

ЛЕКЦІЯ 3



ТЕХНОЛОГІЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

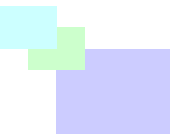
«Виробництво сталі»

Автор: доц. Глушкова Д.Б.

Lekz_4_TKM 1M GDB 26.09.14

План

1. Суть металургійного виробництва
2. Структура металургійного виробництва
3. Матеріали для виробництва металів
4. Способи добування металів із руд
5. Матеріали для виробництва чавуну
6. Підготовка руд до плавки
7. Будова і робота доменної печі
8. Продукти доменного виробництва



СУТЬ ТА ЕТАПИ ВИПЛАВКИ СТАЛІ

I ЕТАП

**РОЗПЛАВЛЕННЯ ШИХТИ
ТА НАГРІВАННЯ ВАННИ
РІДКОГО МЕТАЛУ**

II ЕТАП

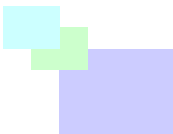
**КИПІННЯ
МЕТАЛІЧНОЇ
ВАННИ**

III ЕТАП

**РОЗКИСЛЕННЯ
СТАЛІ**

Суть металургійного переділу чавуна в сталь полягає в пониженні вмісту вуглецю і домішок шляхом їх вибіркового окислення і переведення в шлак та газу в процесі плавки.

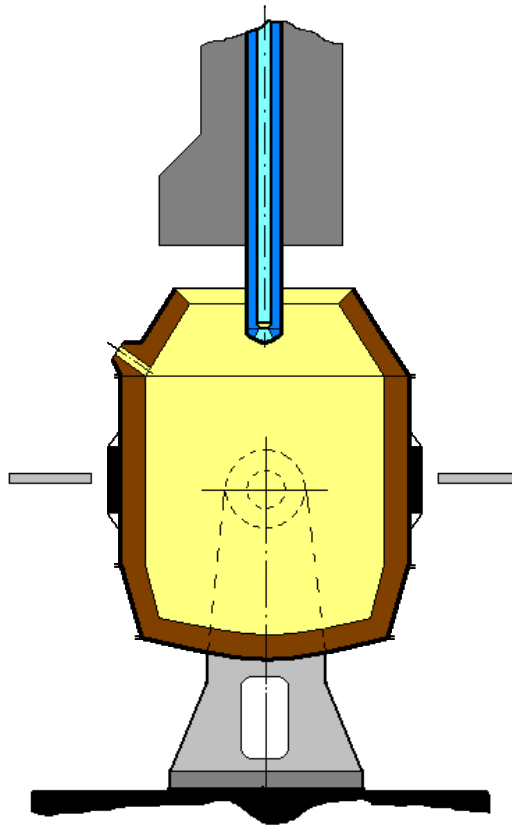
Суть процесу: сталь відрізняється від чавуну меншим вмістом вуглецю, кремнію, магнію та домішок сірки і фосфору, тобто переробка чавуну на сталь полягає у зменшенні в ньому вмісту вуглецю та інших елементів і переведенні їх у шлак або газу в процесі плавки.



КИСНЕВИЙ КОНВЕРТЕР

Киснево - конверторний процес полягає у продувці рідкого чавуну киснем.

Кисневий конвертор (от англ. перетворювач, див. малюнок) - це посудина грушовидної форми зі сталюого листа, футерована з середини вогнетривкою цеглою. Робочій стан конвертора - вертикальний. Кисень в нього подається під тиском 1-1,5 МПа за, допомогою охолоджуваної водою фурми, яка вводиться у конвертор крізь горловину і розміщується над рівнем рідкого металу на відстані 0,7 - 3 м.



Матеріалами для одержання сталі у кисневому конверторі є рідкий переробний чавун і сталюий брухт. Для наведення шлаку у конвертор додають залізну руду до 10% та вапно; а для його розрідження боксит ($Al(OH)_3$) і плавиковий шпат (CaF_2).

Завдяки великій продуктивності і малій металомісткості киснево - конверторний спосіб стає основним засобом виробництва сталі.

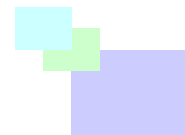
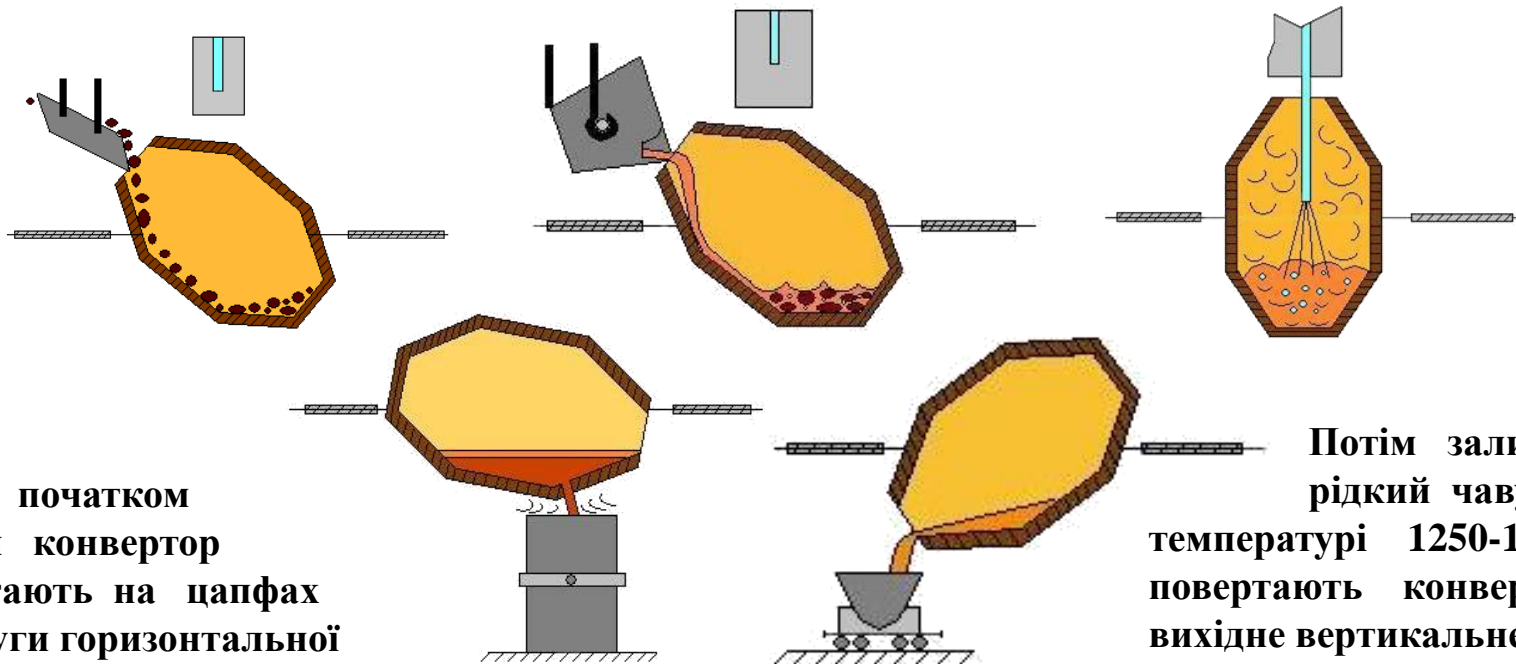


СХЕМА РОБОТИ КИСНЕВОГО КОНВЕРТЕРА



Перед початком роботи конвертор повертають на цапфах навкруги горизонтальної вісі і за допомогою завальної машини завантажують до 30% металобрухту.

При продувці відбувається окислення вуглецю та інших домішок безпосередньо киснем дуття, а також оксидом заліза. Водночас утворюються активний шлак CaO , який сприяє виведенню сірки і фосфору з утворенням стійких сполук $3 \text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5$ і CaS у шлаку. Після 15-16 хв. продування фурму підіймають, похиляють конвертор, беруть пробу металу на аналіз і скочують більшу частину шлаку.

Потім заливають рідкий чавун при температурі $1250-1400^\circ\text{C}$, повертають конвертор у вихідне вертикальне положення, заводять кисневу фурму, подають кисень і додають шлакоутворювачі.

КИСНЕВИЙ КОНВЕРТОР

Конвертор

Кисень

Продуктивність киснево-го конвертора об'ємом 300 т досягає 400-500 т в год.

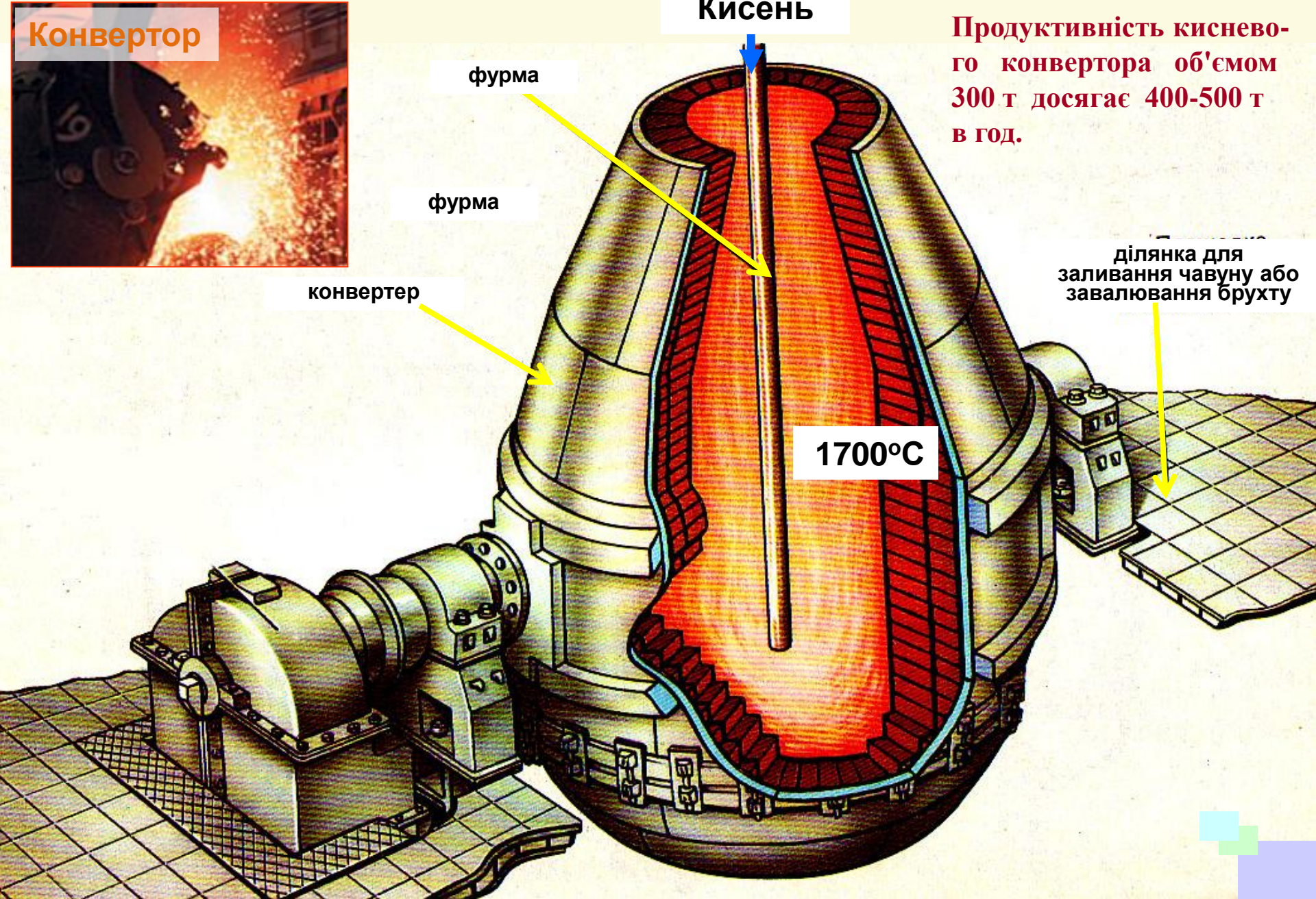
фурма

фурма

конвертер

1700°C

ділянка для заливання чавуну або завалювання брухту



МАРТЕНІВСЬКА ПЕЧ



Мартенівська піч



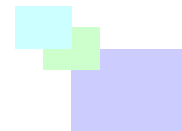
Мартенівський спосіб з'явився в результаті необхідності переробки великої кількості металобрухту, масова переробка якого в конверторах неможлива. Ця проблема була вирішена шляхом створення полуменевої (мартенівської) печі. Понад 80 % всієї виплавленої сталі одержують мартенівським способом. Розповсюдженість способу пояснюється його універсальністю:

плавку можна вести як на твердій, так і на рідкій шихті з будь-якими співвідношеннями металобрухту і чавуну;

спосіб характеризується невисокими вимогами до якості сировини;

процес плавки добре регулюється;

вихід готової сталі високий;



Мартенівська піч

сталевипускний
отвір

отвір для
спуску шлаків

завантажувальні вікна

скле-
піння

під

газ

повітря
і кисень

робочий
майданчик

робочий
простір

регенератори
(теплообмінники)

голівки

шлаковик

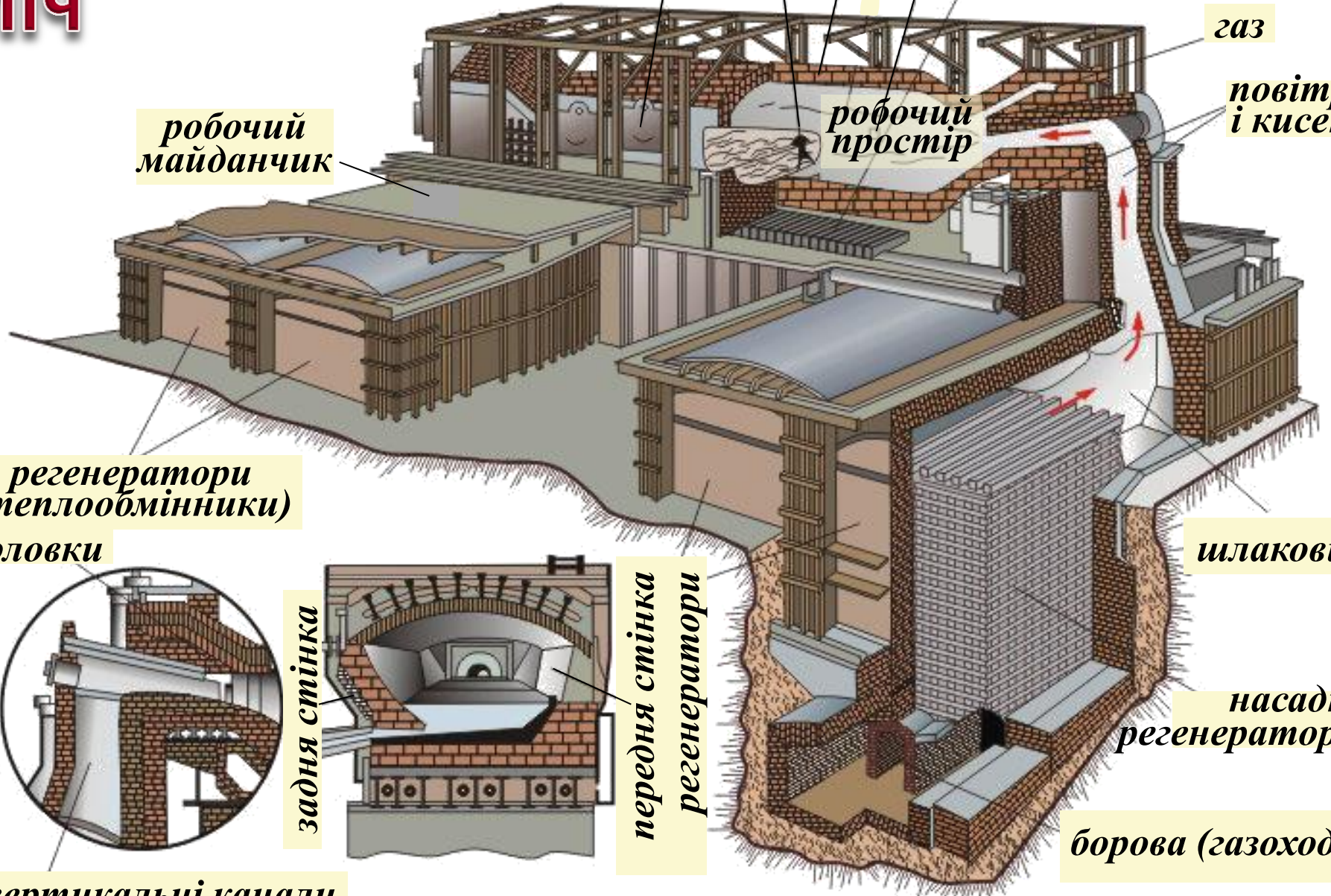
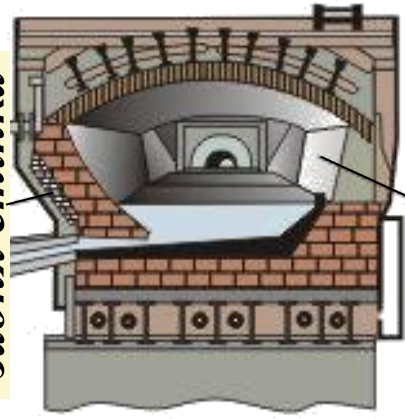
насадка
регенераторів

борова (газоходи)

задня стінка

передня стінка
регенераторів

вертикальні канали

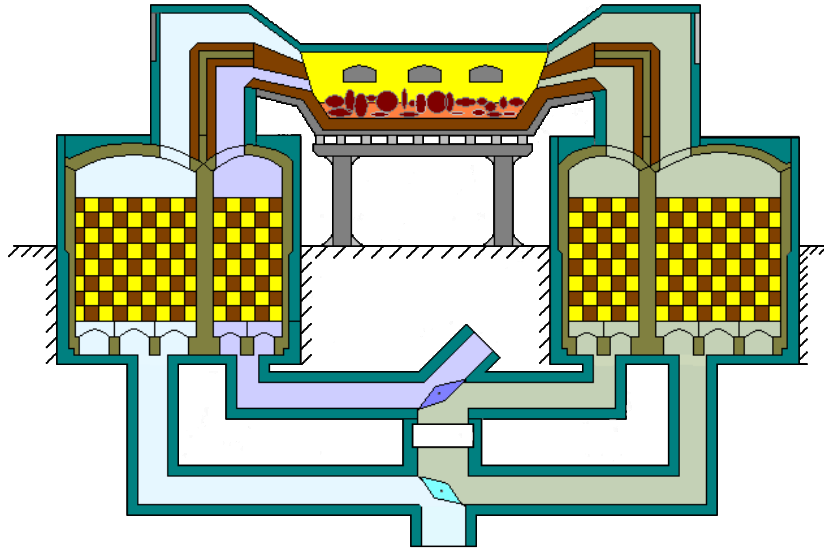


СХЕМИ РОБОТИ МАРТЕНІВСЬКОЇ ПЕЧІ

Матеріалами для виплавки сталі у мартенівській печі можуть бути металевий брухт (скрап), рідкий і твердий чавуни, залізна руда. Залежно від їхнього співвідношення розпізнають:

1. Скрап-рудний процес:

шихта складається із рідкого чавуну, 20-30% сталюого скрапу і залізної руди.



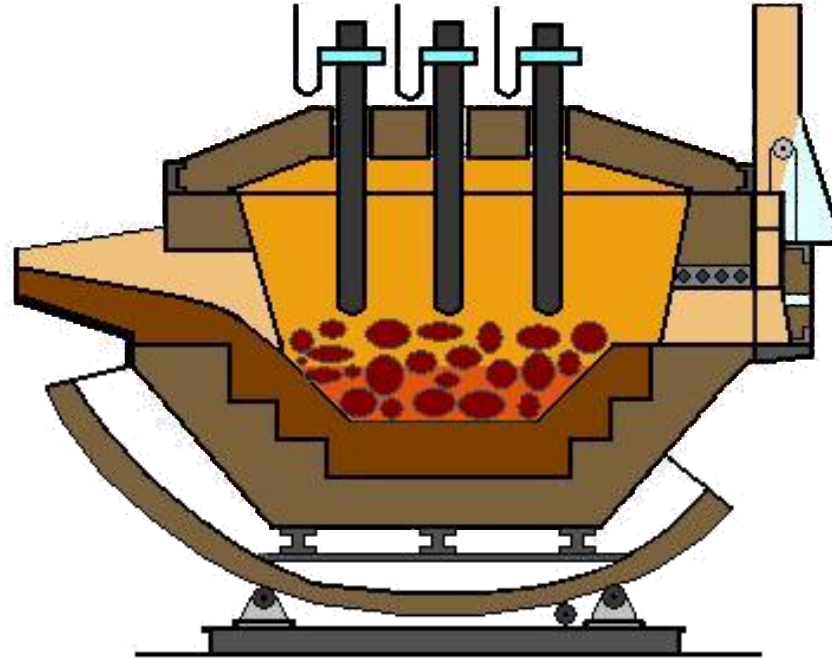
2. Скрап-процес:

на шихті з сталюого скрапу і 25 - 45% чушквого переробного чавуну.

Газ і повітря потрапляють у піч крізь нагріті до температури 1200 - 1250 С регенератори, нагріваються в них і попадають в плавильний простір печі. Тут газ і повітря змішуються і згорають, створюючи полум'я високої температури. Продукти згорання каналами надходять у регенератори, нагрівають їх, охолоджуючись до температури 500 - 600 С, і виходять крізь трубу. В міру того, як охолоджуються регенератори, напрям газу і повітря в печі змінюють на зворотний за допомогою клапанів. Тоді газ і повітря поступають у плавильний простір каналами, проходячи нагріті регенератори, а продукти згорання виходять по каналах, нагрівають насадки регенераторів виходять в трубу. Таким чином, газ і повітря при роботі печі проходять поперемінно крізь ліві і праві регенератори.

ЕЛЕКТРОДУГОВА СТАЛЕПЛАВИЛЬНА ПІЧ

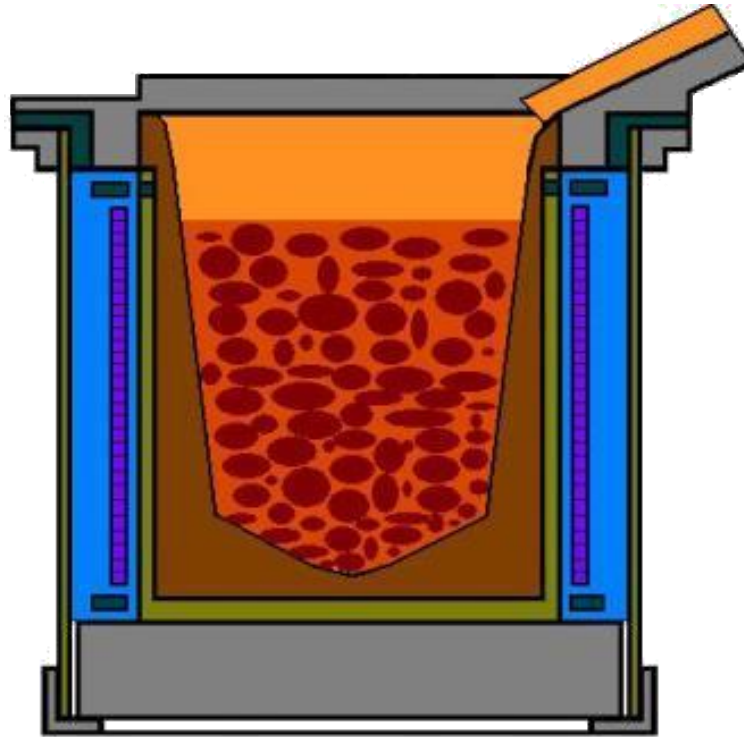
Сталь виплавляють головним чином в основних електропечах з окисленням і без окислення домішок.



Плавка включає 2 періоди: окислювальний і відновлювальний.

Порівняно з іншими плавильними агрегатами електропечі мають ряд переваг: можливість швидкого нагрівання і підтримання необхідної температури в межах до 2000°C; можливість створення окислювальної, відновлювальної або нейтральної атмосфери, а також вакууму. Це дає змогу виплавляти в електричних печах сталі та інші сплави з мінімальною кількістю шкідливих домішок з оптимальним вмістом компонентів.

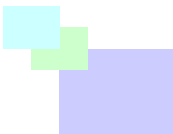
ЕЛЕКТРОІНДУКЦІЙНА СТАЛЕПЛАВИЛЬНА ПІЧ



Електроіндукційна піч складається з тигля с кришкою охолодженого водою індуктора вмонтованого в корпусі.

Печі бувають ємністю від 10 кг до 5 т. в окремих випадках, ємність їх сягає 25-30 т.

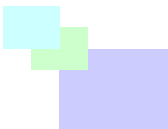
При проходженні по індуктору змінного струму частотою 500-2000 кГц утворюється магнітний потік, що наводить в металевій шихті потужні вихрові струми, які і нагрівають його до розплавлення. В індукційних печах плавку проводять методом переплаву відходів легованих сталей або чистого щодо сірки і фосфору вуглецевого скрапу і феросплавів. Після розплавлення шихти на поверхню металу подають шлак: в основних печах - вапно і плавиковий шпат, а в кислих - бій скла і інші матеріали, багаті кремнеземом SiO_2 . Шлак захищає метал від окислення, зменшує втрати тепла і вигар легуючих елементів.



РОЗЛИВКА СТАЛІ

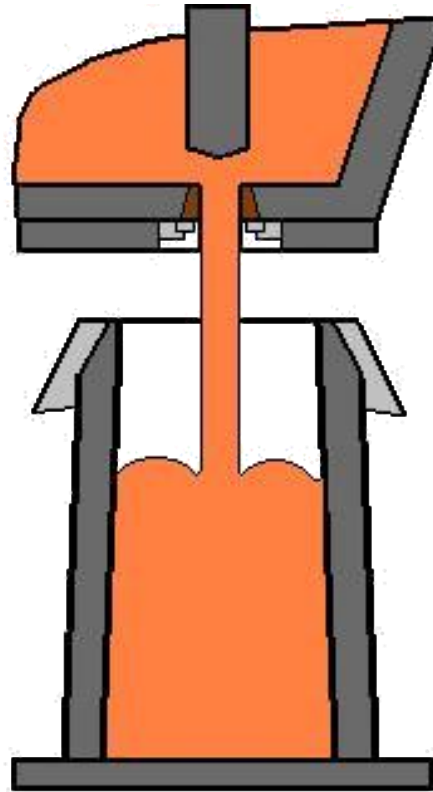


Електротермічний спосіб має перед мартенівським і особливо конверторним цілий ряд переваг. Цей спосіб дозволяє одержувати сталь дуже високої якості і точно регулювати її хімічний склад. Доступ повітря в електропіч незначний, тому значно менше утворюється монооксиду заліза FeO , що забруднює сталь і знижує 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.



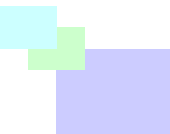
РОЗЛИВАННЯ СТАЛІ ЗВЕРХУ

Виплавлену у плавильній печі сталь виливають у розливний ківш і мостовим краном переносять до місця розливання в зливки. Ємність ковша 50-480 тон.



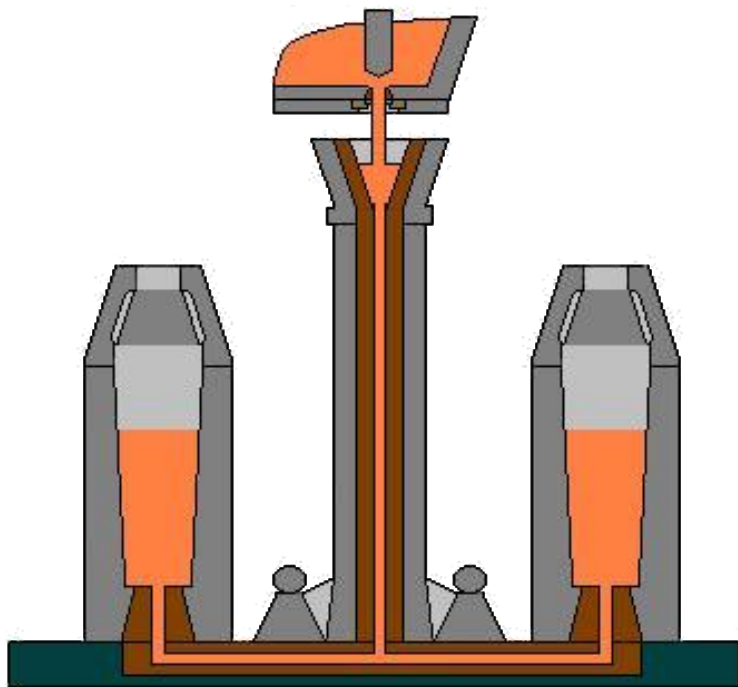
Сталь розливають у виливниці або в кристалізатори установок для безперервного розливання. Виливниці – це чавунні форми для одержання великих злиwkів різного перерізу.

При розливанні зверху сталь заливають із ковша окремо в кожну виливницю. При такому розливанні поверхня злиwkів забруднюється плівками оксидів (внаслідок попадання бризок рідкого металу на стінки виливниці). Розливання зверху застосовують для вуглецевих сталей.



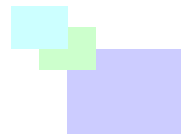
СИФОННЕ РОЗЛИВАННЯ СТАЛІ

При сифонному розливанні сталю заливають одночасно від 2 до 50 встановлених на піддон виливниць.



Розливку зверху зазвичай застосовують для вуглецевих, а розливку сифоном – для легованих сталей.

Сталь через центральний ливник і канали на піддоні попадає у виливниці. Сталь при цьому знаходиться у виливниці знизу що забезпечує плавне її заповнення. Сталь у надставці зберігається у рідкому стані, завдяки чому зменшуються об'єм раковини і відходи зливка.

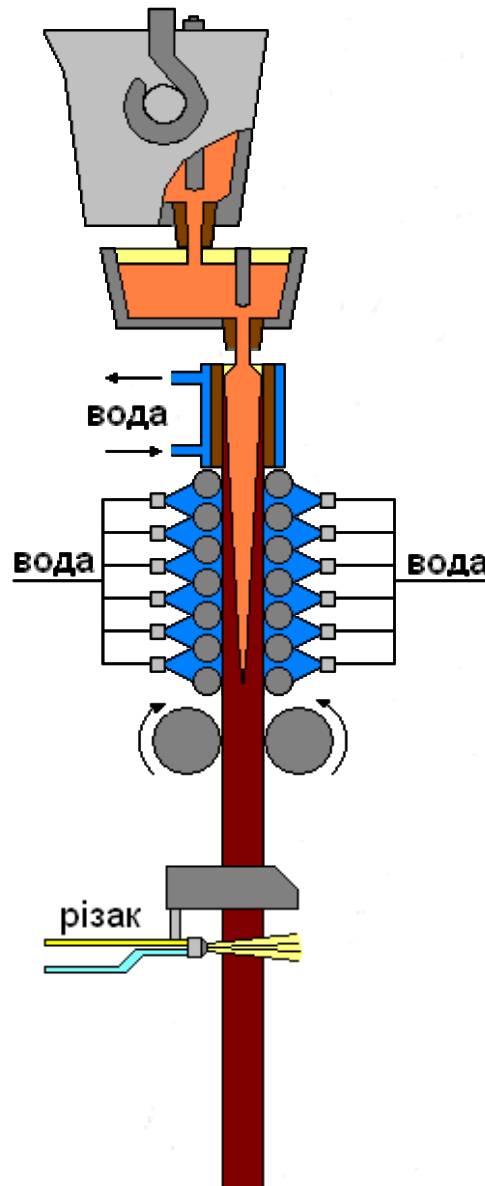


БЕЗПЕРЕРВНЕ РОЗЛИВАННЯ СТАЛІ

Безперервне розливання сталі виконується на спеціальних машинах безперервного лиття заготовок.

Сталь з ковша надходить у виливницю – кристалізатор, який охолоджується водою.

До початку розливання у кристалізатор заводять штучне дно (затравку).



Рідкий метал при зіткненні з холодною затравкою і стінками кристалізатора затвердіває, а затравка разом із затверднлим на ній металом повільно витягується із кристалізатора і тягне за собою утворювану таким чином заготовку (злиток).

У цей час заготовка всередині може бути ще рідкою, тому її інтенсивно охолоджують струменями води.

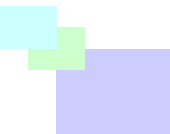
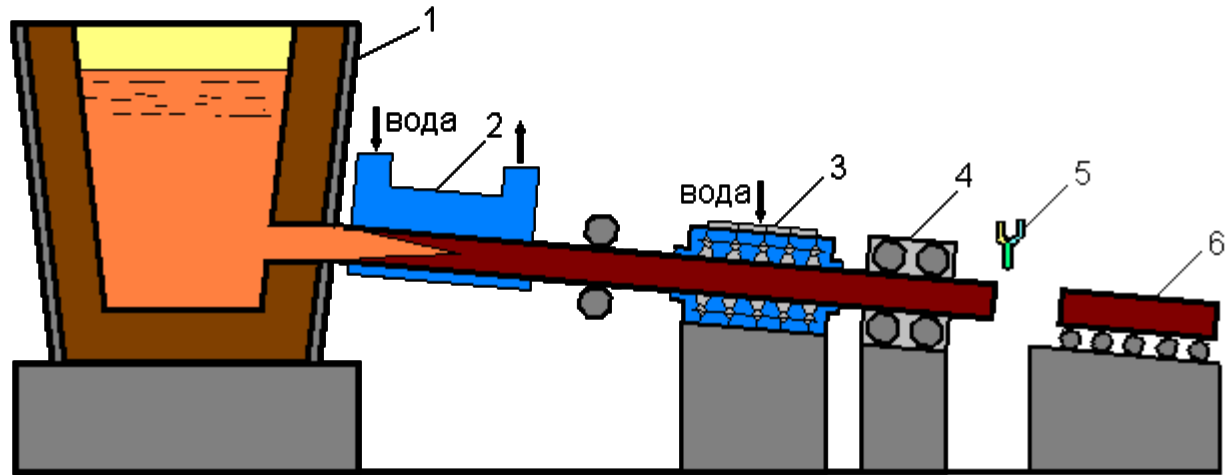
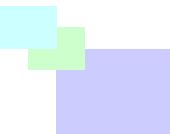


Схема МБЛЗ горизонтального типу

- 1 – футерований металопримач
- 2 – кристалізатор
- 3 – зона вторинного охолодження
- 4 – тяговий механізм
- 5 – різак
- 6 – заготовка

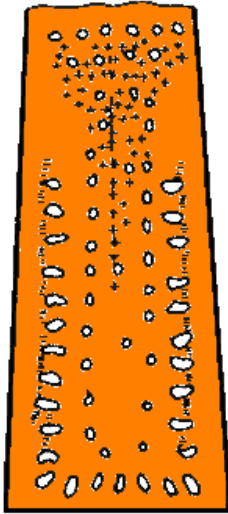


Поверхня таких злиwkів відзначається високою якістю, а метал - однорідною будовою. Далі заготовку ріжуть газокисневим різакон на куски необхідної довжини 3-8 метрів. Є машини радіальні, криволінійні, горизонтальні.



БУДОВА СТАЛЬНИХ ЗЛИВКІВ

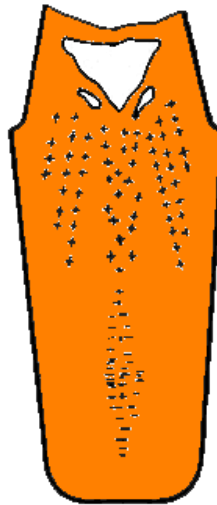
КИПЛЯЧА



Киплячою називають сталь, що неповністю розкислена в печі. Її розкислення продовжується у виливницях за рахунок взаємодії оксиду заліза з вуглецем:



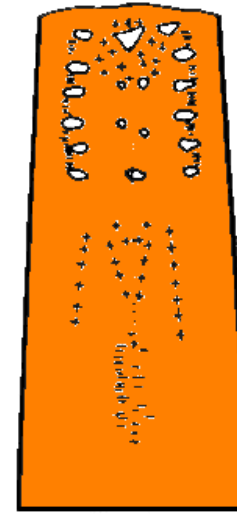
Пузири зникають при гарячій прокатці. Кипляча сталь не містить неметалевих домішок, має велику пластичність



СПОКІЙНА

Спокійну сталь добувають при повному розкисненні металу у ковші. Сталь має підвищену міцність але пластичність її менша ніж у киплячої. Ця сталь дорога, але механічні властивості її кращі ніж у киплячої.

НАПІВСПОКІЙНА

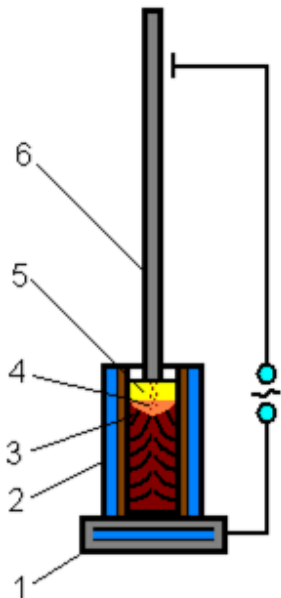


Напівспокійну сталь добувають при розкислюванні феромарганцем і недостатній кількості феросиліцію або алюмінію. В цьому випадку зливка немає концентрованої усадочної раковини. В нижній частині зливка він має будову спокійної сталі, а в верхній – киплячої.

СХЕМИ РАФІНУВАЛЬНИХ ПЕРЕПЛАВІВ

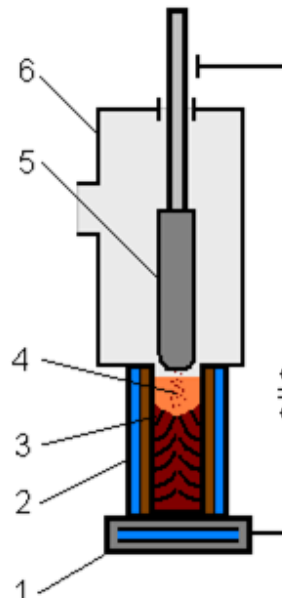
ЕЛЕКТРОШЛАКОВИЙ

- 1 – охолоджуваний водою піддон
- 2 – кристалізатор
- 3 – зливоч
- 4 – металічна ванна
- 5 – шлакова ванна
- 6 – заготовка



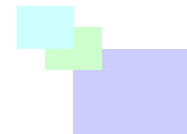
ВАКУУМНО-ДУГОВИЙ

- 1 – охолоджуваний водою піддон
- 2 – кристалізатор
- 3 – зливоч
- 4 – металічна ванна
- 5 – заготовка
- 6 – вакуумна камера



Розглянемо *електрошлакову переплавку (ЕШП)*. Сталь для переплавки надходить у установку у вигляді електродів. Розплавлений шлак має великий електроопір, тому при проходженні електричного струму у ньому генерується теплота, достатня для розплавлення електродів. Краплі металу проходять крізь шар шлаку, збираються у вані затведівають в охолоджуваній воді виливниці і утворюють зливоч.

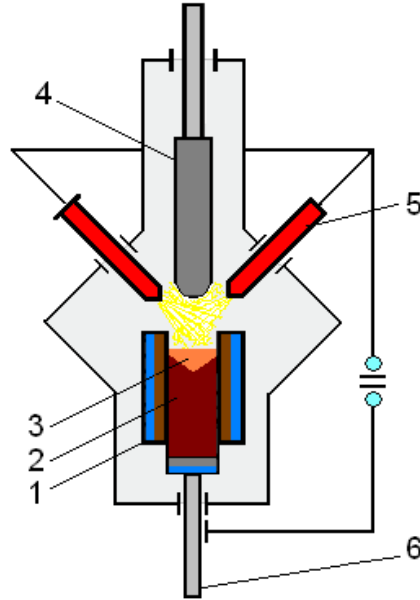
Вакуумно-дугову переплавку проводять в вакуумно - дугових печах. Електродом є сталь, що переплавляється. У корпусі печі вакуум приблизно 1,5 Па. Дуга виникає між електродом (катодом) і затравкою - анодом. Краплі рідкого металу проходять зону дугового розряду і дегазуються. При цьому утворюється цільна структура без раковин.



СХЕМИ РАФІНУВАЛЬНИХ ПЕРЕПЛАВІВ

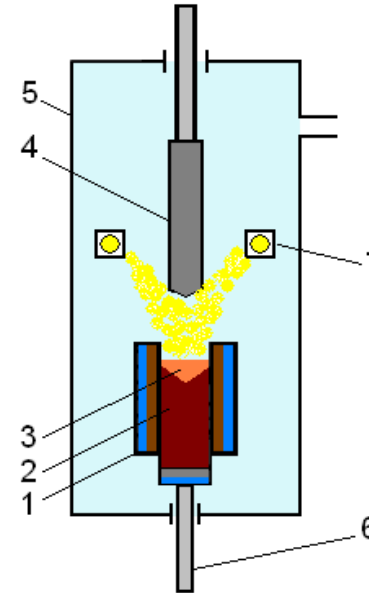
ПЛАЗМОВОДУГОВИЙ

- 1 – кристалізатор
- 2 – зливоч
- 3 – металічна ванна
- 4 – заготовка
- 5 – плазмотрон
- 6 – піддон



ЕЛЕКТРОННО-ПРОМЕНЕВИЙ

- 1 – кристалізатор
- 2 – зливоч
- 3 – металічна ванна
- 4 – заготовка
- 5 – вакуумна камера
- 6 – піддон
- 7 – електронна гармата



Плазмодугову переплавку застосовують для добування сталі і сплавів особливо високої чистоти. Джерелом теплоти в установці є плазмова дуга с температурою 10000-15000 °С.

Електронно-променева обробка (ЕПО) діє на принципі видалення речовини під дією сфокусованого пучка електронів – випаровування, або сублімація речовини з точки дотику електронного променя (локальний нагрів за рахунок перетворення кінетичної енергії в теплову).

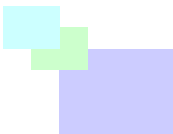
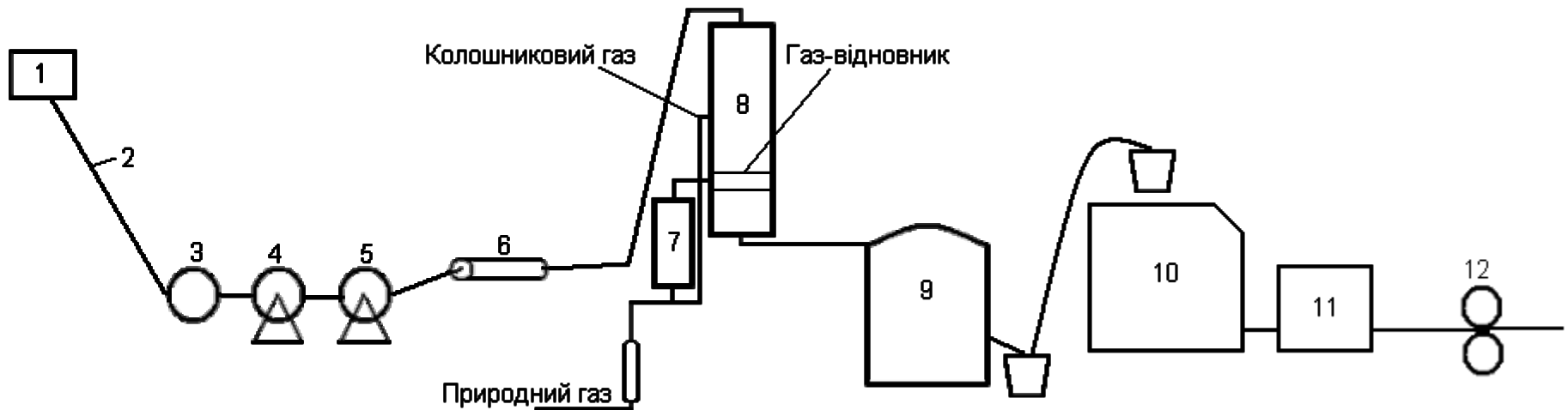


СХЕМА ПРОЦЕСУ БЕЗДОМЕННОГО ВИРОБНИЦТВА СТАЛІ



- 1 – збагачувальні комбінати
- 2 – трубопроводи для транспортування пульпи
- 3 – дискові вакуум-фільтри
- 4 – барабанний змішувач
- 5 – установка для грануляції концентрату
- 6 – обпалювальна піч

- 7 – реформер
- 8 – шахтна піч прямого відновлення заліза
- 9 – електроплавильна піч
- 10 – машина безперервного розливання сталі
- 11 – нагрівальна піч
- 12 – прокатні стани

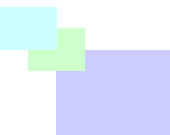
Сировиною для одержання заліза є концентрат з 70% Fe, який подається трубопроводом довжиною 27 км із Лебединського збагачувального комбінату у вигляді пульпи (суміш з водою). Після відстою пульпи, осад концентрату зневоднюється за допомогою дискових вакуум-фільтрів, змішується із зв'язкою (бетонітом) і піддається гранулюванню в установці (одержують окатиші). Окатиші обпалюють у печі і подають конвеєром у шахтну піч прямого відновлення заліза. З низу в піч подається газ відновник з температурою 1000°C під тиском 0,15 Па, який утворюється у реформері при взаємодії природного і колошникового газів за наступною хімічною реакцією:



У результаті відновлення вміст заліза в окатишах підвищується до 90-95%. Далі окатиші поступають в електропіч ємністю 150 тон, плавляться, метал очищується від домішок, до нього додають необхідні концентрати і дістають леговану сталь, яка розливається на МБЛЗ.

НА САМОСТІЙНУ РОБОТУ ВІНОСИТЬСЯ:

1. Легування сталей
2. Кислий мартеновський процес





Кафедра технології металів і матеріалознавства

E-mail diana.borisovna@gmail.com

Автор: доц. Глушкова Д.Б.

Lekz_4_TKM 1M GDB 26.09.14