

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ І ГІДРО ГАЗОДИНАМІЧНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ РАФІНУВАННЯ ЧАВУНУ В КОВШАХ

Руденко Р.М., Чубін К.І., Чубіна О.А., Руденко М.Р., Похвалітий А.А.
Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське, Україна

Метою роботи є придбання надійної інформації про механізм процесів при рафінуванні чавуну, що передбачає розробку нових установок і методики високотемпературних досліджень різних реакційних зон робочого простору ковша.

Вступ. При постановці досліджень з метою створення нових технологій ковшового рафінування чавуну, які можна використовувати в умовах металургійних підприємств необхідно застосовувати раніше накопичений досвід високотемпературних експериментів по встановленню механізму окиснення домішок чавуну в конвертерних процесах виробництва сталі [1].

Високотемпературні експерименти по встановленню місця і механізму переважного розвитку реакцій видалення домішок чавуну (С, Mn, Si, S і P) вперше були поставлені в період з 1963 по 1975 р.р. [1]. Було встановлено, що окислення кремнію, марганцю і вуглецю переважно (75-90% від загальної кількості) розвивається в області реакційної зони впливу кисню на ванну, а реакції дефосфорації і десульфурації отримують основний розвиток на межі поділу металу з основним, багатим оксидами заліза, шлаком [2].

Основний матеріал. Завдяки створенню та вдосконаленню установок і методики високо-температурних експериментів знання в галузі вивчення гідро газодинамічних і тепломасообмінних закономірностей в реакційній зоні взаємодії кисню з металом сформовано основні положення фізико-хімічної моделі реакційної зони впливу кисню на метал [1].

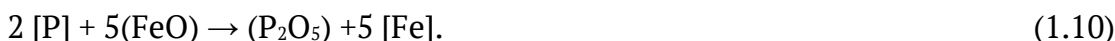
При продувці киснем ($2-5 \text{ м}^3/\text{т. хв}$) в межах первинної реакційної зони (І-р.з.) переважно розвивається процес окислення заліза



Далі відбувається одночасне видалення кремнію, марганцю, вуглецю, фосфору і сірки по реакціях:



Оксиди заліза, що переважно утворюються в I р.з. надходять у вторинну реакційну зону (II р.з.), де реагують безпосередньо з домішками металу:



Оскільки хімічна спорідненість до кисню різних елементів відрізняються, в межах верхніх горизонтів II р.з., розвивається процес відновлення фосфору з конденсованих продуктів окислення, перш за все кремнієм, що має більш високу спорідненість до кисню в початковий період продувки

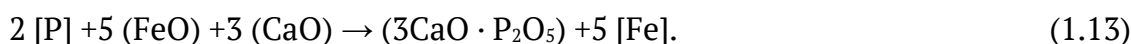


а потім вуглецем в середині операції



У зв'язку з цим при продувці чавуну чистим киснем в межах реакційної зони вдається забезпечити тільки переважне (до 90% від загальної кількості) видалення кремнію, марганцю і вуглецю [2] і лише часткове (до 15-20%) окислення сірки з видаленням в газову фазу [1] по реакції (1.6).

Прийнято вважати [3], що найбільш значний вплив на процес дефосфорації надають оксиди заліза шлаку, як джерело кисню, і оксиди кальцію, що володіють найсильнішою спроможністю до флюсування оксиди фосфору. Тому випереджаюче видалення фосфору в порівнянні з вуглецем в цих умовах досягається тільки при швидкій наводці високо основного рідкоплинного окисного шлаку, на кордоні якого з металом розвивається реакція дефосфорації.

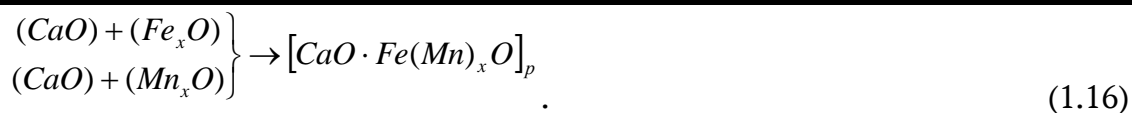


У той же час підвищення окисного потенціалу основного шлаку, як відомо [1], істотно сповільнює процес десульфурації чавуну по реакціях:

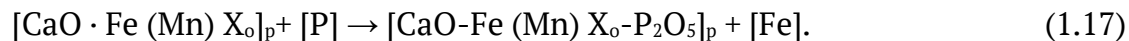


Інжекція порошкоподібного вапна в струмені кисню корінним образом змінила би умови дефосфорації в межах реакційної зони при позапічної десульфурації чавуну у ковшах [4].

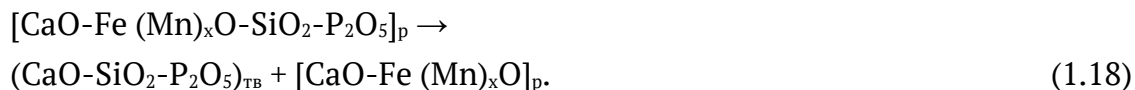
Згідно [5] при вдування в чавун через занурювану фурму в потоці кисню порошкоподібного вапна поблизу продувного сопла має місце окислення заліза, кремнію, марганцю і вуглецю по реакціях (1.1) - (1.4). Тут же відбувається первісне ошлакування CaO з утворенням рідкої багатокомпонентної фази $[\text{CaO} \cdot \text{Fe} (\text{Mn}_x) \text{O}]$ по реакції (1.16)



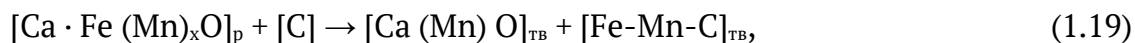
Реакція дефосфорації починається на кордоні розділу цієї багаті Fe_xO багатоконпонентної фази з рідким металом:



У міру протікання реакції (1.16) і збільшення концентрації P₂O₅ твердої фази 7CaO · 2SiO₂ · P₂O₅ і 5CaO · SiO₂ · P₂O₅ виділяються завдяки включенню в рідкий шлак SiO₂:



На відстані від сопла кількість підведеного кисню є недостатньою, і тому швидкість утворення CaO · Fe(Mn)_xO знижується і має місце відновлення [CaO · Fe(Mn)_xO]_p вуглецем рідкого чавуну



в результаті чого реакція дефосфорації стає скрутною. Тобто для інтенсифікації реакції дефосфорації необхідно сприяти ранньому утворенню [CaO · Fe(Mn)_xO]_p з високою концентрацією Fe_xO, що досягається на практиці попереднім видаленням кремнію з чавуну і подачею в кисневому, азотно-кисневому або повітряному струмені сумішей для дефосфорації на базі вапна, залізної руди, прокатної окалини з добавками розріджувачів (CaF₂, BF₂).

Як відомо [1], реакції дефосфорації і десульфурації чавуну протікають у взаємовиключних умовах. Для першої потрібен високий окислювальний потенціал в системі метал-шлак і мінімальна температура, для реалізації іншого - діаметрально протилежні умови. Якщо в минулому не робилися серйозні спроби поєднати обидва процеси в часі в одному металургійному агрегаті, то останнім часом відроблені два варіанти одноступінчастого процесу рафінування рідкого чавуну від фосфору і сірки.

Перший спосіб полягає в подачі через занурювану фурму в потоці нейтрального або окисного газу порошкоподібної соди, в рівновазі з якою значення фосфору і сірки [6] в розплаві при 1400°C не перевищують 0,001% для широкого інтервалу активності кисню

(a_o = 0,0001-0,1%). Доведено [6], що при використанні Na₂CO₃ процеси дефосфорації і десульфурації чавуну проходять по реакціях:



можуть бути реалізовані в одній реакційній зоні незалежно від зміни

активності кисню в зазначених межах.

На практиці при обробці рідкого металу содою, розчинений в чавуні кремній окислюється і в результаті утворюються шлаки системи $\text{Na}_2\text{O}-\text{SiO}_2$, для яких відношення $(\text{P}_2\text{O}_5)/[\text{P}]$ зменшується з підвищенням вмісту кремнезему. У зв'язку з цим, для більш ефективної дефосфорації чавун необхідно попередньо піддавати знекремненню. Є данні, що продування чавуну з низьким вмістом кремнію ($\text{Si} \leq 0,1\%$; $0,1-0,15\%$ P; $0,03-0,04\%$ S) содою в кількості 19 кг/т забезпечується отримання в металі після обробки такі концентрації домішок: P = 0,005% і S = 0,002%.

Висновки: Для отримання більш достовірних відомостей доцільно модернізувати відомі методики високотемпературного моделювання, які з успіхом були використані для з'ясування механізму видалення кремнію при різних варіантах підведення дуття. В той же час, придбання надійної інформації про механізм процесів при продувці чавуну передбачає розробку нових установок і методики високотемпературних досліджень різних реакційних зон робочого простору ковша у ході рафінування розплаву.

Література

1. Баптизманский В.И. Физико-химические основы кислородно-конвертерного процесса / В.И. Баптизманский, В.Б. Охотский - Киев-Донецк: Вища школа, 1981. - 183с.
2. Охотский В.Б. Зона преимущественного рафинирования металла при продувке ванны кислородом / В.Б.Охотский , А.Г. Чернятевич, К.С. Просвирина // Сталеплавильное производство: Тематич. отраслев. сборник / МЧМ СССР. - М.: Металлургия. 1974. -№3.-С. 75-82.
3. Охотский В. Б. Физико-химическая механика сталеплавильных процессов / В.Б. Охотский. -М.: Металлургия, 1993. - 150с.
4. Мачикин В.И. Повышение качества черных металлов / В.И. Мачикин, А.М. Зборщик, Е.Н. Складановский. -К.: Техніка, 1981. - 161с.
5. Оно Х. Кинетика дефосфорации чугуна в процессе инъекции извести в струе кислорода / Х. Оно, Т. Масуи, К. Мори // Инжекционная металлургия '83: Труды конференции; М.: Металлургия, 1986. - С. 22-33.
6. Шюрман Э. Обзор литературы по обескремниванию и дефосфорации чугуна шлаками на основе соды / Э. Шюрман, И. Банненберг // Черные металлы. - 1982. - № 3. - С. 13-19.

PHYSICAL-CHEMICAL AND HYDRO-GAS-DYNAMIC REGULATIONS

OF CAST IRON REFINING IN LADLES

Rudenko Rodion, Chubin Kostiantyn, Chubina Olena,

Rudenko Mykola, Pokhvalityi Artem

Abstract. The history of the development of the theory and technology of cast iron refining testifies to the constant search and improvement of methods and devices that ensure, when reagents are introduced into a completely filled ladle, in the best case, calm processing with maximum assimilation of reagents and, if possible, the simultaneous removal of impurities such as Si, P and S.

The organization and scope of off-site processing of cast iron have changed significantly in recent years. This was determined, on the one hand, by a significant increase in the requirements for the quality of steel (in particular, in connection with the transition to continuous casting), by the difficulties that appear in the case of using scrap metal due to an increase in the content of harmful impurities in it, and on the other hand, the advantages "slag-free" or "low-slag" technology of converter melting when processing such cast iron.

Keywords: Latch, slag, refining, cast iron, impurities, reaction zone, descaling, dephosphoration, desulfuration.