

**ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО СКЛАДУ РЕАГЕНТІВ ДЛЯ ЗДІЙСНЕННЯ  
ПРОЦЕСІВ КОМПЛЕКСНОГО РАФІНУВАННЯ РІДКОГО  
ЧАВУНУ НА ЕТАПІ ПОЗАПІЧНОЇ ОБРОБКИ**

Молчанов Л.С.<sup>1</sup>, Кисляков В.Г.<sup>1,2</sup>, Петруша В.П.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Інститут чорної металургії ім. З. І. Некрасова НАНУ, м. Дніпро, Україна

<sup>2</sup>Український державний університет науки та технологій, м. Дніпро, Україна

**Анотація.** Робота присвячена питанню комплексної обробки чавуну. Проаналізовані можливі хімічні перетворення, що можуть протікати у випадку введення реагентів у рідкий чавун, отримані вирази для розрахунку константи рівноваги  $K_p$ , в залежності від температури. Також побудовані графічні залежності констант рівноваги від температури для зазначених реакцій. Розрахунки проводили для реакцій десульфурації, реакцій дисоціації карбонатів, окислення домішок чавуну за рахунок взаємодії з вуглекислим газом, а також для взаємодії компонентів рідкого чавуну з оксидами заліза. Шляхом термодинамічних розрахунків встановлено, що суміш для комплексного рафінування рідкого чавуну на етапі позапичної обробки повинна відноситися до хімічної системи  $\text{CaO} - \text{Na}_2\text{CO}_3 - \text{FeO}(\text{Fe}_2\text{O}_3) - \text{Al}$ . При чому конкретне співвідношення компонентів визначається необхідним результатом рафінування.

**Ключові слова:** чавун, домішки, одностадійна обробка, суміш, раціональний склад.

**Вступ.** Виходячи з результатів проведених раніше досліджень визначено, що комплексне рафінування рідкого чавуну може проходити за двома наступними схемами: зменшення концентрації сірки, фосфору та кремнію (характерно для малошлакової технології виплавки сталі у кисневих конвертерах); видалення сірки та фосфору з розплаву (характерно для здійснення процесів виплавки сталі у кисневих конвертерах з підвищенням часткою металобрухту у шихті без заміни продувного пристрою). Для вітчизняної практики металургійного виробництва більш актуальним в сучасних умовах є другий варіант, проте на етапі повоєнного відновлення необхідно буде реалізувати саме перший варіант технології, оскільки він дозволяє виробляти металопродукцію більш конкурентоспроможну.

З аналізу літературних джерел відомо, що більшість реагентів для проведення комплексного рафінування чавуну базується на системі

CaO-FeO-Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. У роботі розглянуто більш детально можливі хімічні перетворення, що можуть протікати у випадку введення зазначених реагентів у рідкий чавун. [1, 2]

**Основний матеріал.** У роботі були зроблені наступні розрахунки.

Реакції десульфурації: описані можливі реакції хімічних перетворень, та отримані вирази для розрахунку константи рівноваги  $K_p$ , в залежності від температури, а також побудовані графічні залежності для діапазонів використання рідкого чавуну. Відповідно до отриманих даних були зроблені висновки, що найефективніше процес десульфурації відбувається при використанні у якості основного реагенту Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. При цьому, у якості відновника використовується вуглець чавуну, що в значній мірі є позитивним аспектом при здійсненні процесу комплексного рафінування від сірки та фосфору без екстракції кремнію.

Реакції дисоціації карбонатів: враховуючи, що Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> та CaCO<sub>3</sub> відносяться до класу карбонатів, то є необхідність розглянути процеси їх дисоціації в об'ємі рідкого чавуну під дією теплоти. Описані відповідні хімічні рівняння та вирази для розрахунку константи рівноваги  $K_p$ , в залежності від температури, а також графічні залежності для температур рідкого чавуну. Відповідно до отриманих даних був зроблен висновок, що процеси дисоціації носять пріоритетний характер як для карбонату натрію так і для карбонату кальцію. При цьому, в подальших процесах рафінування беруть участь оксиди натрію та кальцію і вуглекислий газ. Що стосується процесів десульфурації, то з літературних джерел відомо, що оксид натрію у десятки разів активніший ніж оксид кальцію.

Окислення домішок чавуну за рахунок взаємодії з вуглекислим газом: вуглекислий газ, що утворився при дисоціації карбонатів може вступати в хімічну взаємодію з компонентами рідкого чавуну. Описані можливі хімічні реакції та відповідні їм рівняння для розрахунку константи рівноваги в залежності від температури, а також побудовані у графічному вигляді для діапазону температур чавуну, що використовується у виробництві. Відповідно до отриманих даних був зроблен висновок, що для процесів комплексного

рафінування класичного виду  $\text{CO}_2$  носить позитивний характер, оскільки активно окислюю кремній у складі чавуну. Проте для видалення з розплаву сірки та фосфору він є небажаним. Таким чином, для зменшення впливу  $\text{CO}_2$  на ефективність рафінування до складу реагенту повинен бути введений додатковий сильний відновник – алюміній.

Взаємодія компонентів рідкого чавуну з оксидами заліза: з практики комплексного рафінування чавуну на етапі позапічної доводки відомо, що реагенти додатково містять оксиди заліза. Хімічна взаємодія оксидів заліза з компонентами рідкого чавуну розглянута на прикладі  $\text{FeO}$ . Отримані рівняння можливих хімічних реакцій та відповідні ним вирази для розрахунку константи рівноваги, також побудовані Графічні залежності констант рівноваги від температури для зазначених реакцій. Відповідно до отриманих даних зроблен висновок, що реагент системи  $\text{CaO-FeO}$  пріоритетно вступає в хімічну взаємодію саме з фосфором у складі рідкого чавуну.

#### **Висновки:**

Шляхом термодинамічних розрахунків встановлено, що суміш для комплексного рафінування рідкого чавуну на етапі позапічної обробки повинна відноситися до хімічної системи  $\text{CaO} - \text{Na}_2\text{CO}_3 - \text{FeO}(\text{Fe}_2\text{O}_3) - \text{Al}$ . При чому конкретне співвідношення компонентів визначається необхідним результатом рафінування (видалення сірки та фосфору, або ще й додатково кремнію).

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Меджибожський М.Я. Основи термодинаміки і кінетики сталеплавильних процесів: Підручник / М.Я. Меджибожський, П.С. Харлашин. – Київ: Вища школа, 1994. – 327с.
2. Kazachkov E. A. Raschety po teoryu metallurhicheskikh protsessov. – М.: Metallurhiya, 1988. – 288 s [in Russian].

**DETERMINATION OF THE RATIONAL COMPOSITION OF REAGENTS FOR THE  
COMPLEX REFINING OF LIQUID CAST IRON  
AT THE OUT-OF-FURNACE TREATMENT STAGE**

Molchanov<sup>1</sup>L., Kislyako V., Petrusha<sup>1</sup>V.

<sup>2</sup>*Ukrainian State University of Science and Technologies (Dnipro, Ukraine)*

**Abstract.** *The paper is devoted to the issue of complex treatment of cast iron. Possible chemical transformations that can occur when reagents are introduced into liquid cast iron are analyzed, and expressions for calculating the equilibrium constant  $K_r$ , depending on temperature, are obtained. Graphical dependences of the equilibrium constants on temperature for these reactions were also constructed. The calculations were performed for desulfurization reactions, carbonate dissociation reactions, oxidation of cast iron impurities due to interaction with carbon dioxide, and for the interaction of liquid cast iron components with iron oxides. Thermodynamic calculations have established that the mixture for the complex refining of liquid cast iron at the out-of-furnace treatment stage should belong to the chemical system  $\text{CaO} - \text{Na}_2\text{CO}_3 - \text{FeO}(\text{Fe}_2\text{O}_3) - \text{Al}$ . The specific ratio of components is determined by the required refining result.*

**Keywords:** *cast iron, impurities, one-step processing, mixture, rational composition.*

**REFERENCES**

1. Medzhybozhskiy M.Ia. Osnovy termodinamiky i kinetyky staleplavlynykh protsesiv: *Pidruchnyk* / M.Ia. Medzhybozhskiy, P.S. Kharlashyn. – Kyiv: Vyshcha shkola, 1994. – 327s [in Ukrainian].
2. Kazachkov E. A. Raschetы po teoryy metallurhycheskykh protsessov. – M.: Metallurhyia, 1988. – 288 s [in Russian].