

УДК 669.746.58.

ПЕРЕВАГИ КОМБІНОВАНИХ МЕТОДІВ ПОЗАПІЧНОЇ ОБРОБКИ СТАЛІ

В. О. Шаповалов, Ю. Я. Готвянский, Н. В. Черв'як

*Национальной технической университет Украины
„Киевский политехнический институт”*

Обмежені можливості регулювання фізичних та фізико-хімічних умов протікання процесів плавки сталі в сталеплавильних агрегатах, підвищення вимог до якості сталі, а також необхідність розробки технології та виробництва сталі принципово нової якості привели до створення нових сталеплавильних процесів, що відповідають сучасному рівню розвитку техніки. Одним з елементів таких технологій є позапічна обробка сталі. Забезпечуючи отримання не тільки високого, а в ряді випадків нової якості, але і підвищення продуктивності сталеплавильних агрегатів, позапічної обробки сталі початку особливо швидко розвиватися в 60-70-х роках і стала невід'ємною частиною сталеплавильного виробництва.

Ограниченные возможности регулирования физических и физико-химических условий протекания процессов плавки стали в сталеплавильных агрегатах, повышение требований к качеству стали, а также необходимость разработки технологии и производства стали принципиально нового качества привели к созданию новых сталеплавильных процессов, соответствующих современному уровню развития техники. Одним из элементов таких технологий является внепечная обработка стали. Обеспечивая получение не только высокого, а в ряде случаев нового качества, но и повышение производительности сталеплавильных агрегатов, внепечная обработка стали начала особенно быстро развиваться в 60-70-х годах и стала неотъемлемой частью сталеплавильного производства.

The limited possibilities of regulation of physical and physical and chemical conditions of course of processes of fusion became in steel-smelting units, increase of requirements to quality of a steel, and also necessity of working out of technology and manufacture of a steel of essentially new quality have led to creation of the new steel-smelting processes corresponding to a modern level of development technicians. One of elements of such technologies

is secondary steel processing. Providing reception not only high, and in some cases new quality, but also increase of productivity of steel-smelting units, secondary steel processing steel processing has started to develop especially quickly in 60-70th years and became an integral part of steel-smelting manufacture.

Вступ

Позапічна обробка сталі - проміжний перероб між виплавою сталі і її розливанням - є відносно новим переробом і зобов'язаний своїм розвитком і успіхами в першу чергу досягненням фізичної хімії металургійних процесів і гідродинаміки. Позапічна обробка сталі почала активно застосовуватися з 60-х і 70-х років, головним чином для підвищення продуктивності дугових сталеплавильних печей і конвертерів, дозволяючи винести частину процесів рафінування з цих агрегатів у ківші. Однак вже почало впровадження сучасних процесів позапічної обробки показало, що вони дозволяють не тільки істотно поліпшити якість сталі (механічні властивості, корозійну стійкість, електротехнічні показники та ін), але принципово новими властивостями. Підвищення якості сталі призвело до зростання працездатності машин і конструкцій при зменшенні їх маси. Іншим важливим фактором, що забезпечили цей результат, з'явилася можливість гарантовано отримувати сталь з вузькими межами змісту елементів. Це дозволило зменшити коефіцієнт запасу міцності, враховувати при проектуванні, з звичайних 1,5 - 3,0 до 1,2 - 1,4 [1].

Постановка задачі дослідження

Визначити методи позапічної обробки металу при якому якість металу була б вища та мінімальні енергетичні та економічні затрати при виробництві сталі.

Результати досліджень

Методи позапічної обробки стали умовно розділяють на прості при яких обробка металу відбувається одним способом (обробка металу вакуумом, продування інертним газом, обробка металу синтетичним шлаком, рідким і твердими шлаковими сумішами, введення реагентів углиб метала, інжекційна металургія або продування металу порошкоподібним матеріалом) [2].

Цей метод обробки металу підвищує його якість, але він має такі недоліки:

- необхідність перегріву рідкого металу в плавильному агрегаті для компенсації падіння температури металу при обробці в ковші;
- обмежена дії на метал.

Виходячи з цих недоліків був створений другий - комбінований спосіб позапічної обробки. У ньому використовуються комбіновані або комплексні способи, коли в одному або декількох послідовно розташованих агрегатах на основі модульної системи, при якій окремі операції виконуються на різному устаткуванні при транспортуванні ковша з оброблюваним металом і на основі універсальної системи, що поєднує декількох видів позапічної обробки в нерухомому ковші. Основною перевагою першої системи - можуть використовуватися не всі модулі, що входять в систему, а тільки ті, які необхідні для забезпечення потреб, рівня якості сталі. Гідність універсальної системи - значно менша загальна тривалість позапічної обробки [3,4].

Виходячи з переваг комбінованого способу позапічної обробки сталі в даний час багато виробництв використовують його. Характерним прикладом є досвід заводу "Oxelosund" фірми SSAB (Швеція). Завод має установки для позапічної обробки сталі (ASEA—SKF) і для вдування порошків (TN). На основі досвіду, накопиченого в процесі експлуатації цих установок, виявилось раціональним розділення всіх вироблених на заводі марок сталей на чотири групи залежно від вмісту сірки і вибору технології обробки для кожної групи. Для груп марки сталей I, II, III, IV вміст сірки в готовій сталі повинно бути відповідно 0,015-0,030, 0,01-0,015 < 0,007 < 0,004 мас.% і мінімальна кількість водню. Десульфурація сталі проводиться у разі потреби для груп I, II; глибока для груп III, IV. Обробка синтетичним шлаком і вакуумування проводиться тільки для групи IV. Таким чином, виявилася раціональною оптимізація технології десульфурації сталі залежно від необхідного змісту сірки в сталі, умов видалення сірки в конвертері або відновлення її з шлаку і вартості обробки[5].

Комплексне рішення по організації позапічної обробки чавуну і сталі ухвалене на заводах "Thyssen Stahl AG" (ФРН), де працюють дев'ять конвертерів комбінованого дуття типу ТВМ, три установки циркуляційного вакуумування, установки вакуум-кислородного рафінування типу VOD і VODC, п'ять установок TN для десульфурації сталі шляхом інжекції додатків, що сприяють зниженню вмісту сірки.

У 1982 р. на заводі "Kimitsu Works, NSC" (Японія) Упроваджена ОРР-технологія. Основною метою розробників технології є зниження до мінімуму втрат заліза і витрат енергії при максимальній продуктивності і максимальному використанні устаткування [5]. При використанні 21кг флюсу (40 мас.% СаО; 12 мас.% MgO; 39 мас.% Fe₂O₃; 9 мас.%) на 1т сталі зміст вуглецю знижується з 4,67 до 0,05 мас. %. Сталь після випуску продувають в ковші сумішшю винищити і феросплавів в струмені аргону, а також, при необхідності вакуумування. Вироблювана сталь містить

гарантовано низький зміст небажаних домішок [5].

Разом з ORP-технологією компанією "Nippon Steel Corp." (NSC) широко використовується технологія, названа SMP (Slag Minimising Process). SMP-процес використовують в основному для отримання сталі промислового виробництва з мінімальними витратами на рафінування шляхом стабілізації змісту кремнію в чавуні на низькому рівні (0,2—0,25 мас.%). При цьому збільшується вихід придатного, знижується витрат флюсів в конвертерному цеху, збільшується стійкість футеровки, продуктивність і т.д. Окислення кремнію проводиться в пересувному міксері шляхом верхньої подачі окалини (28 кг/т) в струмені газу. Отриманий шлак віддаляється відсмоктуванням за допомогою вакуумної системи (VSC). До початку 1985 р. практично на всіх заводах компанії використовувався той або інший, метод позапічної обробки:

- 1) MURORAN-SMP (технологія з мінімальною кількістю шлаку), ORP-технологія (комплексна обробка металу починаючи з доменної печі і закінчуючи кисневим конвертером);
- 2) Kimitsu-ORP-технологія;
- 3) Nagoya-ORP-технологія;
- 4) Sakai-SMP;
- 5) Hurohata – SMP;
- 6) Jawata-SMP, ORP;
- 7) Oita-ORP.

В усіх випадках особлива увага приділяється знекремнювання чавуну. Інтенсивне знекремнювання, що проводиться на жолобі доменної печі (порошками оксидів заліза), що коливається, забезпечує на наступній стадії ефективну дефосфорацію під високо основним шлаком (вдуванням змішай 55-58 мас.% FeO; 33-36 мас.% CaO; 7-10 мас.% CaF₂; до 2 мас.% CaC) і десульфурації. Розробники назвали WOT-процес "новим" сталеплавильним процесом.

Практично всі варіанти технологічних комплексів отримання чистих по фосфору чавунів включають операції однократного або (частіше) двократного викачування шлаку. Це дозволяє гарантовано отримувати в готовій сталі 0,0015 мас.% P (при використанні для десульфурації силікат кальцію) і s 0,0010 мас.% P (без силікат кальцію). Комплекси включають також устаткування для витягання соди з відпрацьованого шлаку як з метою економії, так і для виключення небезпеки забруднення середовища шкідливими виділеннями.

Технологія отримання, а потім ефективного використання знекремнювання чавуну отримала назву мало шлакової або без шлакової технології (процесу). Безшлаковий процес має ряд переваг: економія флюсів, зменшення втрат заліза в шлаку і відповідне збільшення виходу

стали, економія феросплавів і ін. Є повідомлення про рентабельність використання в такому процесі марганцевої руди (у конвертері). При малій витраті флюсів "вихід" зростає приблизно удвічі [1].

Висновки

1. Приведені данні показують, що комбінований метод позапічної більш економічний порівняно з простими методами позапічної обробки сталі.
2. Рішення вимог до якості сталі та підвищення продуктивності сталеплавильних агрегатів.
3. Створення нових сталеплавильних процесів та агрегатів.

Література

1. <http://bibliotekar.ru/spravochnik-38/7.htm>
2. Ю. Я. Готвянський. Фізико-хімічні та металургійні основи виробництва металів. Навчальний посібник. – К.:ІЗМН,1996.-392с.
3. Основи металургійного виробництва металів і сплавів: Підручник / Д.Ф.Чернега, В.С.Богушевський, Ю.Я. Готвянський та ін.; За ред. Д.Ф. Чернеги, Ю.Я. Готвянського. – К.: Вища школа, 2006. – 503 с.
4. <http://www.nmz.com>
5. <http://www.metallobaza.com>