



# НАВЧАЛЬНИЙ ПРАКТИКУМ

Лабораторна робота № 5

## ***Вивчення процесу кристалізації***

**Автори: доц. Тарабанова В.П.  
навч. майстер. Ляпін О.О**

***ЛІТЕРАТУРА: Трухов А.П. «Литейные сплавы и плавка», 2005 г.***

# Вивчення процесу кристалізації

**Мета роботи** – ознайомитися з послідовністю процесу кристалізації частин відливка, видами кристалізації, вивчити параметри, що характеризують кристалізацію, і способи одержання дрібнозернистої структури відливка.

## Обладнання, прилади та матеріали

1. Біологічний мікроскоп
2. Предметні стекла
3. Пересичені розчини солей
4. Водяна ванна для підігріву розчину



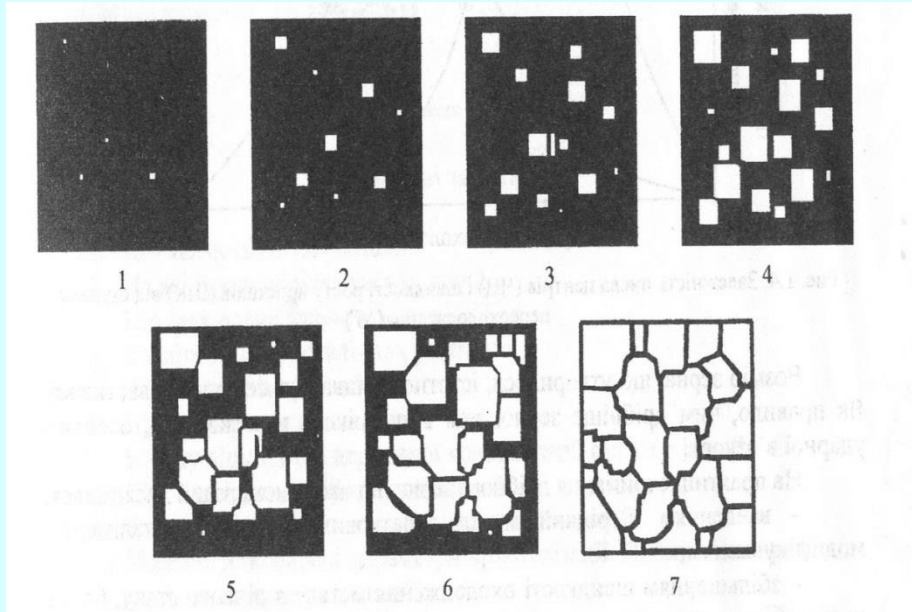
## **Теоретичні ОСНОВИ роботи**

**Кристалізація** – це процес утворення і росту кристалів. Розрізняють первинну і вторинну кристалізацію.

**Первинна кристалізація** – це перехід з рідкого до твердого стану. При кристалізації відбувається утворення кристалічної решітки. Первинна кристалізація притаманна всім кристалічним тілам.

**Вторинна кристалізація** – це утворення кристалів нового типу в твердому стані. Цей вид кристалізації має місце в тих випадках, коли проходить поліморфне перетворення, тобто перехід з однієї решітки в іншу.

# Послідовність процесу кристалізації



Кристалізація відбувається за рахунок двох процесів – утворення зародків кристалів і їх росту. Доки **кристали** не зіткнуться, вони мають правильну форму рис 1-4

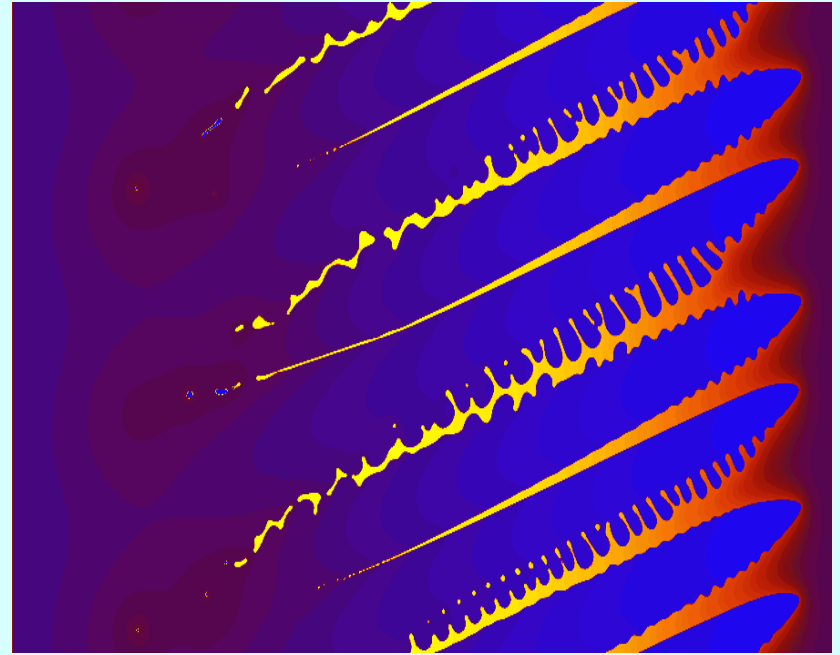
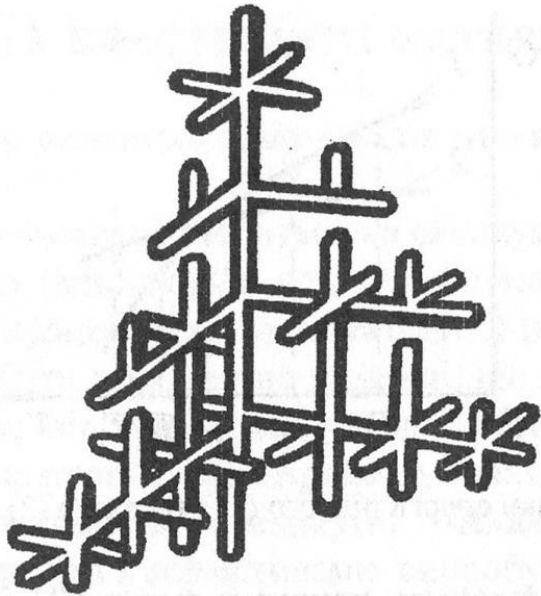
В міру розвитку кристалізації зародки розростаються, зіштовхуються і втрачають свою первинну форму. Рис 5-7 По закінченню цього процесу утворюються кристали довільної форми і називаються вони **зернами** або **кристалітами**.

Переход металла из жидкого или парообразного состояния в твердое с образованием кристаллической структуры называется процессом кристаллизации.



## Утворення дендритів

Кристали часто ростуть у вигляді **дендритів** – деревоподібних кристалів, які утворюються внаслідок неоднакової швидкості їх зростання в різних напрямках.



# Дендрит - это древовидное кристаллическое образование, довольно случайное по своей природе.



Снежинки - это ледяные дендриты.



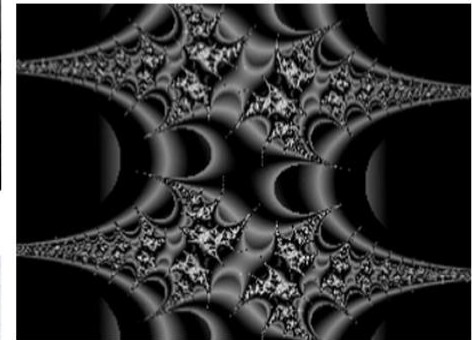
Дендрит, образовавшийся при кристаллизации вещества из раствора, проникшего в трещины пород.



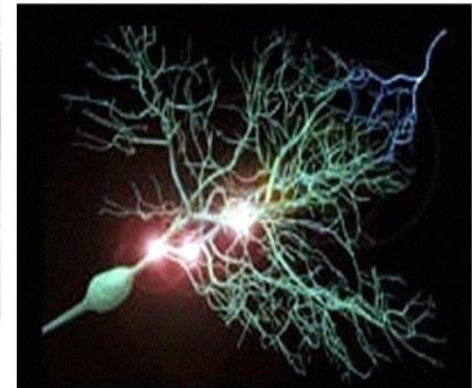
Дендрит в металлическом расплаве.



Амальгама серебра.  
Дендритовая пластина толщиной до 2 мм из трещины в аргиллите.



Дендрит нефти образуется при заполнении нефтяных скважин водой.



Дендритом также называют чувствительный отросток нервной клетки.

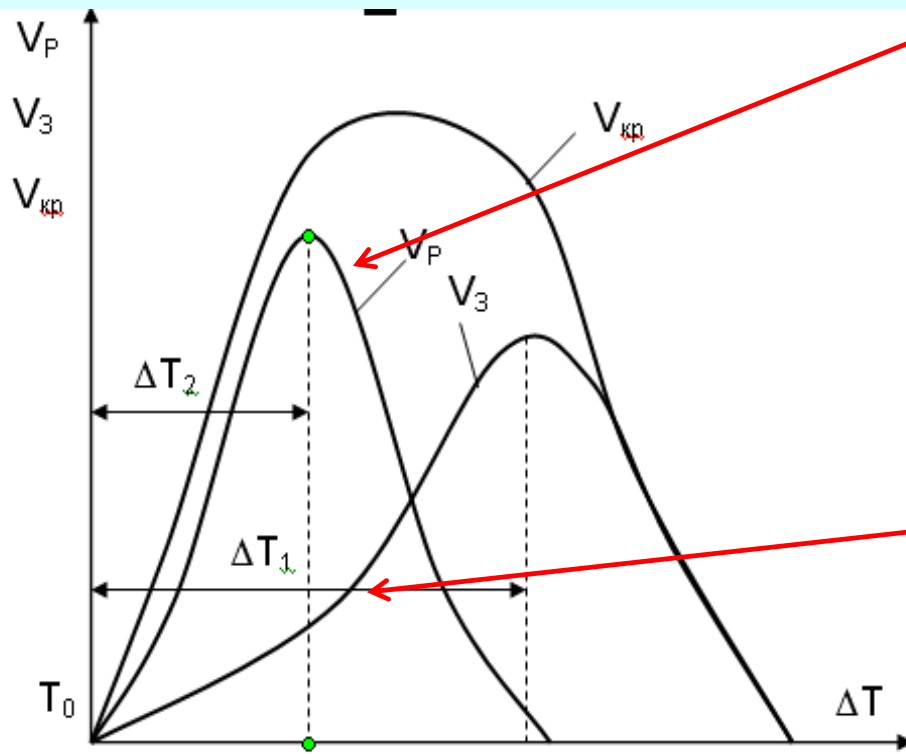
# Параметри процесу кристалізації

Швидкість зародження і швидкість росту залежать від ступеню переохолодження. Виражаються кривою з максимумом. **Ступенем переохолодження ( $\Delta T$ )** – називається різниця між рівноважною температурою (коли енергії твердого і рідкого стану однакові) і дійсною температурною кристалізації.

Залежно від ступеня переохолодження при кристалізації може формуватися зерно різного розміру. Розмір зерна суттєво впливає на властивості: чим воно дрібніше, тим вищий комплекс властивостей.

**Залежність швидкості росту центрів кристалізації і швидкості їх зародження від ступеня переохолодження**

Рушійною силою кристалізації є зміна вільної енергії. Процес кристалізації кількісно визначається двома параметрами: швидкістю зародження центрів кристалізації ( $V_z$ ) і швидкістю їх росту ( $V_p$ ).



**Швидкість росту ( $V_p$ )** – це збільшення лінійного розміру кристала за одиницю часу.

**Швидкість зародження ( $V_z$ )** – це кількість зародків, які утворилися в одиниці об'єму за одиницю часу.



**Дрібне зерно можна отримати двома способами:**

**1) досягти такого ступеня переохолодження, щоб швидкість утворення зародків ( $I_z$ ) була великою, а швидкість їх росту ( $I_p$ ) – мала. На рис. це відповідає ступеню переохолодження ( $\Delta T_2$ );**

**2) модифікуванням, тобто введенням в рідкий метал певних речовин, які утворюють центри кристалізації, завдяки чому подрібнюється зерно.**

### ***Випадок перший***

Якщо всі частини відливка охолоджуються приблизно одночасно, то усадкова пористість відливка буде невелика. Тому для забезпечення одночасного твердіння відливка потрібно, щоб він мав однакову товщину стінок.

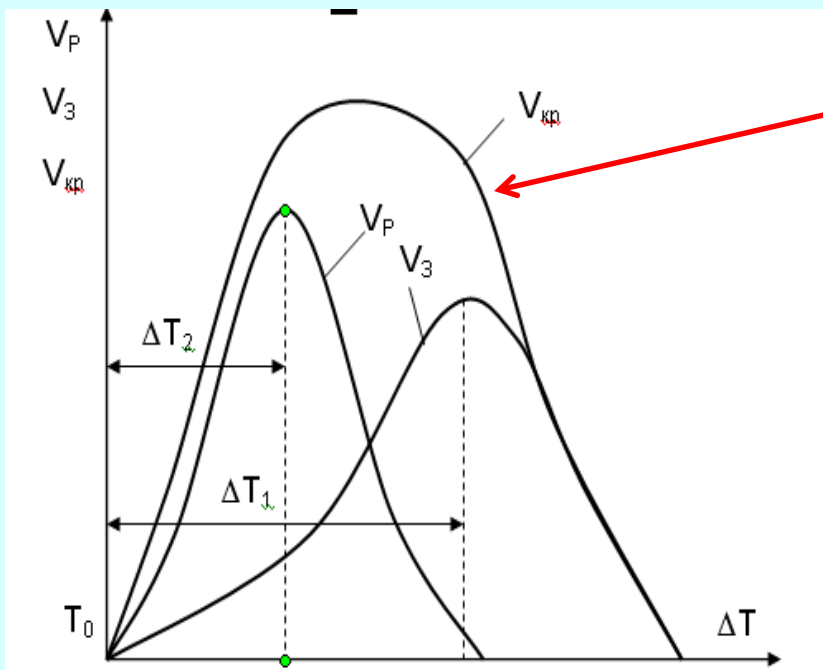
### ***Випадок другий***

Якщо відливок має невелику різностінність, то одночасне твердіння може бути досягнуте підводом живильників до більш тонких її частин і охолодження місць скупчення металу відливка або його теплових вузлів за допомогою холодильників.

### ***Випадок третій***

Якщо у відливків велика різностінність, слід забезпечити направлене твердіння. У цьому випадку різностінний відливок твердішає від своїх тонких частин до більш товстих і далі у напрямі до прибутка, який заповнюється наприкінці найгарячішим металом.

# Умови утворення скла з аморфною структурою



Аналізуючи характер кривої загальної кристалізації **Икр** (рис.) видно, що при великому ступені переохолодження швидкість кристалізації знижується до нуля.

Це означає, що кристали не можуть утворитися, і матеріал твердне у вигляді скла з аморфною структурою. Такий процес називається **склуванням**.

**Металеві стекла** одержують при дуже великому переохолодженні в малому перерізі, вони мають вигляд **тонких аморфних стрічок** і характеризуються високою хімічною активністю, високою міцністю, твердістю, зносостійкістю і високою пластичністю.

## **Порядок виконання роботи**

Вивчення процесу кристалізації проходить на прикладі кристалізації солей з пересичених розчинів. Для цього робота проводиться на 4-х видах солей. Кристали солей відрізняються формою і різним терміном проходження стадій кристалізації, але порядок проведення експерименту однаковий.

**1. Налаштувати мікроскоп.**

**2. Нанести на предметне скло краплину пересиченого розчину солі, нагрітого у водяній ванні.**

**3. Вивчити за допомогою мікроскопа хід процесу кристалізації і зарисувати основні етапи:**

- утворення зародків;**
- ріст зародків;**
- утворену структуру після закінчення кристалізації.**

**4. Проаналізувати одержані результати.**

## ***Оформлення звіту***

**Звіт повинен містити:**

- 1. Мету роботи.**
- 2. Стислий виклад теоретичних основ роботи.**
- 3. Рисунки етапів процесу кристалізації солей.**

## ***Контрольні запитання***

- 1. Що таке кристалізація? Які види кристалізації існують?**
- 2. З яких стадій складається процес кристалізації?**
- 3. Якими параметрами характеризують кристалізацію?**
- 4. Що таке ступінь переохолодження?**
- 5. Які кристали називають дендритами?**
- 6. Які фактори впливають на розмір зерна закристалізованого металу?**
- 7. Що таке модифікування?**
- 8. Що таке направлене твердіння?**
- 9. Що таке металеві стекла і як їх отримують?**

# Завдання до самотійної роботи

- 1. Укажіть призначення модифікаторів II роду при кристалізації*
- 2. Визначте призначення віброобробки розплава в формі*
- 3. Поясніть взаємозв'язок між розмірами зерна і механічними властивостями*

***ЛІТЕРАТУРА:** Трухов А.П. «Литейные сплавы, и плавка», 2005г, с 50-55*