

# **Тема 4.2** Вплив елементів, що входять до складу сталі, на її властивості.

- 1. Вплив вуглецю на властивості сталі.**
- 2. Постійні домішки в сталях.**
- 3. Спеціальні домішки.**

**Сталь** – це цінний конструкційний матеріал, з нього виготовляють різні деталі для машин та обладнання: зубчасті колеса; корпуси верстатів, труби і багато іншого.

Крім основи (**заліза - Fe і вуглецю - C**) в сталях в невеликих кількостях присутні домішки.

**Сталь =**

- Залізо (Fe)** - основний компонент
- +
- Вуглець (C)** - вміст менше 2,14%
- +
- Домішки**
- +
- Спеціальні (легуючі) добавки**

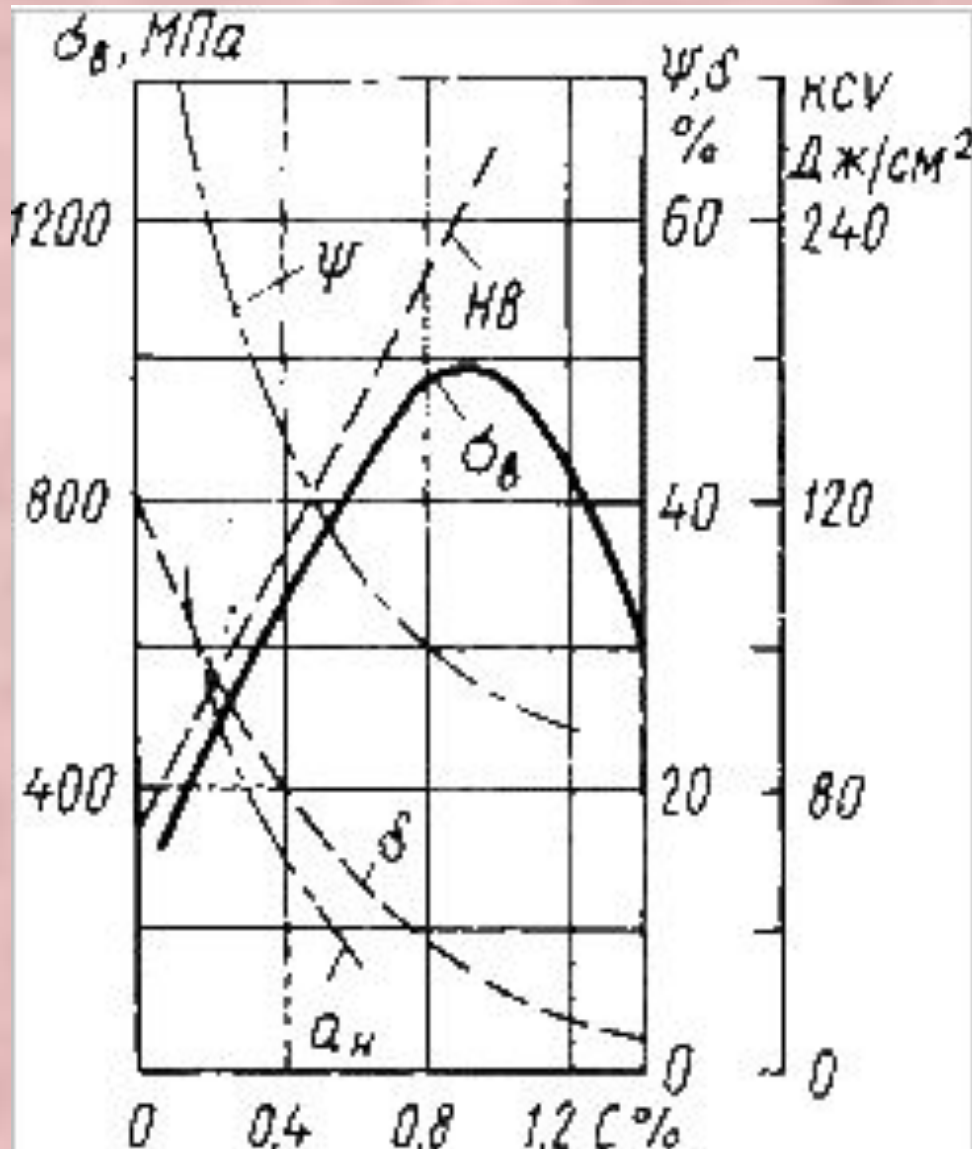
На властивості сталей впливають постійні домішки, які в них містяться: **шкідливі** – сірка, фосфор, кисень, азот, водень; **корисні** – кремній, марганець та інші.

Ці домішки потрапляють в сплав з:

- **руди** (сировина для виготовлення сталі) – сірка та фосфор;
- **металевого лому** – хром, нікель та інші;
- **в процесі розкислення** – кремній та марганець.

Технологічні домішки необхідні для здійснення металургійного процесу виплавки сталі.

# Вплив вуглецю (С) на механічні властивості сталі:



- міцність сталі ( $\sigma_B$  - границя міцності при розтязі);
- твердість (НВ твердість за Брінеллем);
- в'язкість сталі ( $\psi$  - ударна в'язкість);
- пластичність ( $\delta$  - відносне видовження).

# Вуглець впливає і на технологічні властивості сталі:

- підвищення вмісту вуглецю погіршує ливарні властивості сталі (використовуються сталі з вмістом вуглецю до 0,4%);
- з ростом вмісту вуглецю в сталі погіршується її оброблюваність тиском і різанням, а також зварюваність (сталі добре зварюються, якщо кількість вуглецю в них не перевищує 0,25%).

# Постійні домішки в сталях:

- **корисні** - марганець, кремній (вводяться в процесі виплавки сталі для розкислення, вони є технологічними домішками);
- **шкідливі** - фосфор, сірка (сірка потрапляє в сталь з чавуну);
- **приховані домішки** - гази (азот, кисень, водень) - потрапляють в сталь при виплавці.



## **Mn** – марганець (0,5 ...

**0,8%):**  
- підвищує міцність, не знижуючи пластичності;

- знижує красноломкість сталі.



Манганит - марганцевий мінерал.



## **С - кремній 0,35 ... 0,4%:**

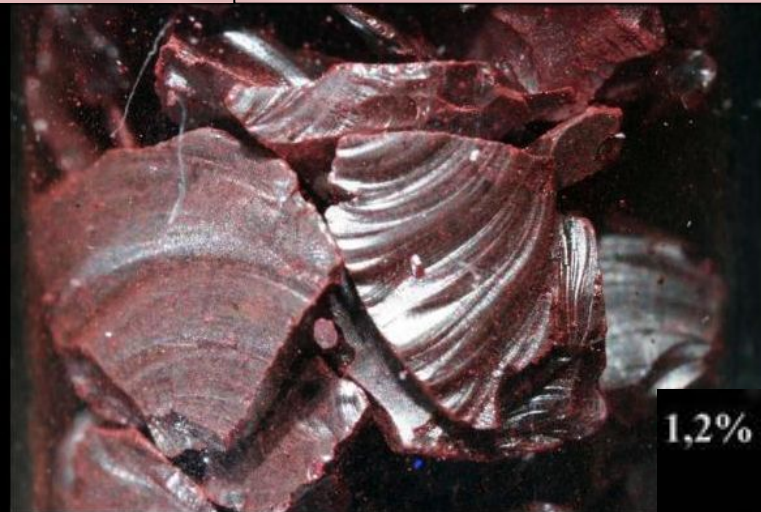
- підвищує міцність сталі;
- незначно знижує пластичність.





# **P – фосфор (0,025 ... 0,045%):**

- знижує пластичність;
- сприяє появі холодноламкості (властивість ставати крихкими у холодному стані);
- сприяє ліквідації у виливків.



1,2% Фосфор



**Ліквация** – неоднорідність хімічного складу сплаву, що виникає при його кристалізації.

До таких елементів, що називаються ліквуючими, в сталях відносяться **сірка, фосфор та вуглець**.

## **S** – сірка (0,025 ... 0,06%):

- викликає червоноломкість (підвищення крихкості при високих температурах);
- знижує механічні властивості, особливо ударну в'язкість і пластичність;
- погіршує зварюваність і корозійну стійкість.



Sulfur Photo from MIT, courtesy of the Smithsonian Institution

# **Приховані домішки - гази (азот, кисень, водень)**

**Ці домішки підвищують поріг холодноламкості і знижують опір крихкому руйнуванню. Неметалеві включення (оксиди, нітриди), що є концентраторами напружень, значно знижують витривалість і в'язкість сталі.**

**Дуже шкідливим є розчинений в сталі водень, який призводить до крихкості сталі, до утворення в заготовках і поковках тріщин.**

**Якщо водень знаходиться в поверхневому шарі, то він видаляється в результаті нагрівання при 150...180° С, краще в вакуумі. Для видалення прихованих домішок використовують вакуумування.**

# Спеціальні домішки

Спеціальні домішки вводяться в сталь для отримання заданих властивостей.

Такі домішки називаються легуючими елементами, а сталі - **легованими**.

**Легування** - введення до складу металевих сплавів легуючих елементів для отримання певних фізичних, хімічних або механічних властивостей.



# ***Особливі властивості сталей:***

- \* теплостійкість;**
- \* жароміцність;**
- \* корозійна стійкість.**

**Особливі властивості сталі досягаються шляхом легування наступними елементами:**



# Хром:

- збільшує прогартованість сталі;
- сприяє появі однакової твердості по всьому перетину;
- підвищує стійкість до спрацювання;
- підвищує жароміцність.

**Сталі і сплави з особливими хімічними властивостями (стійкі до корозії) містять не менше 12,5—13 % Сг.**

**Сталі з високим вмістом хрому и нікелю стійкі в агресивних середовищах.**



# Нікель:

- Полегшує прокатування;
- Підвищує границю текучості та міцності;
- Зменшує чутливість до перегрівання;
- Підвищує корозійну стійкість;
- Прискорює тверднення виливків;
- Впливає на магнітні властивості.

# Ванадій:

- Сприяє утворенню дрібнозернистої структури;
- Підвищує міцність і в'язкість;
- За температур нижче  $0^{\circ}\text{C}$  – ударну в'язкість.





## Теплостійкі сталі

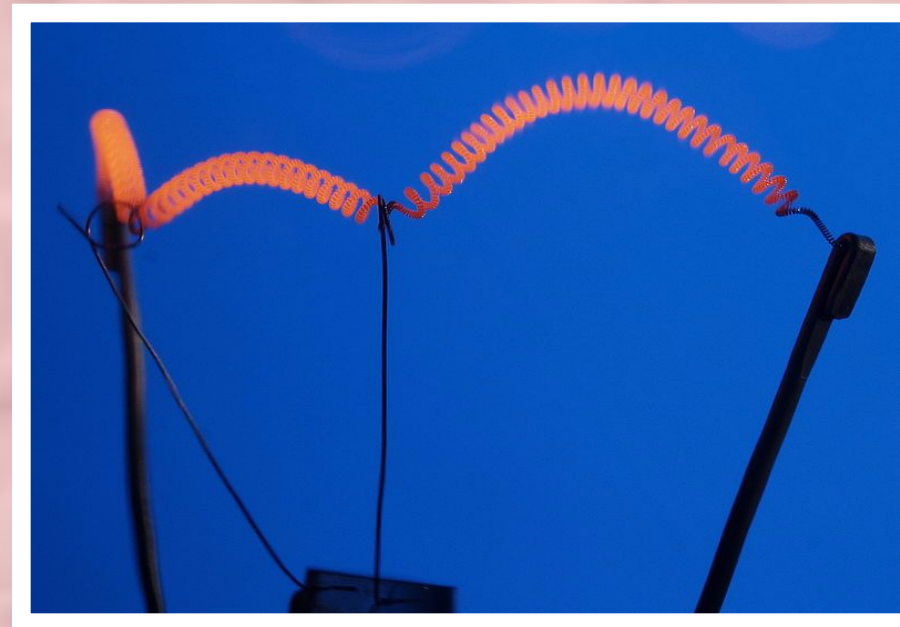
це низьколеговані сталі з обов'язковим вмістом **ХРОМУ** і **МОЛІБДЕНУ**, що працюють тривалий час при температурі до 600°C.



Вони дешеві, технологічні; з них виготовляють відливки, прокат, поковки; їх використовують для виготовлення зварювальних конструкцій: турбін, паропроводів, котлів и т.п.

# Вольфрам:

- Підвищує стійкість інструментів;
- Сприяє утворенню усадкових раковин.



# Контрольні питання:

1. Що є основними компонентами сталі?
2. Які домішки входять до складу сталі?
3. Що відносять до корисних, а що до шкідливих домішок у сталі?
4. Як домішки потрапляють в сталь?
5. Як вуглець(C) впливає на властивості сталі?
6. Які властивості сталі надають марганець та кремній?
7. Як на властивості сталі впливають сірка та фосфор?
8. Які властивості сталі надають приховані домішки?
9. Що називають легуванням?
10. Які ви знаєте особливі властивості сталі?
11. Які легуючі елементи ви знаєте?