# § 75. Виробництво сталі

## Хімічний склад сталі (додатково)

Сталь містить також деякі технологічні домішки, що можуть бути як корисними, так і шкідливими.

До корисних домішок належать Манган і Силіцій, вони мають міститися в сталі будь-яких марок. Якщо в процесі переробки чавуну на сталь ці елементи переходять у шлаки, їх спеціально додають наприкінці плавки. Манган зменшує червоноламкість сталі, тобто ламкість під час обробки нагрітої сталі, а Силіцій запобігає утворенню пористості у виливках, що може бути спричинено наявністю пухирців карбон(II) оксиду. До корисних легуючих добавок також належать деякі метали: хром, нікель, вольфрам, молібден, ванадій, титан, алюміній.

У процесі переробки чавуну на сталь у сплав потрапляють кисень, азот, водень. Ці газуваті речовини в рідкій сталі реагують між собою або з легуючими добавками і утворюють крихкі хімічні сполуки, що знижують якість виливків.

## Хімічні реакції, що є основою переробки чавуну на сталь (додатково)

**Перша група реакцій.** Доведено, що під час виплавки сталі жодний інший оксид Феруму не утворюється. Більш того, якщо в сталеплавильну піч помістити оксиди $Fe_3O_4$ або $Fe_2O_3$, що містяться в залізній руді або в іржавому металобрухті, то вони реагують із залізом як окисники, утворюючи той самий ферум(II) оксид:

$$Fe + Fe_3O_4 = 4FeO$$

**Друга група реакцій**. Окиснення Карбону спричиняє в розплаві ефект кипіння унаслідок виділення пухирців карбон(II) оксиду. Завдяки їхньому руху відбувається перемішування металу, очищення його від шлаків і пухирців азоту й водню.

**Третя група реакцій —** процеси видалення сполук Сульфуру і Фосфору негашеним вапном CaO**.** Продукти реакцій — кальцій ортофосфат і кальцій сульфід — утворюють шлаки, які спливають на поверхню сталі, а ферум(II) оксид FeO залишається в розплавленій сталі. Його усувають лише після того, як кількість Карбону зменшиться до необхідного значення. Процес усунення ферум(II) оксиду

називають розкисленням сталі. Він полягає в додаванні до розплаву таких відновників, надлишок яких не знизить якість сталі,— це сплави заліза з манганом, силіцієм або алюмінієм.

## Способи виробництва сталі (додатково)

Недоліки *кисневo-конвертерного способу* — періодичність (у конвертер періодично подають сировину та виливають отриману сталь) і невисокий відносний вихід сталі (90–92 % від теоретично можливого). До того ж у такий спосіб складно переробити великі обсяги металобрухту.

Найважливішою перевагою *мартенівського способу* переробки чавуну є можливість одержання якісної сталі.

Щоб мартенівська піч не охолонула, навіть у період простою не припиняють спалювати газ. А у випадку зупинення печі на ремонт необхідно вручну виламувати на її дні залишики металу і шлаків. До того ж у цих печах складно одержати високоякісні леговані сорти сталі.

*Прямим відновленням* залізної руди можна одержати сталь високої чистоти. Такий спосіб дозволяє економити значні кількості енергії та матеріалів, оскільки за традиційного способу «залізна руда → чавун → сталь» необхідно двічі нагрівати великі обсяги речовин і витрачати додаткове паливо.

Відновлення відбувається у твердому стані, що запобігає розчиненню вуглецю в залізі, тобто утворенню чавуну.

Обмеженість використання цього методу пов’язана з тим, що необхідно у сировині (залізній руді) істотно підвищити вміст Феруму, відділивши порожню породу, і знизити вміст шкідливих домішок (сполук Сульфуру й Фосфору).

## Чорна металургія в Україні

Основна маса залізних руд у нашій країні зосереджена у Криворізькому залізорудному басейні (72 % розвіданих запасів в Україні), Кременчуцькій магнітній аномалії (16 %), Білозерському (10 %) та Приазовському (2 %) залізорудному басейнах. Відповідно в Україні сформувалися три основні

металургійні райони: Придніпровський (Дніпропетровськ, Дніпродзержинськ, Запоріжжя, Кривий Ріг тощо), Донецький (Донецьк, Макіївка, Алчевськ тощо) і Приазовський (Маріуполь, Керч). У них функціонують великі металургійні підприємства, серед яких Азовсталь (Маріуполь), Алчевський металургійний комбінат, Криворіжсталь, Дніпропетровський металургійний завод (м. Дніпро), Запоріжсталь тощо.