

# Хімічне виробництво сталі

Підготувала

Учениця 11-Б класу

Терещенко Крістіна

# Зміст:

1. Що таке сталь?
2. Сировина для виробництва сталі
3. Способи переробки чавуну на сталь
  - a) Конверторний спосіб
  - b) Мартенівський спосіб
  - c) Електротермічний спосіб

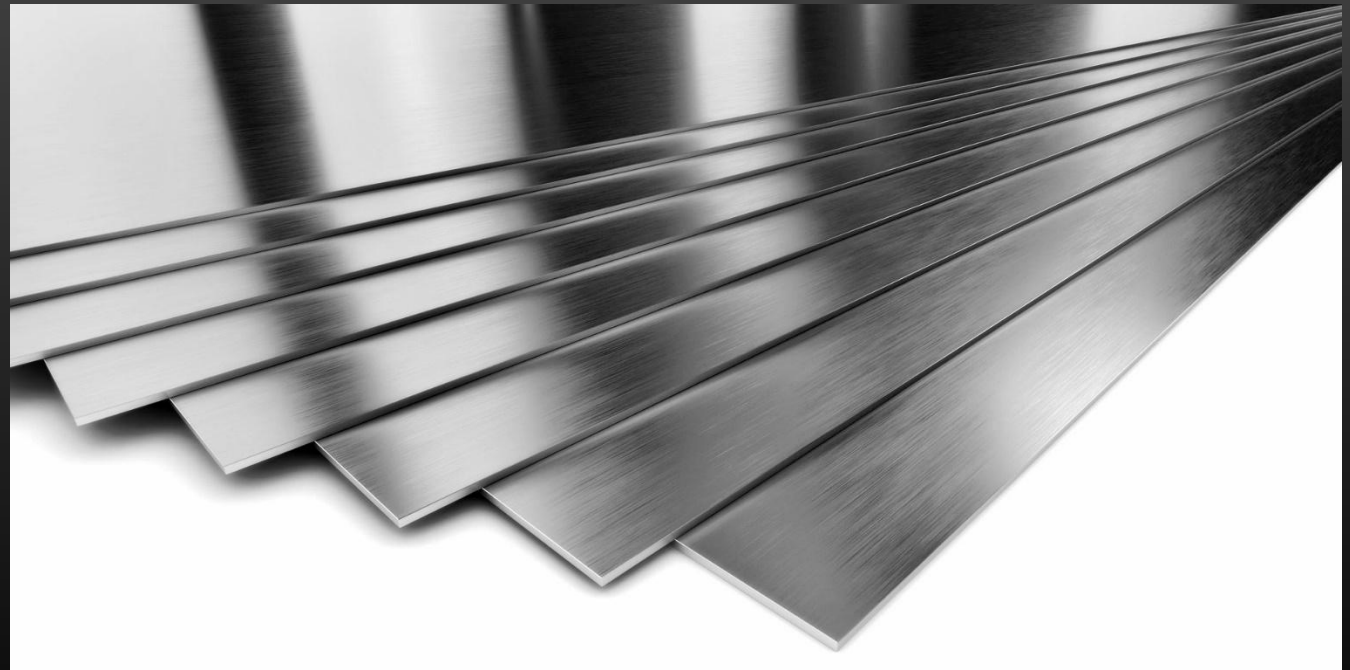


# Що таке сталь?

**Сталь**, або **криця** — сплав заліза з вуглецем, який містить від 0,02 до 2,14 % вуглецю і домішок (кремній, марганець, сірка, фосфор та газу)

За вмістом вуглецю в сталі  
поділяють на дві групи:

1. м'яка сталь, або технічне залізо (містить до 0,3 % вуглецю)
2. тверда сталь (містить від 0,3 до 2,14 % вуглецю)



# Сировина для виробництва сталі

Сировиною для виробництва сталі є:

- переробний чавун;
- флюси;
- кисень;
- металобрухт;
- залізна руда;
- інколи природний газ.



# Способи переробки чавуну на сталь

Суть процесу перероблення чавуну на сталь полягає у зменшенні до потрібної концентрації вмісту вуглецю і шкідливих домішок — фосфору і сірки, які роблять сталь крихкою і ламкою.

Існують такі способи переробки:

- a) Конверторний спосіб
- b) Мартенівський спосіб
- c) Електротермічний спосіб

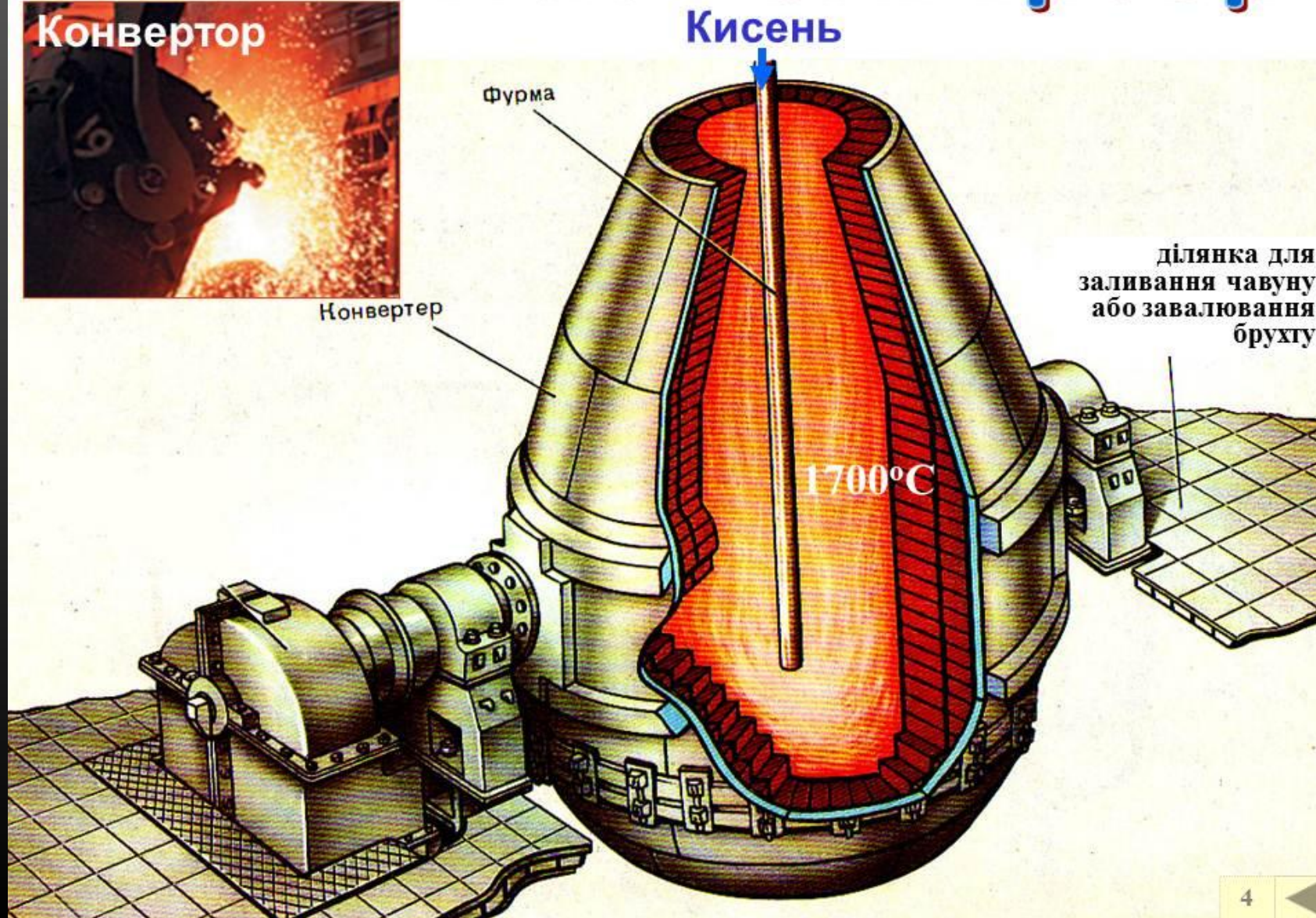
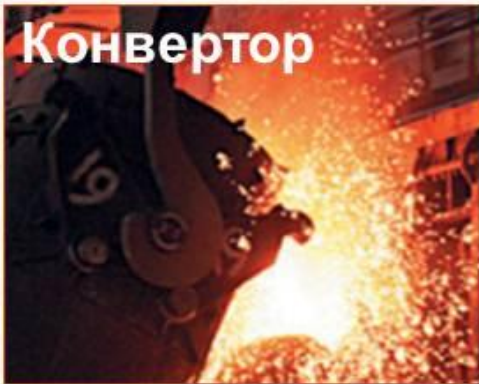


# Конверторний спосіб

За цим способом окиснювання надлишку вуглецю та інших домішок чавуну проводять киснем повітря, який продувають крізь розплавлений чавун під тиском у спеціальних печах — конверторах. Конвертор — це грушоподібна сталева піч, обфутерована всередині вогнетривкою цеглою. Він може повертатися навколо своєї осі. Місткість конвертора 50—60 т сталі.

1. Кисневий струмінь при попаданні в рідкий чавун насамперед окиснює залізо з утворенням його закису ( $\text{FeO}$ ):  **$2 \text{Fe} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{FeO}$** .
2. Закис заліза частково переходить у шлак, а частково розчиняється в рідкому металі, що сприяє окисненню інших складових чавуну: одні з них згорають і утворюють шлак, інші — видаляються у вигляді газів. Вигоряння вуглецю починається з перших хвилин продувки:  **$\text{C} + \text{FeO} \rightarrow \text{Fe} + \text{CO}$** .
3. Водночас з ним окиснюються марганець і силіцій:  
 **$\text{Mn} + \text{FeO} \rightarrow \text{Fe} + \text{MnO}$** ,  
 **$\text{Si} + 2 \text{FeO} \rightarrow 2 \text{Fe} + \text{SiO}_2$** .
4. Для видалення фосфору в шлак його необхідно зв'язати з киснем в фосфорний ангідрид ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ). Ошлакування фосфору здійснюється доданням флюсу — вапна:  
 **$2 \text{P} + 5 \text{FeO} + 4 \text{CaO} \rightarrow 4 \text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5 + 5 \text{Fe}$** .
5. Крім того, у розплаві протікають реакції прямого відновлення заліза:  
 **$\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$** ,  
 **$2 \text{Mn} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{MnO}$**  і т. д.

# Кисневий конвертор



# Мартенівський спосіб

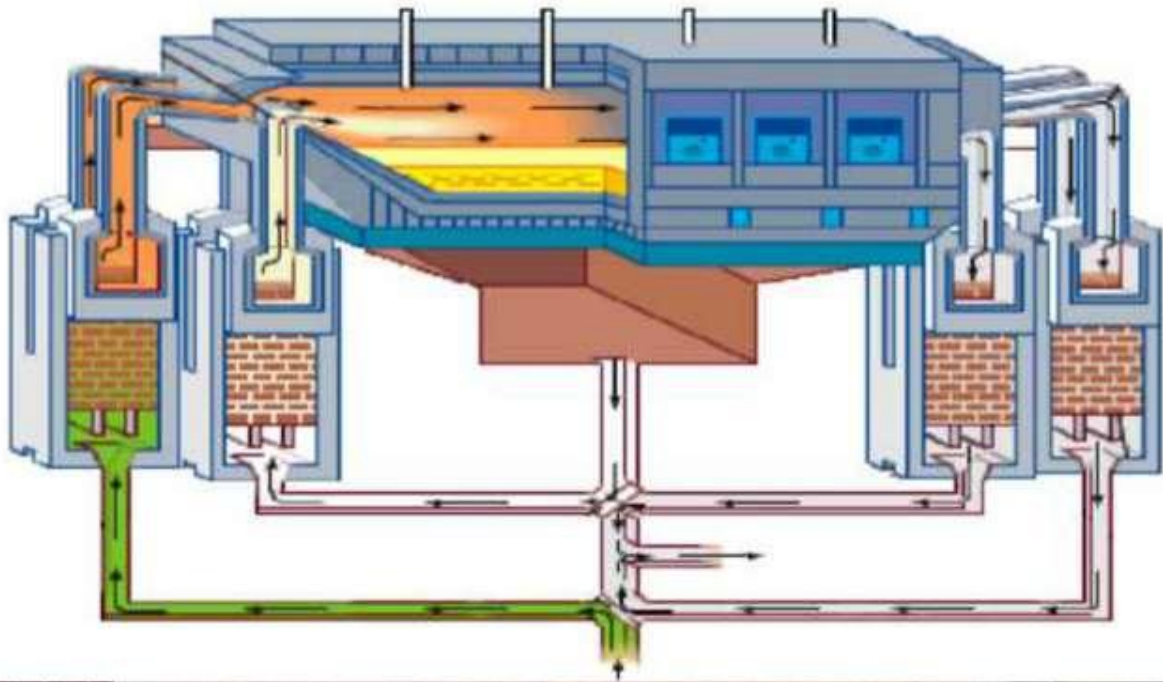
Мартенівський спосіб відрізняється від конверторного тим, що випалювання надлишку вуглецю в чавуні відбувається за рахунок не лише кисню повітря, а й кисню оксидів заліза, які додаються у вигляді залізної руди та іржавого залізного брухту. Мартенівська піч складається з плавильної ванни, перекритої склепінням з вогнетривкої цегли, і особливих камер регенераторів для попереднього підігріву повітря і горючого газу. Плавильні ванни потужних мартенівських печей мають довжину до 16 м, ширину до 6 м і висоту понад 1 м. Місткість таких ванн досягає 500 т сталі. В плавильну ванну завантажують залізний брухт і залізну руду. До шихти додають також вапняк як флюс. Температура печі підтримується при 1600—1650 °С і вище. Вигоряння вуглецю і домішок чавуну в перший період плавки відбувається головним чином за рахунок надлишку кисню в горючій суміші за тими ж реакціями, що і в конверторі, а коли над розплавленим чавуном утвориться шар шлаку — за рахунок оксидів заліза :

1.  $4\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{Si} = 8\text{Fe} + 6\text{SiO}_2$
2.  $2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{Mn} = 4\text{Fe} + 6\text{MnO}$
3.  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{C} = 2\text{Fe} + 3\text{CO} \uparrow$
4.  $5\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{P} = 10\text{FeO} + \text{P}_2\text{O}_5$
5.  $\text{FeO} + \text{C} = \text{Fe} + \text{CO} \uparrow$

Внаслідок взаємодії основних і кислотних оксидів утворюються силікати і фосфати, які переходять у шлак. Сірка теж переходить у шлак у вигляді сульфїду кальцію:

6.  $\text{MnO} + \text{SiO}_2 = \text{MnSiO}_3$
7.  $3\text{CaO} + \text{P}_2\text{O}_5 = \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
8.  $\text{FeS} + \text{CaO} = \text{FeO} + \text{CaS}$





Мартенівська піч



# Електротермічний спосіб

Електротермічний спосіб має перед мартенівським і особливо конверторним цілий ряд переваг. Цей спосіб дозволяє одержувати сталь дуже високої якості і точно регулювати її хімічний склад.

Доступ повітря в електропіч незначний, тому значно менше утворюється монооксиду заліза  $\text{FeO}$ , що забруднює сталь і знижує її властивості.

Температура в електропечі — не нижче  $2000\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Це дозволяє проводити плавку сталі на сильно основних шлаках (які важко плавляться), при яких повніше видаляється фосфор і сірка. Крім того, завдяки дуже високій температурі в електропечах можна легувати сталь тугоплавкими металами — молібденом і вольфрамом.

Але в електропечах витрачається дуже багато електроенергії — до  $800\text{ кВт}\cdot\text{год}$  на  $1\text{ т}$  сталі. Тому цей спосіб застосовують лише для одержання високоякісної спецсталі.

Електропечі бувають різної місткості — від  $0,5$  до  $180\text{ т}$ . Футеровку печі роблять звичайно основною (з  $\text{CaO}$  і  $\text{MgO}$ ). Склад шихти може бути різний. Інколи вона складається на  $90\%$  із залізного брухту і на  $10\%$  із чавуну, інколи у ній переважає чавун з добавками у певній пропорції залізної руди і залізного брухту. До шихти додають також вапняк або вапно як флюс. Хімічні процеси при виплавці сталі в електропечах ті ж самі, що і в мартенівських печах.

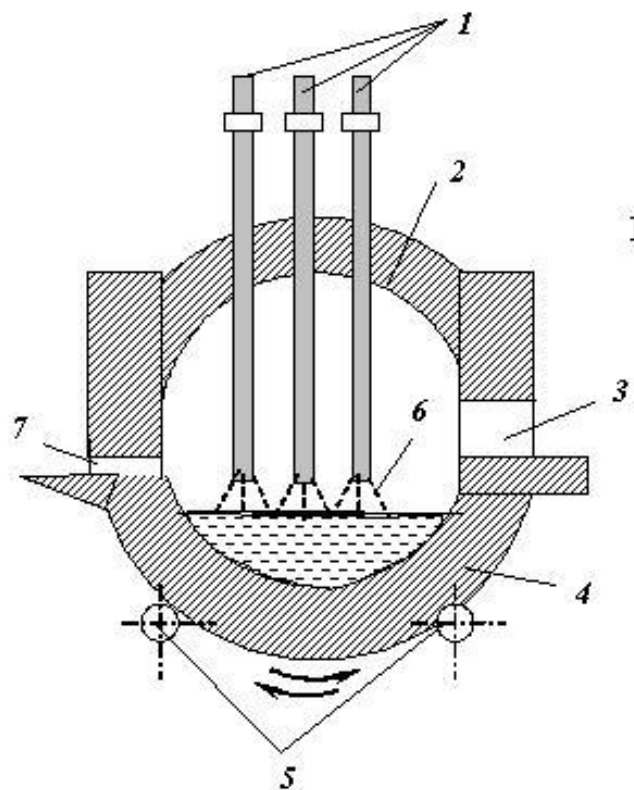


Рис. – Схема електродугової печі.

- 1 – електроди,
- 2 – склепіння,
- 3 – завантажувальне вікно,
- 4 – корпус,
- 5 – механізм нахилу печі,
- 6 – електродуга,
- 7 – лійка.

