

Тема: Сталі

Виробництво сталі



- 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.



З історії

- Сталь отримано з чавуну у II ст. до нашої ери китайськими металургами. Спосіб отримав назву «сто очищувань» і полягав у багаторазовому інтенсивному обдуванні повітрям розплавленого чавуну під час його перемішування. Це призводило до зменшення частки вуглецю в металі й наближення його до властивостей сталі.
- У Європі подібний спосіб пудлінгування освоєно лише у другій половині XVIII ст.



Генрі Бессемер

- Засновником сталеплавильного виробництва варто вважати Генрі Бессемера (1813-1898).
- У 1885 р. він уперше одержав ковке залізо, точніше сталь, шляхом продувки повітрям 5 кг сирого чавуну, розплавленого в тиглі з вогнетривкої глини.
- Виявилося, що при продувці повітрям розплавлений чавун не тільки не прохолоджується, як припускали колись, але, навпаки, його температура зростає настільки, що ванна залишається рідкою, хоча сталь, що утворюється з чавуну завдяки продувці, має більш високу температуру плавлення.
- 17 жовтня 1855 р. Бессемер одержав англійський патент на свій винахід.



- Перші кроки Бессемер робив у закритому тиглі, продуваючи розплав повітрям крізь введену зверху трубу. Тигель був установлений у печі - Бессемер не знав, що в цьому випадку додатковий підігрів не потрібний

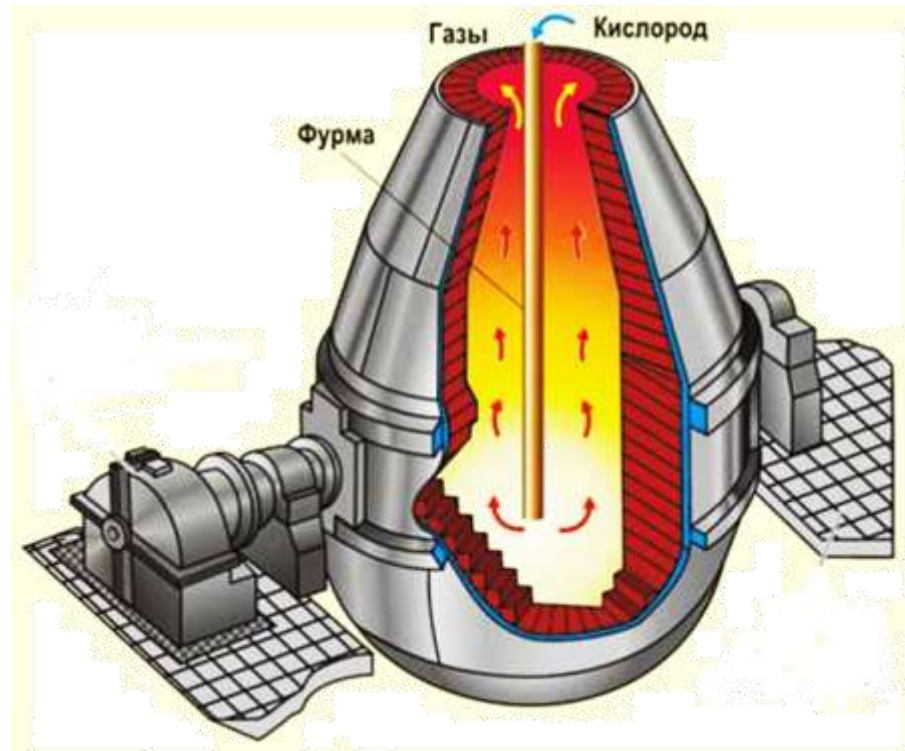


Сідней Джилкрист Томас

- Головною проблемою було очищення чавуну від фосфору.
- Серед багатьох металургів, які намагалися розв'язати цю проблему, першим досяг успіху Сідней Джилкрист Томас.
- Сідней Джилкрист Томас (1850-1883) отримав у конвертері сталь з фосфористого чавуну
- Томас подав першу заявку на спосіб одержання сталі, що пізніше був названий його ім'ям.



Конвертер

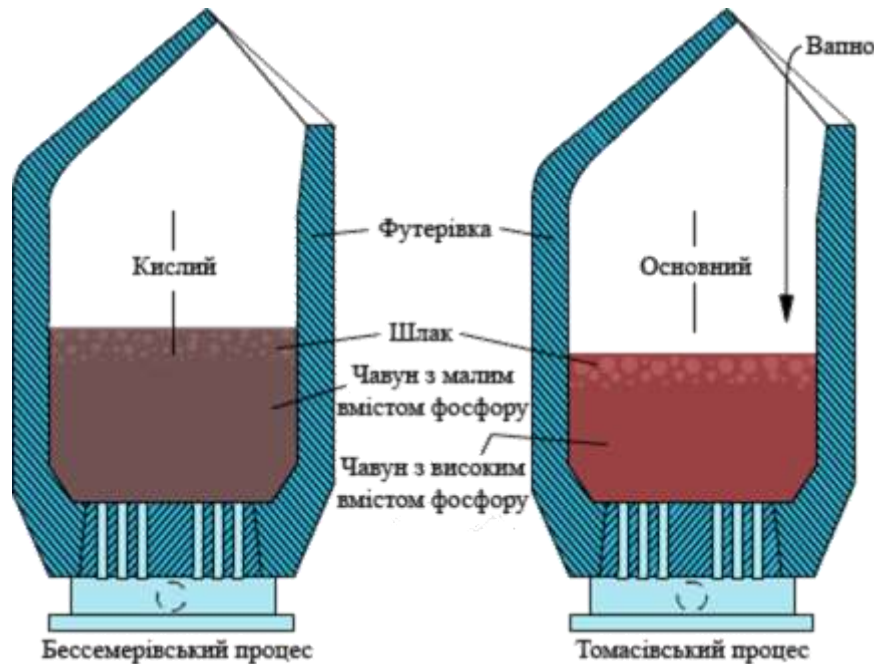


- **Конвертер** - будь то бессемерівський або томасівський - дозволяє за 20 хв перетворити в сталь до 20 т чавуну. Для виробництва такої ж кількості сталі в горні способом крицевого переділу знадобилося б три тижні, а в пудлінговій печі - тиждень.

- Так металурги одержали у своє розпорядження два високопродуктивних процеси, що дозволило задовольняти безупинно зростаючий у промислових країнах попит на сталь. Бессемерівський і томасівський конвертери були необхідні для масового виробництва сталі загального призначення, тоді як високоякісні спеціальні сталі продовжували виплавляти в тиглях. Але техніка не стояла на місці.

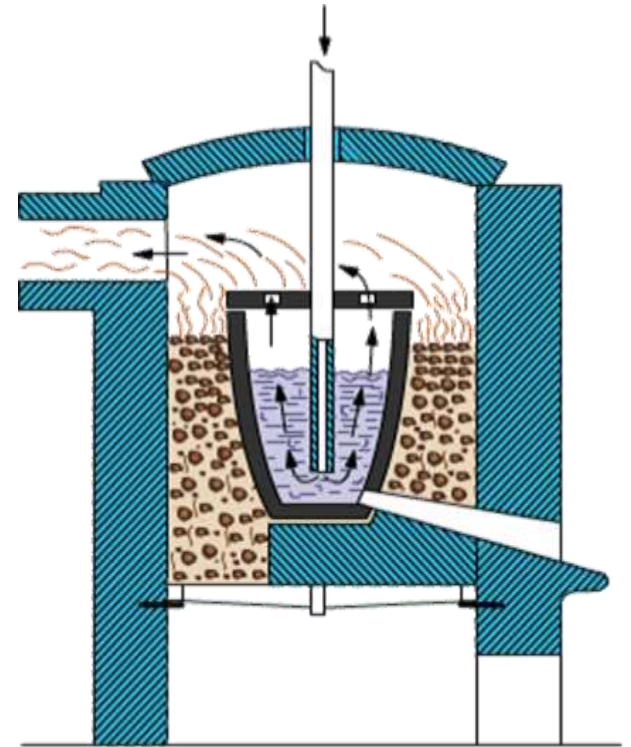
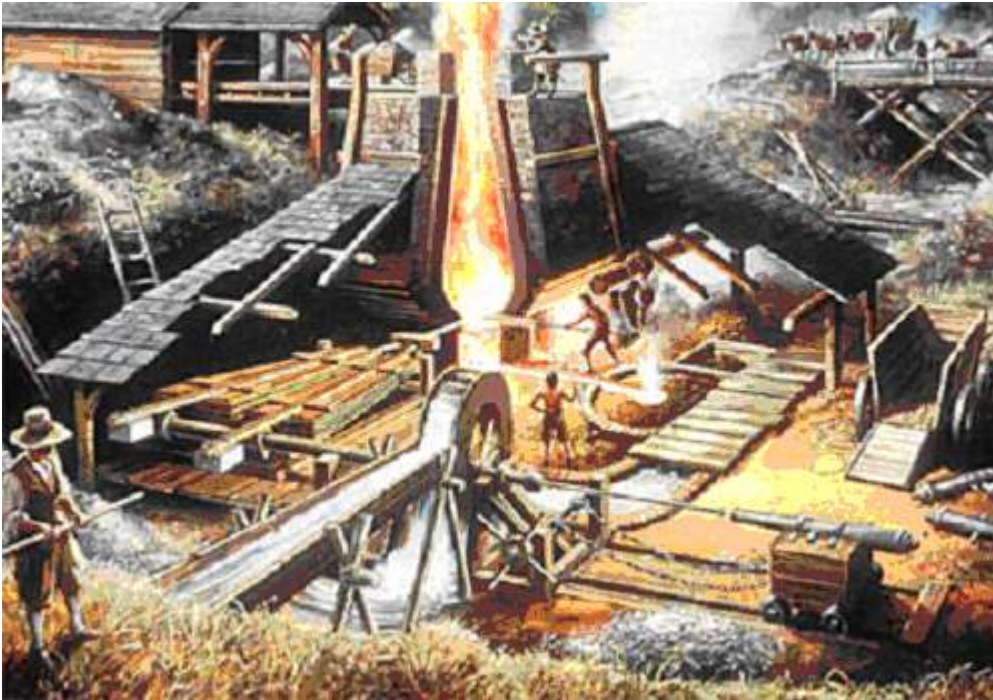


Конвертор Бессемера й Томаса



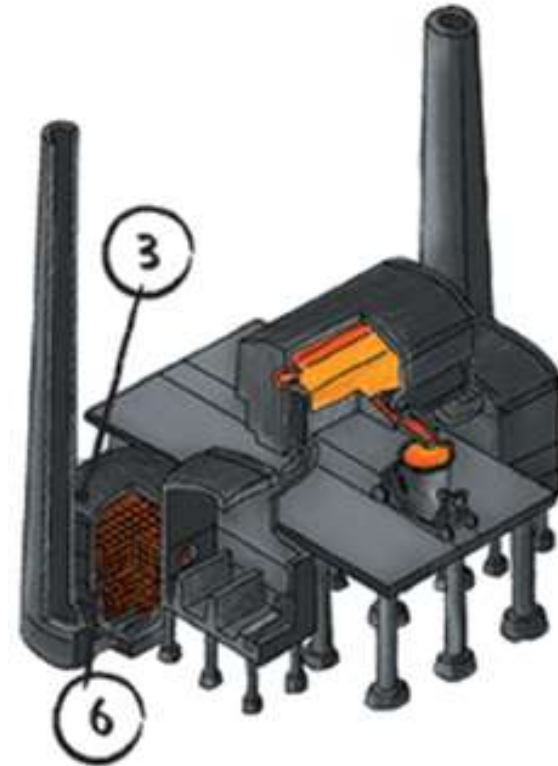
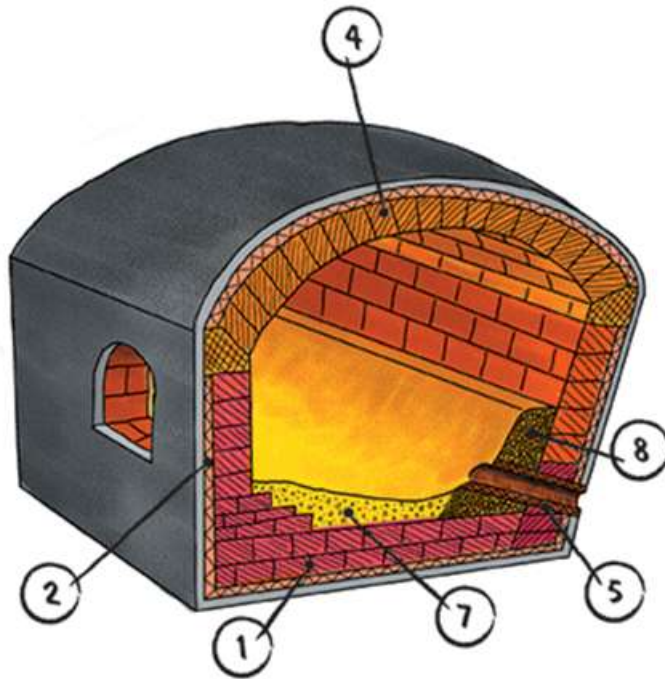
- Конвертери Бессемера й Томаса за зовнішнім виглядом однакові.
- Головне розходження полягає в тому, що бессемерівський конвертер зсередини викладений кислою вогнетривкою футерівкою, і в ньому не можна видалити фосфор з багатого ним чавуну в основний шлак.
- Томасівський конвертер має основну футерівку, тому тут, додаючи вапно, можна одержати основний шлак, що добре витягає фосфор із чавуну, але не руйнує основної футерівки.

Томасівський конвертор



- Томасівський процес відрізняється від бессемерівського складом завантажуваного чавуну (вмістом у ньому фосфору), шлака і футерівки конвертера.

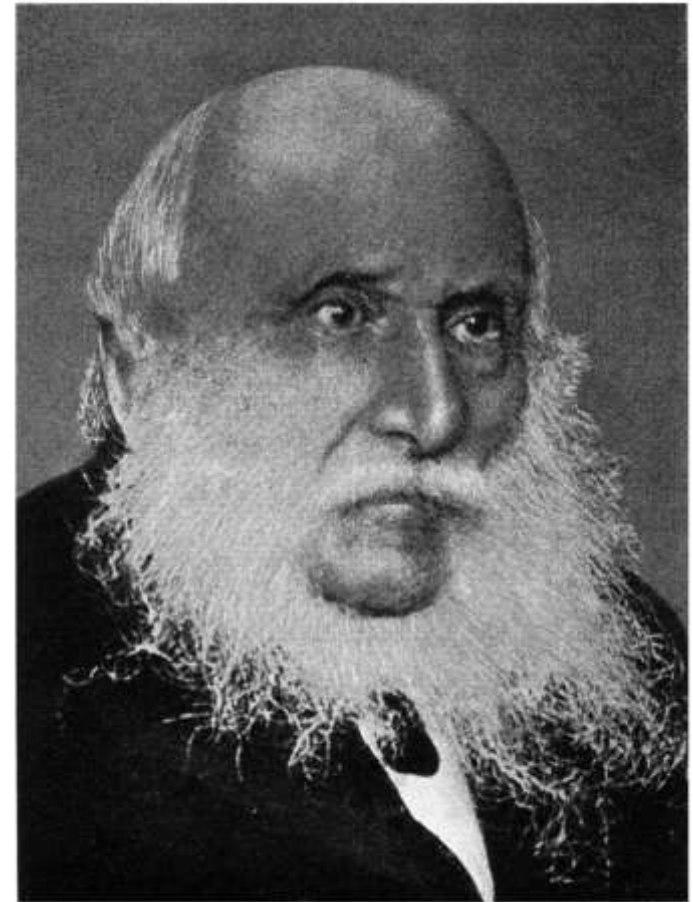
Це цікаво!



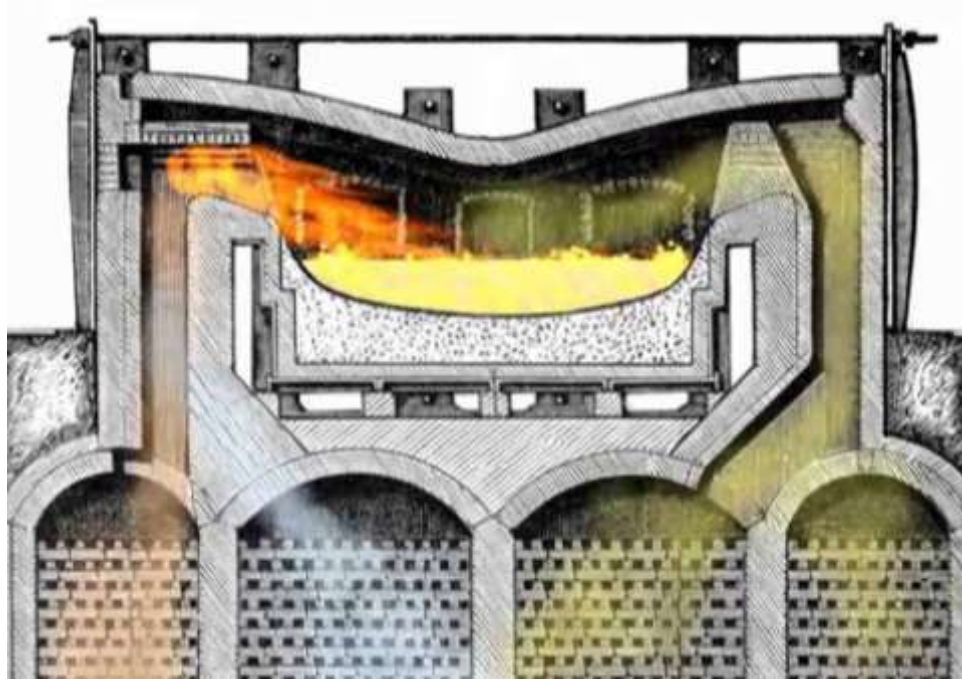
- Цікаво помітити, що Генрі Бессемер винайшов свій конвертер, а Вільгельм Сименс - регенеративну піч приблизно в той самий час, живучи на сусідніх вулицях у Лондоні й нічого не знаючи один про одного.

П'єр Мартен

- 8 квітня 1864 р. на одному з заводів Південної Франції П'єру Мартену (1824-1915) уперше вдалося зварити добру сталь у регенеративній печі, побудованій за участі Вільгельма Сименса.
- Шихта (вихідні матеріали, що завантажуються в піч) складалася із чавуну, виплавленого з гематиту - червоного залізняка з острова Ельба, пацьпудлінгового заліза й сталевого лома.



Мартенівський процес



- Мартенівський процес поряд з бессемерівським і томасівським ознаменував ще один важливий крок у розвитку сталеливарного виробництва.
- Новий процес набув широкої популярності після Паризької виставки 1867 р.
- Цей процес зберіг велике практичне значення до наших днів; особливо широко він використовується для повторного виробництва сталі з брухту й сталевих відходів.

Сучасні способи

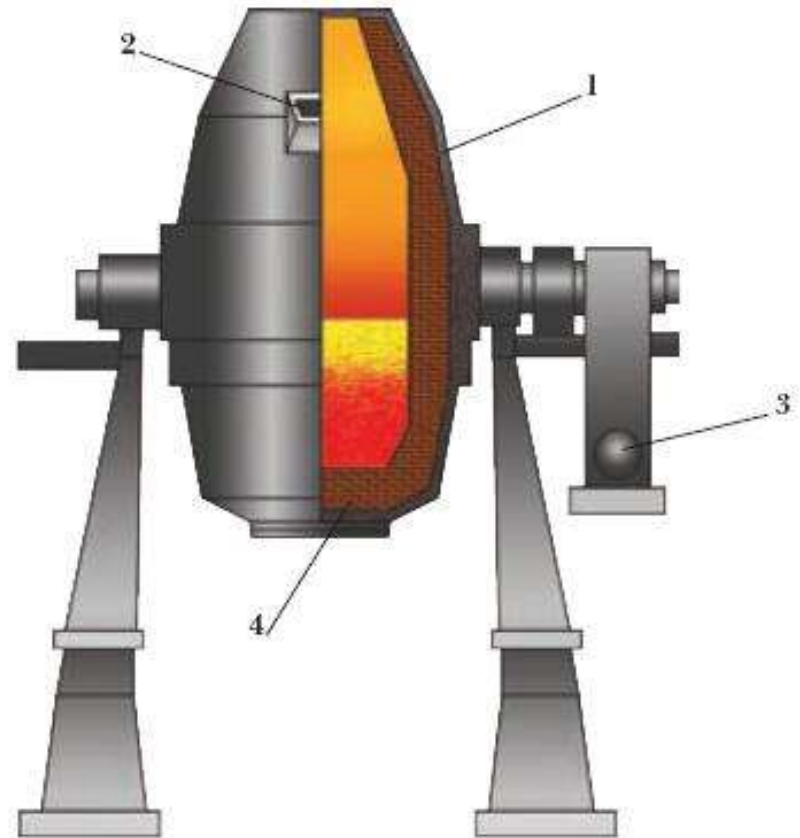
- Залежно від способу окиснювання вуглецю є різні способи перероблення чавуну на сталь: конверторний, мартенівський і електротермічний.



Конверторний спосіб

Схема кисневого конвертора:

- 1 – сталевий кожух;
- 2 - отвір для зливання металу;
- 3 – механізм повороту;
- 4 – вогнетривка футировка

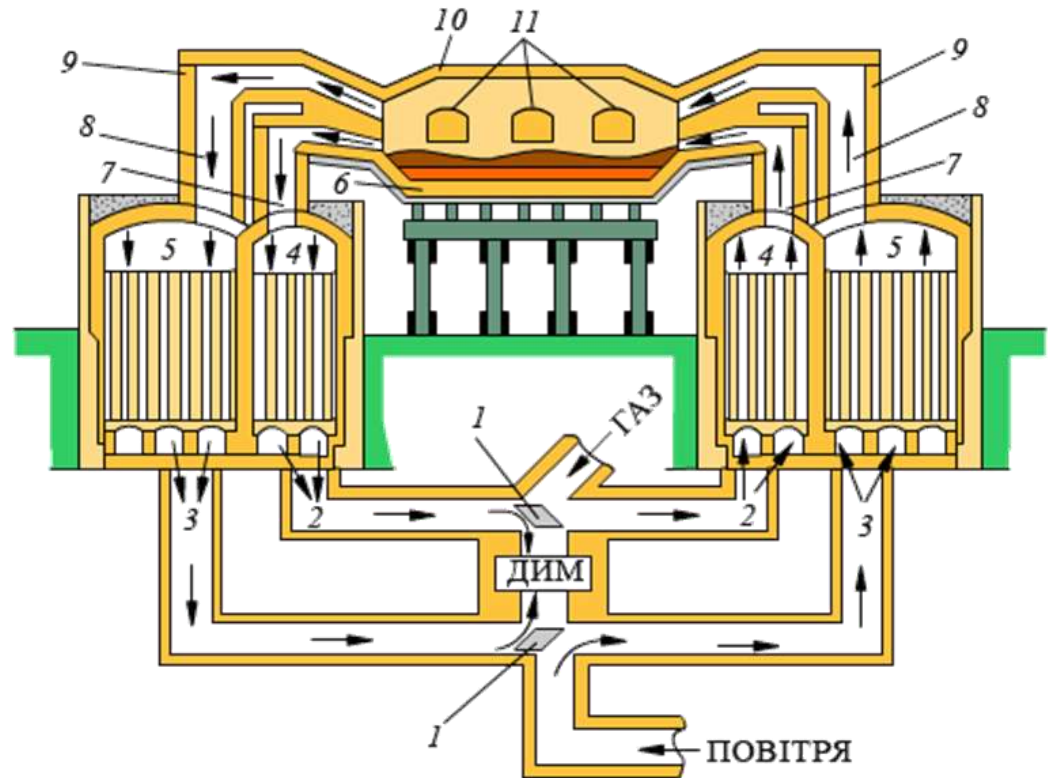


- Конвертор виготовлений зі сталевого листа, який зсередини футерують основною хромо-магнетитовою цеглою. Сучасний конвертер, об'ємом 100-350 т рідкого чавуну, встановлюють на станинах і оснащують механізмом повороту. У нижній частині він має глухе дно, а у верхній - відкриту горловину, через яку завантажують шихту. Робоче положення конвертора - вертикальне, а під час завантаження і випуску сталі - горизонтальне.

Мартенівський спосіб

Мартенівська піч:

- 1 - клапани;
- 2, 3, 7, 8 - канали для подачі газу і повітря;
- 4, 5 - регенератори;
- 6 - под, 9 - головки;
- 10 - склепіння;
- 11 - заволочні вікна

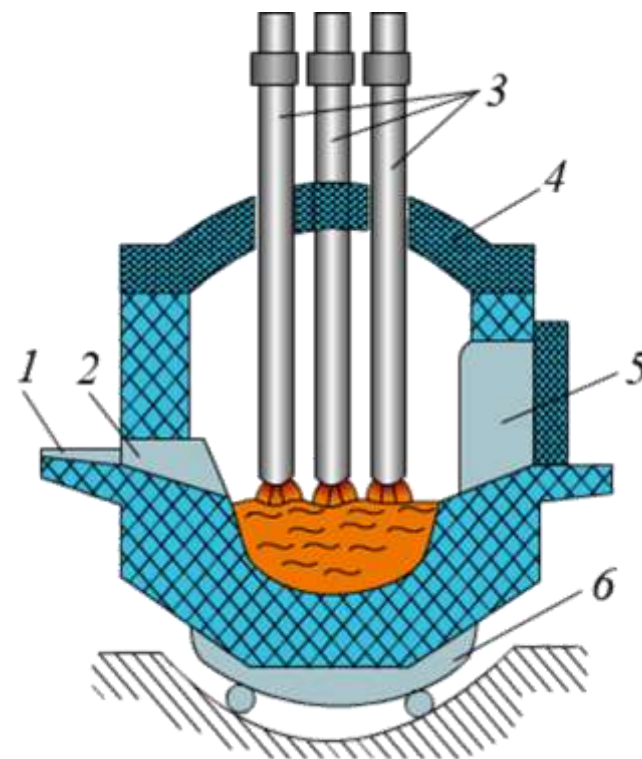


- Мартен - регенеративна полуменева піч, у якій висока температура одержується за рахунок згоряння газу над плавильним простором (1750-1800 °С). Газ і повітря, що надходять до печі, попередньо нагрівають у регенераторах до 1200-1250 °С. Підігрівання продуктів горіння забезпечують у робочому просторі печі при згорянні палива температурою близько 2000 °С. У разі використання рідкого палива нагрівають лише повітря, а нафту або мазут подають через форсунки, розташовані в каналах головок печі.

Електротермічний спосіб

Схема електродугової печі:

- 1 - жолоб;
- 2 - отвір для випуску металу;
- 3 - електроди;
- 4 - склепіння;
- 5 - вікно;
- 6 - механізм нахилу печі

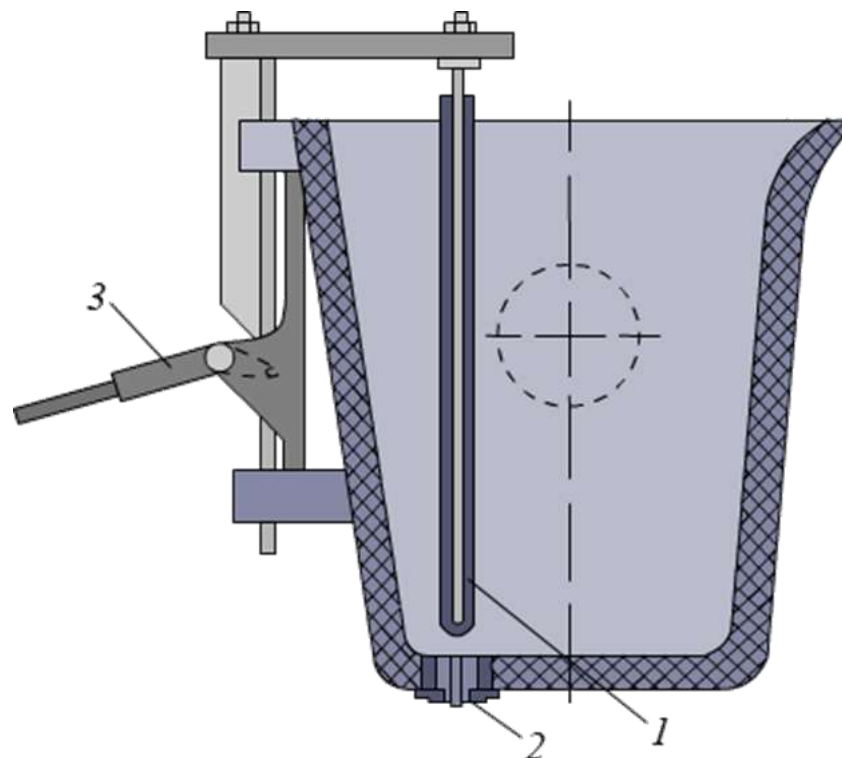


- Виробництво сталі в електропечах - найважливіший спосіб одержання сталей високої якості для відповідальних виробів та інструменту.
- Електродугова піч складається зі сталевого циліндра зі сферичним або похилим днищем, футерованого вогнетривкою цеглою. Робочий простір печі зверху має склепіння 4 з отворами для графітизованих електродів 3 діаметром 350-550 мм.

Розливання сталі

Ливарний ківш
для розливання сталі:

- 1 - стопор;
- 2 - стакан;
- 3 - стопорний механізм



- Розливання рідкого металу - важлива операція металургійного і ливарного виробництва, яка значною мірою визначає якість металу і готового виробу.
- Існує два способи розливання: у виливниці (ливарні форми) і безперервного розливання.

Розливання сталі у форми

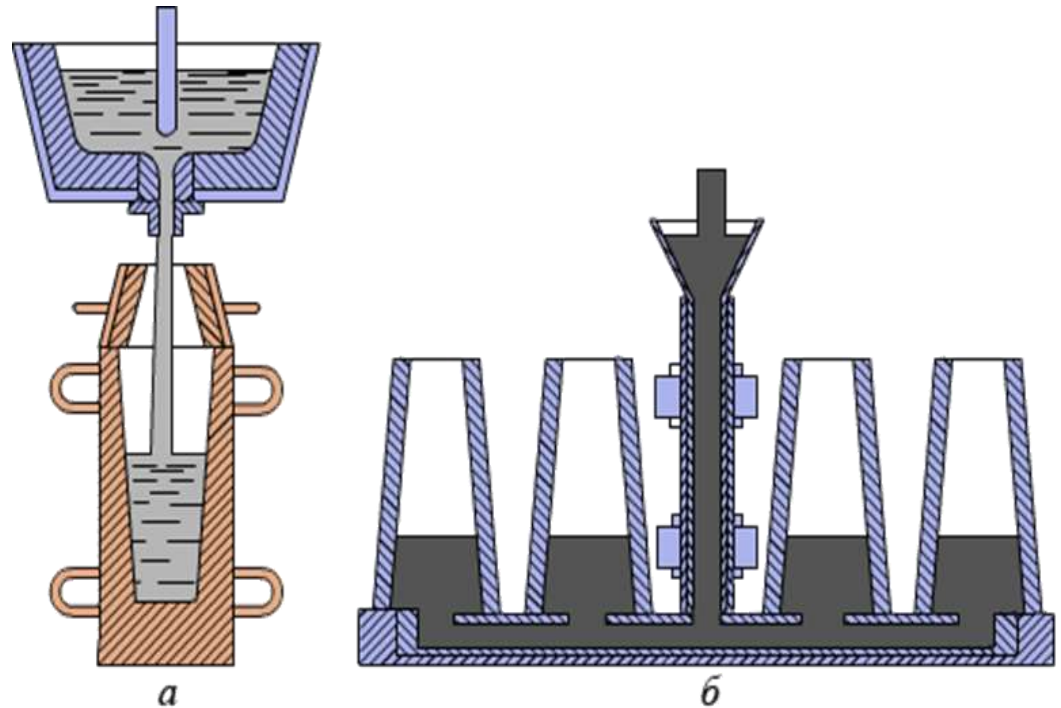


Схема розливання сталі
зверху (а)
і сифоном знизу (б)

- Розрізняють два способи розливання сталі у форми: зверху і сифоном (знизу). При розливці зверху кожен виливник (форму) заповнюють окремо, а при розливці сифоном сталь з ковша надходить до ливника (стояка) і знизу по каналах підіймається і заповнює форми. Обидва способи широко застосовуються.

Спосіб безперервного розливання

- Сталь з ковша надходить у проміжний пристрій 2, далі - до кристалізатора 3 з міді, який охолоджується водою. Спочатку метал кристалізується на дні кристалізатора (плита-затравка). Після заповнення кристалізатора металом вмикають механізм витягування металу, відбувається виливання в зону вторинного охолодження 4 за допомогою роликів 5. Далі безперервний виливок автоматично розрізається головним різаком 6 на заготовки потрібної довжини. Цей спосіб дуже економний, оскільки завдяки йому одержують сталь високої якості.

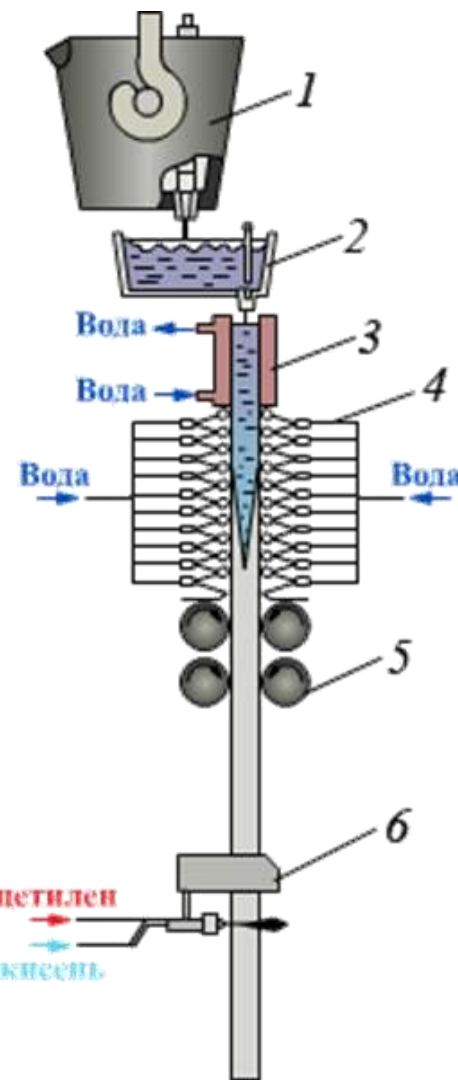


Схема безперервного розливання сталі:

- 1 - розливний ківш;
- 2 - проміжний пристрій;
- 3 - кристалізатор;
- 4 - зона вторинного охолодження;
- 5 - ролики витягування;
- 6 - газовий різак

Спосіб безперервного розливання

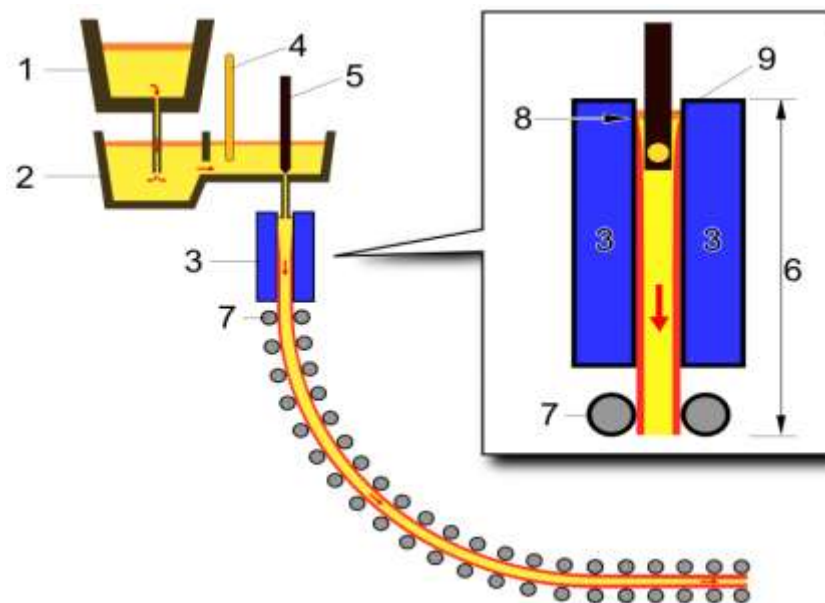
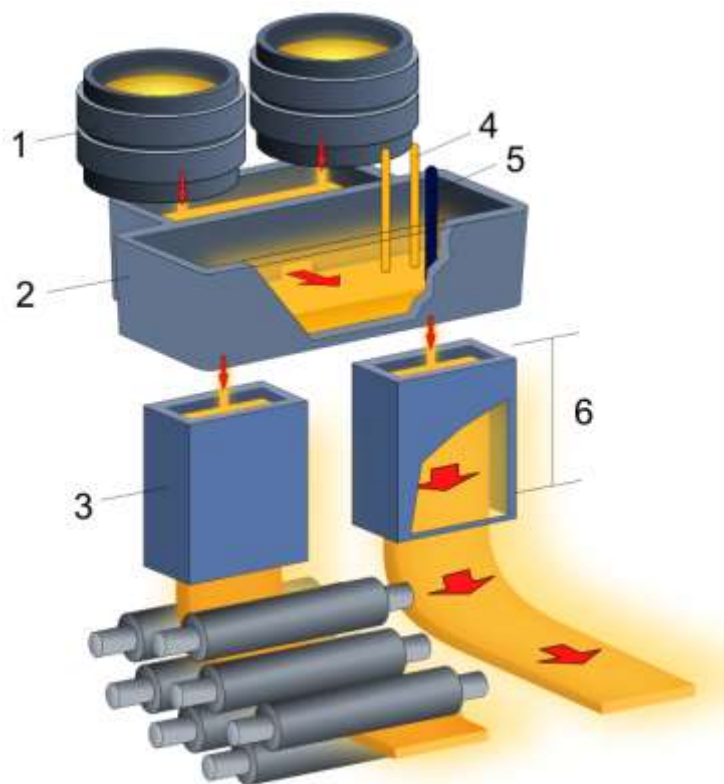


Схема установки безперервної розливки сталі.

- 1 — сталерозливний ківш,
- 2 — проміжний ківш,
- 3 — мідяний кристалізатор,
- 4 — нагрівальний пристрій для підтримки температури,
- 5 — стопор,
- 6 — зона первинного охолодження і початку кристалізації,
- 7 — ролики, що тягнуть зливок,
- 8 — зона початку кристалізації,
- 9 — рівень рідкого металу.

Треба знати!

- До фінансової кризи в 2008 році Україна залишалася однією з небагатьох країн, де широко використовували мартенівський спосіб виплавляння сталі, що є досить енергозатратним та екологічно шкідливим.
- Наразі більшість мартенівських печей в Україні виведено з експлуатації, а ті що лишилися, невдовзі також будуть закриті. Мартенівський спосіб виплавляння сталі не витримує конкуренції, що загострилася на світових ринках після 2008 р.
- Таким чином зараз в Україні, як і в усьому світі, переважну більшість сталевої продукції виробляють конвертерним способом.
- Україна станом на 2008 р. займає п'яте місце у світі за обсягами експорту сталі, 76,46 % сталі, що її виробляють на світовому ринку, припадає на десять провідних країн.
- Станом на 2019 р. Україна входить до 10-и світових виробників сталі .