

ВИРОБНИЦТВО СТАЛІ

ВИРОБНИЦТВО СТАЛІ

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

Залежно від способу окиснення вуглецю існують різні способи переробки чавуну на сталь: конверторний, мартенівський і електротермічний. В Україні найбільш поширений мартенівський спосіб, за яким одержують понад 80 % світової виробки сталі.

КОНВЕРТОРНИЙ СПОСІБ

За цим способом окиснення надлишку вуглецю та інших домішок чавуну проводять киснем повітря, який продувають крізь розплавлений чавун під тиском у спеціальних печах — конверторах. Конвертор являє собою грушоподібну стальну піч, футеровану всередині вогнетривкою цеглою. Він може повертатися навколо своєї осі. Місткість конвертора 50—60 т сталі. Матеріалом його футеровки служить або динас (до складу якого входять головним чином SiO_2 ; що має кислотні властивості), або доломітна маса (суміш CaO і MgO , які одержують з доломіту $\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$). Ця маса має основні властивості. Залежно від матеріалу футеровки печі конверторний спосіб поділяють на два види: бессемерівський і томасівський.

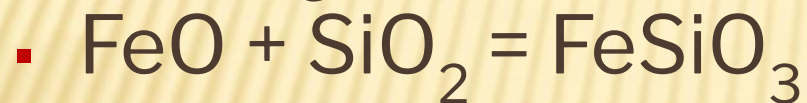
БЕССЕМЕРІВСЬКИЙ СПОСІБ

Бессемерівським способом переробляють чавуни, які містять мало фосфору і сірки й багаті на силіцій (не менше 2 %). При продуванні кисню спочатку окиснюється силіцій з виділенням значної кількості тепла. Внаслідок цього початкова температура чавуну приблизно з 1300 °С швидко піднімається до 1500—1600 °С. Вигорання 1 % Si обумовлює підвищення температури на 200 °С.

Близько 1500 °С починається інтенсивне вигорання вуглецю. Разом з ним інтенсивно окиснюється й залізо, особливо під кінець вигорання силіцію і вуглецю:

- $\text{Si} + \text{O}_2 = \text{SiO}_2$
- $2\text{C} + \text{O}_2 = 2\text{CO} \uparrow$
- $2\text{Fe} + \text{O}_2 = 2\text{FeO}$

Монооксид заліза FeO , що утворюється, добре розчиняється в розплавленому чавуні і частково переходить у сталь, а частково реагує з SiO_2 й у вигляді силікату заліза FeSiO_3 переходить у шлак:



Фосфор повністю переходить з чавуну в сталь, бо P_2O_5 при надлишку SiO_2 не може реагувати з основними оксидами, оскільки SiO_2 з останніми реагує більш енергійно. Тому фосфористі чавуни переробляти в сталь цим способом не можна.

Усі процеси в конверторі йдуть швидко — протягом 10— 20 хвилин, бо кисень повітря, що продувається через чавун, реагує з відповідними речовинами відразу по всьому об'єму металу. При продуванні повітря, збагаченого киснем, процеси прискорюються.

Монооксид вуглецю CO , що утворюється при вигорянні вуглецю, пробулькиючи вгору, згоряє там, утворюючи над горловиною конвертора факел світлого полум'я, який в міру вигоряння вуглецю зменшується, а потім зовсім зникає, що і служить ознакою закінчення процесу.

Одержувана при цьому сталь містить значні кількості розчиненого монооксиду заліза FeO, який сильно знижує якість сталі. Тому перед розливною сталь треба обов'язково розкиснювати за допомогою різних розкисників — феросиліцію, феромангану або алюмінію:

- $2\text{FeO} + \text{Si} = 2\text{Fe} + \text{SiO}_2$
- $\text{FeO} + \text{Mn} = \text{Fe} + \text{MnO}$
- $3\text{FeO} + 2\text{Al} = 3\text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$

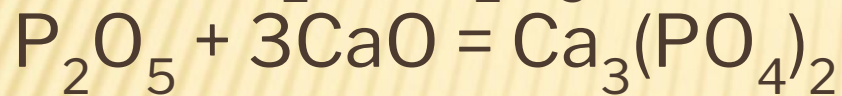
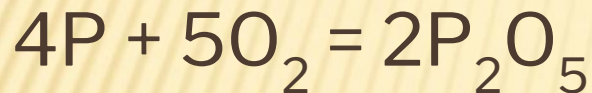
Монооксид мангана MnO як основний оксид реагує з SiO_2 і утворює силікат мангана $MnSiO_3$, який переходить у шлак. Оксид алюмінію як нерозчинна при цих умовах речовина теж спливає наверх і переходить у шлак. Незважаючи на простоту і велику продуктивність, бессемерівський спосіб тепер не досить поширений, оскільки він має ряд істотних недоліків. Так, чавун для бессемерівського способу повинен бути з найменшим вмістом фосфору і сірки, що далеко не завжди можливо. При цьому способі відбувається дуже велике вигоряння металу, і вихід сталі становить лише 90 % від маси чавуну, а також витрачається багато розкисників. Серйозним недоліком є неможливість регулювання хімічного складу сталі.

Бессемерівська сталь містить звичайно менше 0,2 % вуглецю і використовується як технічне залізо для виробництва дроту, болтів, дахового заліза тощо.

ТОМАСІВСЬКИЙ СПОСІБ

Томасівським способом переробляють чавун з великим вмістом фосфору (до 2 % і більше). Основна відмінність цього способу від бессемерівського полягає в тому, що футеровку конвертора роблять з оксидів магнію і кальцію (які одержують з доломіту $\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$). Крім того, до чавуну додають ще до 15 % CaO . Внаслідок цього шлакоутворюючі речовини містять значний надлишок оксидів з основними властивостями.

У цих умовах фосфатний ангідрид P_2O_5 , який виникає при згорянні фосфору, взаємодіє з надлишком CaO з утворенням фосфату кальцію, що переходить у шлак:



Реакція горіння фосфору є одним з головних джерел тепла при цьому способі. При згорянні 1 % фосфору температура конвертора піднімається на $150^\circ C$.

Сірка виділяється в шлак у вигляді нерозчинного в розплавленій сталі сульфиду кальцію CaS , який утворюється внаслідок взаємодії розчинного FeS з CaO за реакцією:



Усі останні процеси відбуваються так само, як і при бессемерівському способі. Недоліки томасівського способу такі ж, як і бессемерівського. Томасівська сталь також маловуглецева і використовується як технічне залізо для виробництва дроту, дахового заліза тощо.

В СРСР томасівський спосіб застосовують для переробки фосфористого чавуну з керченського бурого залізняка. Одержуваний при цьому шлак містить до 20 % P_2O_5 . Його розмелюють і застосовують як фосфорне добриво на кислих ґрунтах.



ДОМЕННА ПІЧ

МАРТЕНІВСЬКА ПІЧ

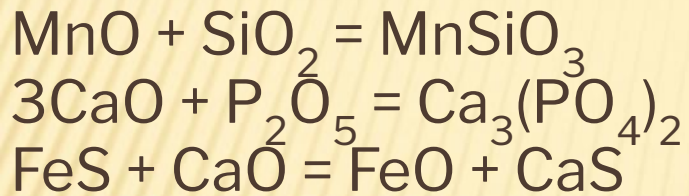
Мартенівський спосіб відрізняється від конверторного тим, що випалювання надлишку вуглецю в чавуні відбувається за рахунок не лише кисню повітря, а й кисню оксидів заліза, які додаються у вигляді залізної руди та іржавого залізного брухту.

Мартенівська піч складається з плавильної ванни, перекритої склепінням з вогнетривкої цегли, і особливих камер-регенераторів для попереднього підогріву повітря і горючого газу. Регенератори заповнені насадкою з вогнетривкої цегли. Коли перші два регенератори нагріваються пічними газами, горючий газ і повітря вдуваються в піч через розжарені третій і четвертий регенератор. Через деякий час, коли перші два регенератори нагріваються, потік газів спрямовують у протилежному напрямку і т. д.

Плавильні ванни потужних мартенівських печей мають довжину до 16 ж, 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

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

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



Мартенівські печі, як і конвертори, працюють періодично. Після розливної сталі піч знову завантажують шихтою і т. д. Процес переробки чавуну в сталь у мартенах відбувається відносно повільно протягом 6—7 годин. На відміну від конвертора в мартенах можна легко регулювати хімічний склад сталі, додаючи до чавуну залізний брухт і руду в тій чи іншій пропорції. Перед закінченням плавки нагрівання печі припиняють, зливають шлак, а потім додають розкисники. В мартенах можна одержувати і леговану сталь. Для цього в кінці плавки додають до сталі відповідні метали або сплави.

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 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 кВт/год на 1 т сталі. Тому цей спосіб застосовують лише для одержання високоякісної спецсталі.

Електропечі бувають різної місткості — від $0,5$ до 180 т . Футеровку печі роблять звичайно основною (з CaO і 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 мартенах.

