

ють індивідуальному визначенню механічних властивостей з використанням спеціальних методів контролю якості їх металу.

Продовження ресурсу відповідальних елементів енергоустановок АЕС дозволяє прогнозувати термін їх надійної експлуатації та є важливим для сьогоденного стану економіки та енергетики України.

Перелік посилань

1. Звіт з оцінки відповідності (достатності) генеруючих потужностей – 2019 [Електронний ресурс]. – Режим доступу :<http://www.nerc.gov.ua/?news=10017>

УДК 669.162.231

Л. П. Грес, О. В. Гупало, О. О. Єрьомін, Є. О. Каракаш, Е. К. Д'якова

Національна металургійна академія України, м. Дніпро

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО КИСНЮ ПРИ НАГРІВАННІ ДОМЕННОГО ДУТТЯ

На вітчизняних підприємствах для нагрівання доменного дуття застосовують суміш природного і доменного газів калорійністю 3,9-4,5 МДж/м³, де частка природного газу складає 1,5 – 3 %. В той же час, на металургійних підприємствах США, Західної Європи, Японії та Південної Кореї відмовились від використання природного газу в доменних повітрянагрівачах (ПН) за рахунок збагачення повітря горіння технологічним киснем [1].

З метою визначення ефективності застосування кисню при нагріванні доменного дуття використано математичну модель ПН [1] та досліджено теплову роботу блоку ПН доменної печі об'ємом 1386 м³. Прийнято, що блок складається з трьох ПН обладнаних блочною насадкою с діаметром каналів 30 мм. Площа поверхні насадки кожного ПН – 57248 м². Моделювання теплової роботи ПН передбачає виконання розрахунків горіння палива та теплообміну в насадці з визначенням характерних температур продуктів згоряння, насадки та дуття по висоті камери теплообмінника.

В якості базового варіанту розглянуто роботу блоку ПН, що опалюються природно-доменною сумішшю (ПДС), для спалювання якої використовується атмосфер-

не повітря. Суміш складається з 97,33 % доменного и 2,67 % природного газу. Тепло-та згоряння ПДС 4,178 МДж/м³. Витрата дуття на піч 180 тис. м³/год.

Моделювання теплової роботи блоку ПН дозволило визначити, що витрата змішаного газу на опалення одного ПН складає 47279 м³/год, у тому числі 46018 м³/год доменного та 1261 м³/год природного газу. Температура під куполом ПН досягає 1350 °С, температура на початку періоду нагрівання дуття 1330 °С, наприкінці – 1223 °С, а температура диму на виході з насадки ПН складає 134 °С на початку та 398 °С наприкінці періоду нагріву. Витрата диму через насадку 87504 м³/год.

Як показали результати моделювання роботи ПН на доменному газі, для забезпечення температури диму під куполом ПН й вихідних параметрів теплообміну в насадці як у базовому варіанті, об'ємний відсоток кисню в повітрі горіння повинен складати 26 %. При цьому витрати доменного газу і технологічного кисню на один повітрянагрівач 60589 м³/год та 2230 м³/год відповідно.

Економічна ефективність використання технологічного кисню визначається зміною сумарних витрат на палива та кисень:

$$\Delta C_{\Sigma} = (N - 1) \cdot (B_{bfg1} \cdot C_{bfg} + B_{ng1} \cdot C_{ng} - B_{bfg2} \cdot C_{bfg} - B_{O_2} \cdot C_{O_2}), \text{ грн/год}, \quad (1)$$

де N – кількість повітрянагрівачів в блоці, шт; B_{bfg1} , B_{ng1} – витрати доменного та природного газів в базовому варіанті, грн/м³; B_{bfg2} , B_{O_2} – витрати доменного газу та технологічного кисню при опаленні ПН доменним газом, грн/м³; C_{bfg} , C_{ng} , C_{O_2} – ціни доменного та природного газів і технологічного кисню відповідно, грн/м³.

Якщо прийняти $\Delta C_{\Sigma} = 0$, то з рівняння (1) можна визначити ціну технологічного кисню, яка забезпечує беззбитковість його використання в ПН доменних печей:

$$C_{O_2} = \frac{(B_{bfg1} - B_{bfg2}) \cdot C_{bfg} + B_{ng1} \cdot C_{ng}}{B_{O_2}}, \text{ грн/м}^3. \quad (2)$$

Таким чином, для умов роботи блоку ПН, що розглядається, та цінах доменного та природного газів 520 та 7755 грн/тис.м³ відповідно, опалення повітрянагрівачів доменним газом при збагаченні повітря горіння киснем економічно доцільно, якщо ціна технологічного кисню не перевищує 987,50 грн/тис. м³.

Слід зазначити, що ціни на палива та технологічний кисень не є сталими. Крім того, собівартості доменного газу та кисню істотно відрізняються на різних металургійних комбінатах. Ціна доменного газу визначається собівартістю його виробництва, очищення та транспортування, а собівартість технологічного кисню в залежності від технології, що застосовується при його виробництві може змінюватись в 3,5 рази [2].

Тому остаточний висновок про доцільність використання технологічного кисню для нагрівання доменного дуття можна робити лише після аналізу паливно-енергетичного балансу підприємства та його цінової політики на вторинні енергоресурси та технологічний кисень.

Список літератури

1. Грес Л. П. Высокоэффективный нагрев доменного дутья : монография. – Днепропетровск : Пороги, 2008. – 492 с.
2. Использование кислорода и обогащенного кислородом воздуха в нагревательных печах, колодцах, стендах разогрева сталеразливочных ковшей / Карп И. Н. Зайвий А. Н., Марцевой Е. П., Пьяных К. Е. // Энерготехнологии и ресурсосбережение. – 2012. – № 3. – С. 18–29.

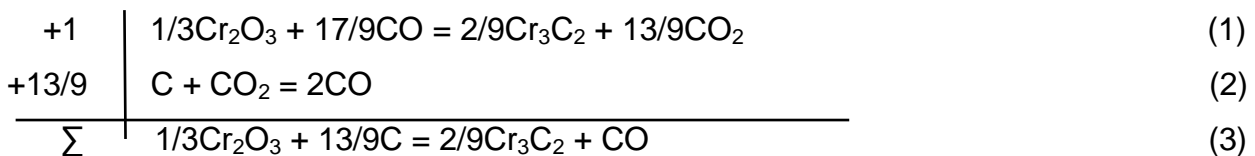
УДК 669.094.22:669.26

А. М. Гришин, А. А. Надточий

Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепр

ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТВЕРДОФАЗНОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ Cr_2O_3 УГЛЕРОДОМ

Ранее нами было показано, что определяющую роль в механизме углеродотермического восстановления Cr_2O_3 при умеренных температурах, исключаящих расплавление шихты, играет газовая фаза $\text{CO} - \text{CO}_2$ [1,2]. Процесс с достаточной степенью точности описывается двухзвенной схемой А.А. Байкова и применительно к превращению $\text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Cr}_3\text{C}_2$ может быть представлен совокупностью реакций:



Реакции (1), (2) являются гетерогенными и им присущи особенности, характерные для взаимодействия "твердое тело - газ", определяемые закономерностями диффузионного газообмена и адсорбционно-химических процессов.

При использовании дисперсных шихтовых материалов (как это имело место в настоящей работе) газообмен протекает чрезвычайно быстро. Так, скорость межзеренной диффузии $U_{\text{межз.}}$ можно описать уравнением: