали, які одержують із порошків металів та їх оксидів спеціальними методами (порошкова металургия)



## 2. Неметалеві

До неметалевих належать:

- а) Пластичні матеріали
- б) Гума
- в) Скло
- г) Дерево
- д) Шкіра
- е) Папір



# Класифікація металів

Метали - це кристалеві тіла, в яких атоми розташовані періодично і закономірно, мають характерний металевий блиск, високу теплопровідність, термоелектричну емісію ( здібність випромінювати електрони при нагріванні), високу пластичну деформацію.

Усі метали можливо розділити на 4 групи:

1. Чорні метали ( сталь, чавун)

2. Кольорові метали

а) легкі ( Na, K, Ca, Mg, Al )

б) важкі ( Ni, Cu, Pb, Sn )



3. Благородні ( золото - Au, срібло - Ag )

Серебро 999,9



4. Легуючі ( Cr, Mo, W, N )

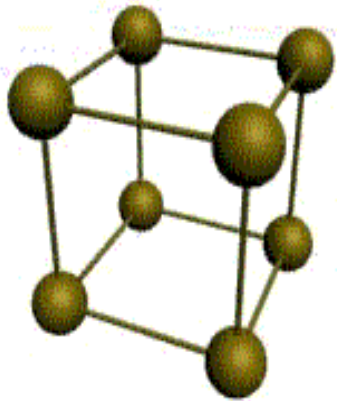
Для першої групи - характерний колір ( сірий ), висока температура сплавління, висока твердість, пластичність

# Основні типи кристалічних решіток металів

Кристалева решітка представляє собою уявну просторову сітку, у вузлах якої знаходяться атоми ( іони ), які утворюють тверде кристалеве тіло.

Найменший об'єм кристала, який дає уяву про атомну структуру металу у будь якому об'ємі, одержав назву елементарної **кристалевої комірки**.

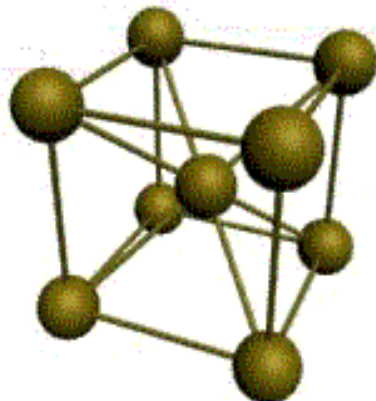
Кристалева решітка складається з **багатьох** елементарних комірок.



кубическая

(1 атом на ячейку)

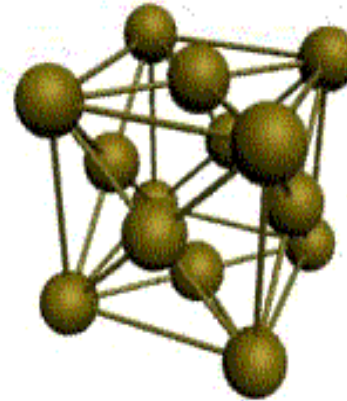
а)



объемно-центрированная кубическая (ОЦК)

(2 атома на ячейку)

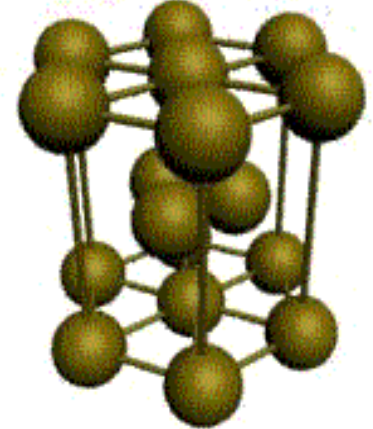
б)



гранецентрированная кубическая (ГЦК)

(4 атома на ячейку)

в)



гексагональная плотноупакованная (ГП)

(6 атомов на ячейку)

г)

# Кристалічна побудова металів

Усі атоми в металах розташовані у строго геометричному порядку і утримуються на своєму місці силами взаємного зціплення.

Для опису атомно - кристалічної структури користуються поняттям просторової або **кристалеві решітки**

Кристалеві решітки, в яких атоми знаходяться тільки у вершинах звуться простими.

**ОЦК - об'ємно-центрований куб**

**ГЦК - гранецьований куб**

**ГЦУ - гексагональна щільна упаковка**

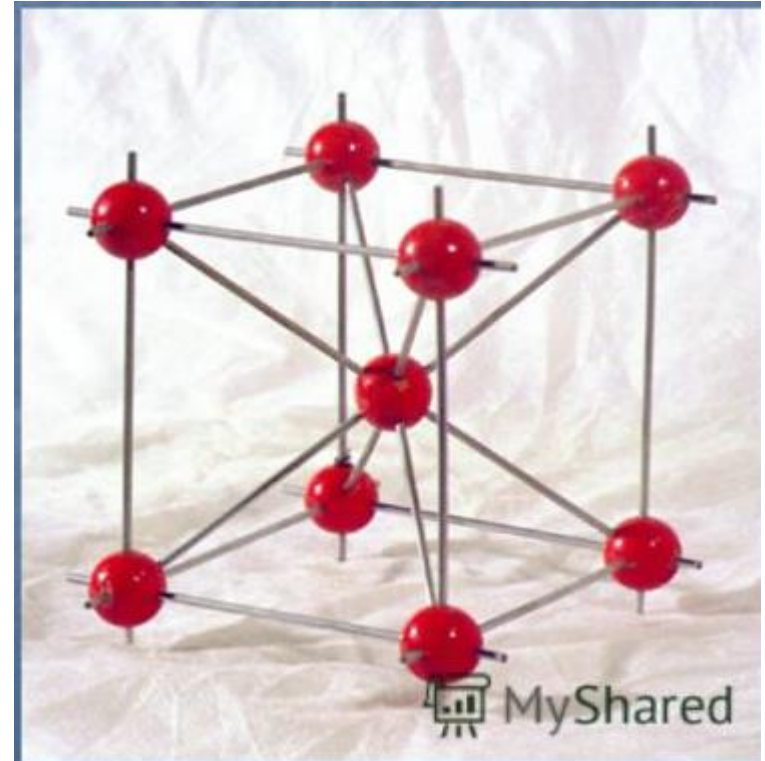
Більшість металів мають одну з складних високосиметричних решіток з щільною упаковкою атомів:

Кристалеві решітки, в яких атоми знаходяться не тільки у вершинах, а і у середині, та на їх гранях звуться складними

# ОЦК - об'ємноцентрований куб

У такому типі решітки атоми знаходяться в кутах куба і один у центрі об'єма куба. Елементарна комірка має 9 атомів. Відстань між атомами ( $a$ ) називається параметром решітки і вимірюється в ангстремах (Å)

$$1 \text{ Å} = 10^{-8} \text{ см} \quad a = 2-6 \text{ Å}$$

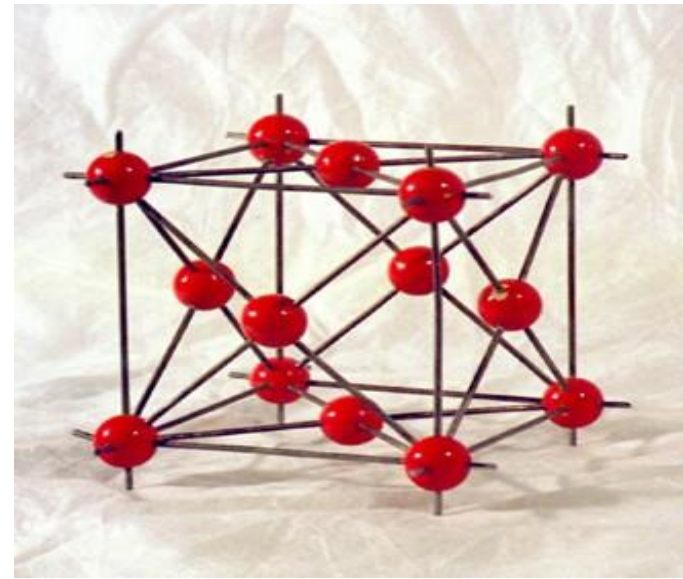


Кубічну ОЦК - решітку мають такі метали як  $\alpha$ - Fe, W, Mo, R, V, Cr, Ba



## ГЦК - граньцентрований куб

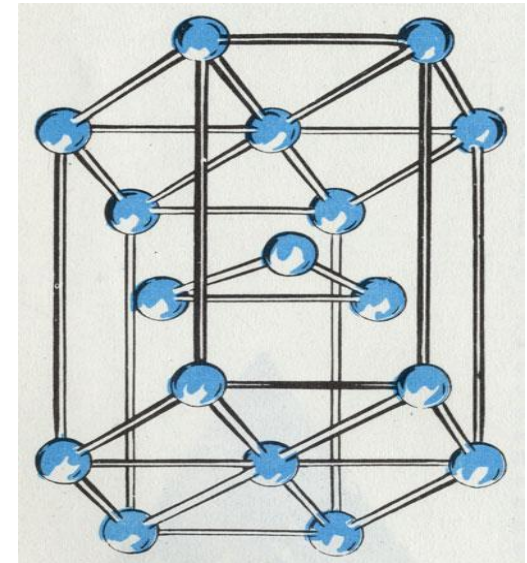
В кубічній граньцентрованій решітці (ГЦК) атоми розташовані у в кутах куба і в центрі кожної грані. Елементарна комірка має 14 атомів.



Такий тип решітки мають метали: Cu, Ni, Au, Pt, Al

## ГЦУ - гексагональна щільна упаковка

У гексагональній щільній решітці (ГЦУ) атоми знаходяться у кутах та центрі основи шестигранної призми. Крім того 3 атоми знаходяться в середній площині призми.



Такий тип решітки мають Ti, Zn, Mn, Cd

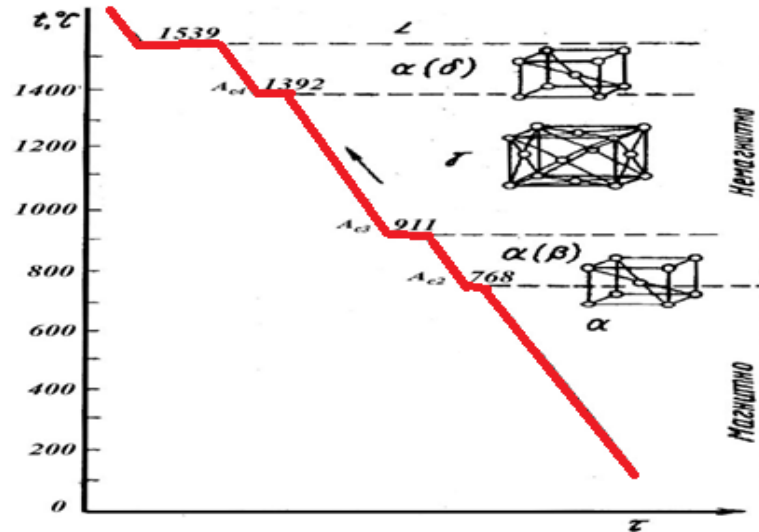
Із зміною температури та тиску параметри решіток можуть змінюватись. Деякі метали при різних температурах ( в твердому стані) мають різну кристалеву решітку, що завжди приводить до зміни їх фізико- механічних властивостей

Існування

одного і того ж металу в декількох кристалевих формах носить назву поліморфізму або алотропії

Перебудова

кристалеві решітці при критичних температурах називається поліморфними перетвореннями



Діаграма поліморфних перетворень при нагріві (охолодженні) заліза.

Залізо - метал срібно білого кольору. Атомний номер - 26, атомна вага - 55,85.

Давайте розглянемо як відбуваються поліморфні перетворення на прикладі заліза

Залізо відомо у 2-х поліморфних модифікаціях - α та α - Fe існує при температурі низчої за 910°C, та висчої за 1392 °C. Температура плавлення заліза - 1539 °C

Для інтервалу температур 1392-1539 °С  $\alpha$  - Fe нерідко визначають як  $\delta$ -Fe. До температурі 768 °С залізо має ферромагнитні властивості. Вище цієї точки магнитні властивості заліза втрачаються ( парамагнетизм).

Критичну точку (768 °С

відповідну магнитному

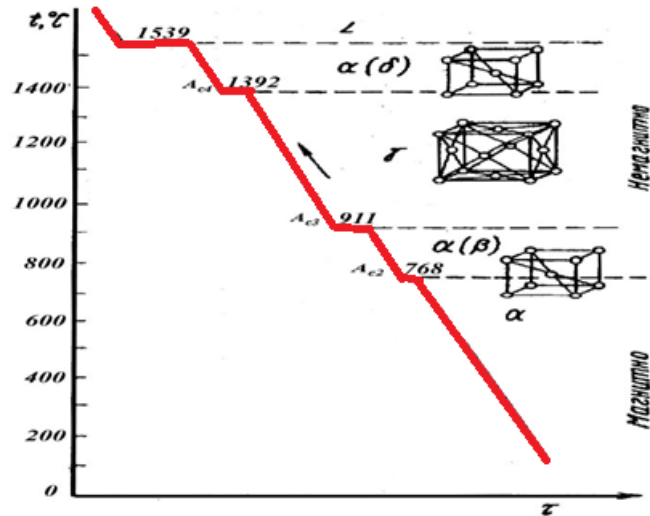
перетворенню, тобто втраті

магнітних властивостей

називають точкою Кюрі і

обозначають  $A_{c2}$  (при нагріві

і  $A_{c2}$  (при охолодженні)



Критичну точку  $\alpha$  -

$\gamma$  перетворювань при

температурі 910 °С

обозначають  $A_{c3}$  (при

нагріві) і  $A_{c3}$  (при

охолодженні)

Діаграма поліморфних перетворювань при нагріві (охолодженні) заліза.

Критичну точку  $\alpha$  -  $\gamma$  перетворювань при температурі 1392 °С обозначають  $A_{c4}$  (

при нагріві) і  $A_{c4}$  (при охолодженні)

Повністю процес усіх поліморфних перетворювань які відбуваються при нагріві заліза зображено на нижчеприведеній діаграмі:

# Кристалева будова сплавів

Під сплавом ( або стопом) розуміють речовину, яка одержана сплавлінням двох або більше елементів. Елементами сплава можуть бути метали і неметали. Ці елементи називаються **компонентами сплава**.

В сплаві крім основних компонентів є і примісі. Примісі бувають корисними, які покращують властивості, і примісі бувають шкідливими, які згіршують його властивості.



Кристалева будова сплаву більш складніша ніж чистого металу, і залежить від взаємодії його компонентів кристалізації.

Компоненти в твердому стані можуть утворювати твердій розчин, хімічне з'єднання і механічну суміш.

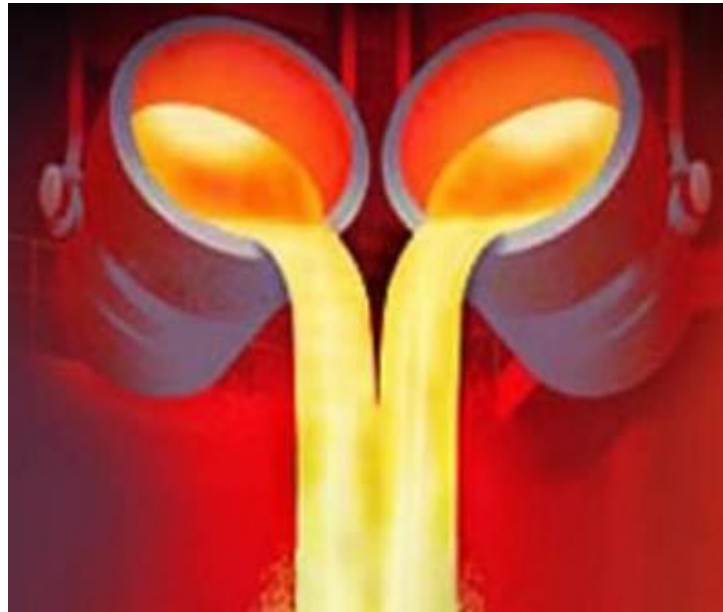
**Твердий розчин** - компоненти сплава взаємно розчинюються один в одному. Один із компонентів зберігає свою кристалеву решітку, а другий компонент у вигляді окремих атомів розподіляються у середині решітки

# Суміші

Суміші бувають випадковими, які попадають в сплав при його приготуванні, і спеціальні, які вводять, щоб придати сплаву необхідні властивості.

## Хімічне з'єднання

- компоненти сплава вступають в хімічну взаємодію. При цьому утворюється нова кристалева решітка і компоненти мають співвідношення по масі.



## Механічна суміш -

компоненти сплава мають повну взаємну нерозчинність і різні кристалеві решітки. Сплав буде складатися із суміші кристалів, які складають її компоненти.

Механічна суміш, яка утворюється при одночасній кристалізації із розплаву називається евтектикою.

# Кристалізація металів

**Кристалізацією металів** називається процес утворення кристалевої решітки в металах і сплавах. Вона буває двох видів - первинна та вторинна

## Первинна

**кристалізація** - це перехід метала або сплава із розчиненого стану в твердий з утворенням кристалевої решітки.

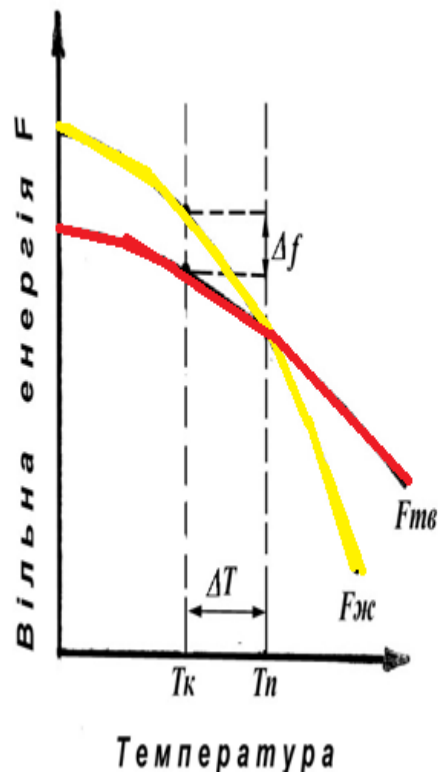


## Вторинна

**кристалізація** - це утворення вторинних кристалів із твердої фази. Вона має місце у металів, для яких характерні поліморфні перетворення.

Кристалізація відбувається при переході системи до більш стійкого, з термодінамічної точки зору стану з меншою вільною енергією ( $F$ ).

Вільна енергія ( $F$ ), або термодінамічний потенціал - це та складова повної енергії речовини, яка обротно змінює свою величину при зміні температури поліморфних перетворень та плавлінні. З підвищенням температури величина вільної енергії зменшується.



Зміну вільної енергії рідкого і твердого стану в залежності від температури

$F_{тв}$  - величина вільної енергії твердої фази

$F_{ж}$  - величина вільної енергії рідкої фази

$T_n$  - температура, яка відповідає рівноважній температурі кристалізації (або плавління) даної речовини. При цій температурі в одночас можуть існувати дві фази - рідка та тверда.

Процес кристалізації при цій температурі не починається

Д.К. Черновим було встановлено, що будь яка кристалізація складається з двох стадій:

## 1. Утворення центрів кристалізації

## 2. Росту кристалів

Поки кристали ростуть вільно, і їх мало, вони мають правильну геометричну форму

(див.малюнок)

Коли кристалів багато, то вони зіткаються один з одним і змінюють свою форму, утворюючи неправильну форму (див.малюнок). В цьому разі вони називаються кристалітами або зернами.

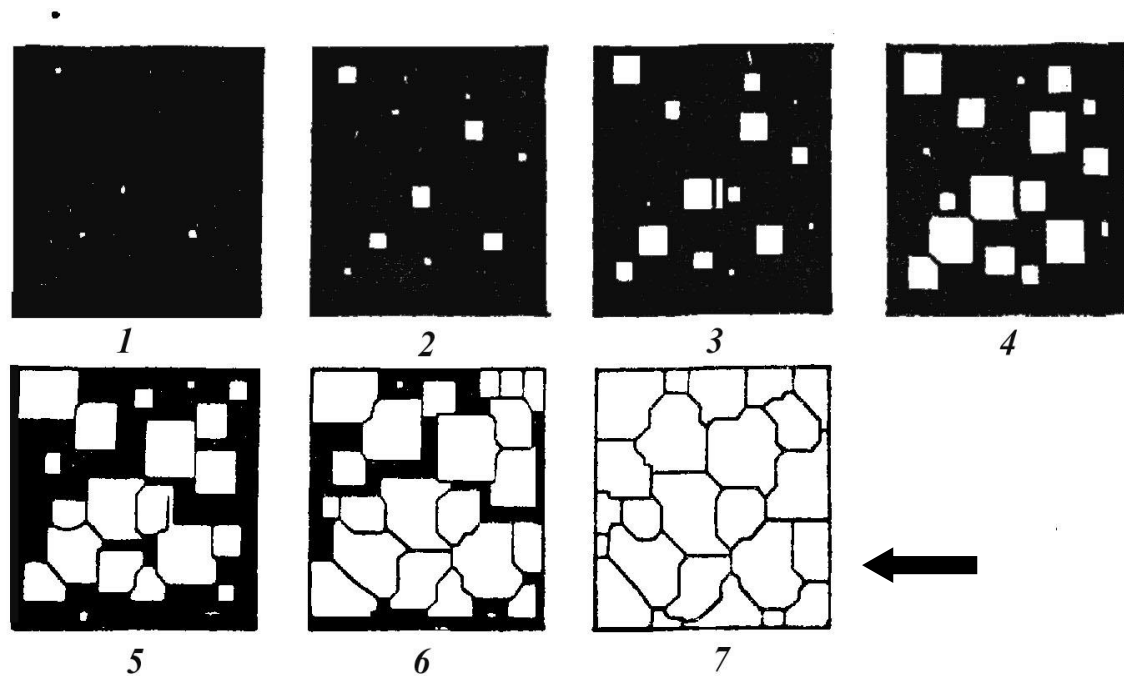


Схема процесу кристалізації металів та сплавів



Щоб кількісно оцінити процес кристалізації було введено 2 параметри

1. Число центрів кристалізації (ЧЦК)

2. Швидкість кристалізації

Щоб одержати якісній

метал або сплав два

вищевказаних параметри

повінні бути: перший -

збільшеним, другий -

зменшеним.

Щоб одержати дрібне

зерно необхідно:

1. Збільшити швидкість охолодження рідкого металу

2. Ввести додатково зародиши

Швидкість кристалізації -

це швидкість збільшення

лінійних розмірів

кристалів

Розмірність - [мм

/сек]

ЧЦК - це кількість

центрів (зародишів),

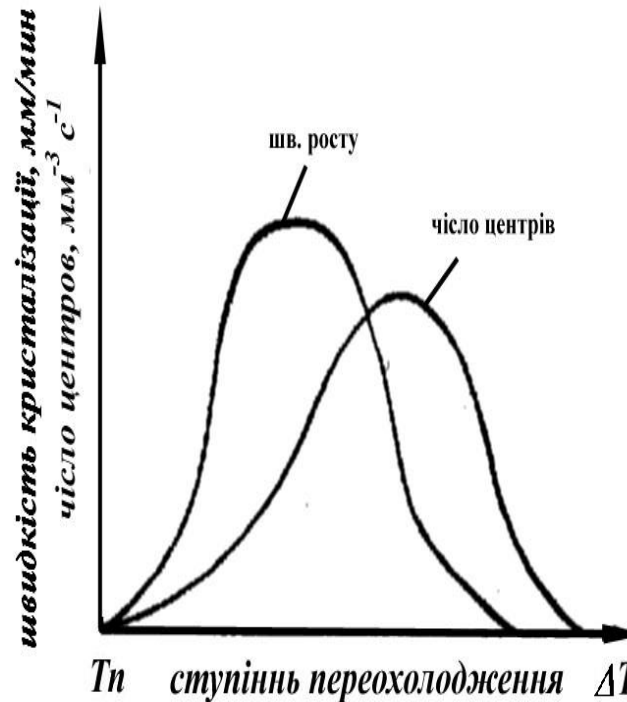
які з'явилися в

одиниці об'єму за

одиницю часу.

Розмірність - [мм<sup>-3</sup>×

сек<sup>-1</sup>]



Число центрів кристалізації і швидкість кристалізації залежать від переохолодження (див. графік)

Цей процес називається **модифікацією**, а самі речовини, які вводять - **модифікаторами**

Кристали, що утворюються при кристалізації можуть мати різну форму в залежності від швидкості охолодження, характеру і кількості примісі.

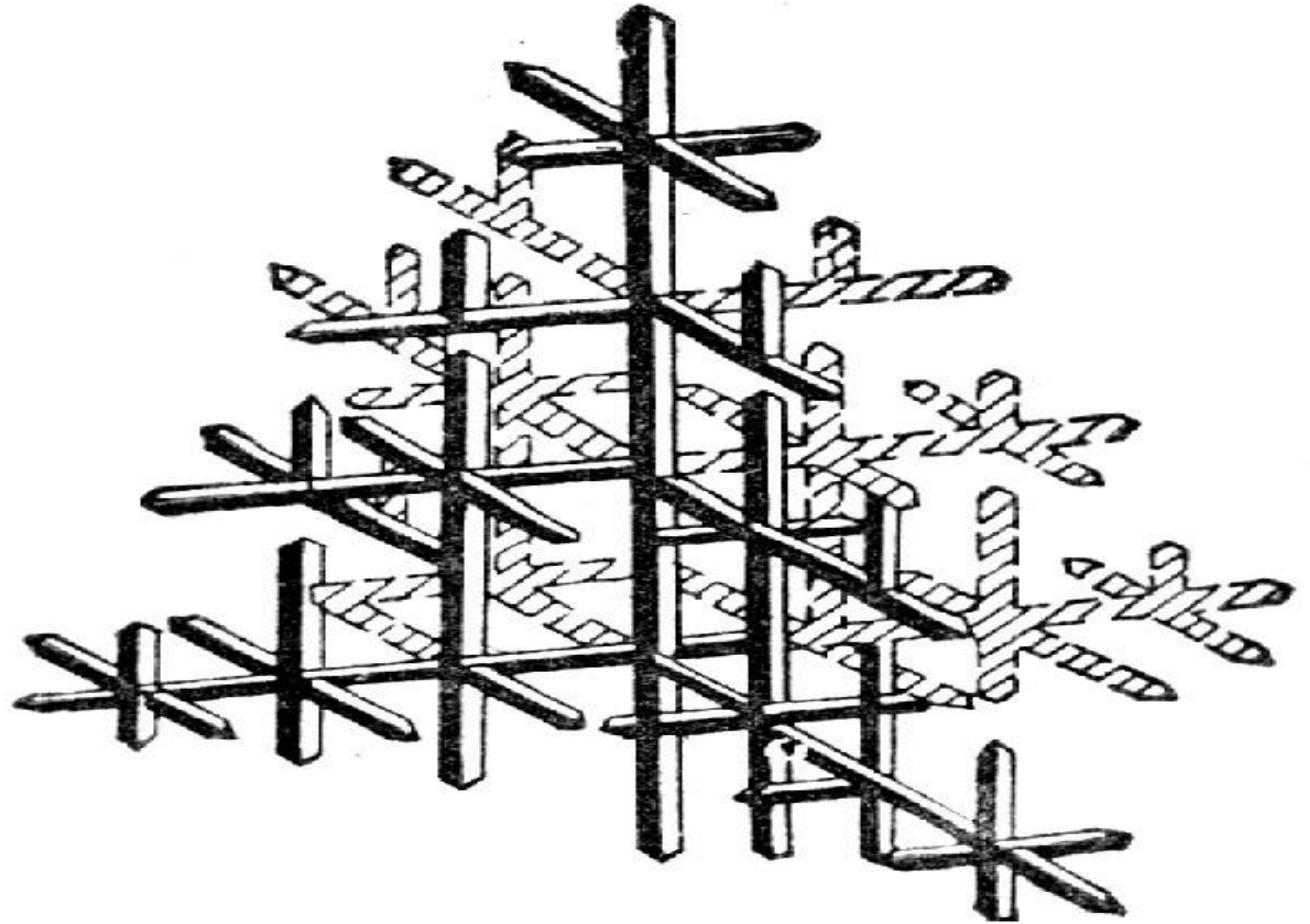


Схема дендріту

Найчастіше утворюються деревовидні кристали, які одержали назву дендритів (див. малюнок)

В результаті нерівномірного відводу тепла в різні сторони кристал росте в напрямку більшого відводу тепла з більшою швидкістю, чим у інших напрямках



# Кафедра технології металів і матеріалознавства

E-mail [diana.borisovna@gmail.com](mailto:diana.borisovna@gmail.com)

Автор: доц. Глушкова Д.Б.

Lekz1\_TKM 1M GDB 05.09.14