

УДОСКОНАЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО НАГРІВАННЯ СТАЛІ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ

Ю.Л. Курбатов, О.В. Новікова, А.А. Селянін (ДонНТУ, м. Донецьк)

Експериментально підтверджений вплив постійного електричного поля на окислювання сталі при високотемпературному нагріванні. Запропоновано удосконалювання технології нагрівання сталі в нагрівальних методичних штовхальних печах за рахунок додатка негативного електричного потенціалу до металу.

Створення та удосконалювання металургійних технологій, у яких рішення задачі ресурсо- і енергозбереження є першочерговим – пріоритетний напрямок металургії. Втрати сталі за рахунок окислювання мають місце на всіх стадіях її виробництва й експлуатації: при виплавці (наприклад, у дугових печах), при нагріванні перед обробкою тиском і термообробці, у результаті корозії (наприклад, сталевих газопроводів). Для інтенсифікації технологічних процесів (з метою зменшення угару металу, одержання більш якісного кінцевого продукту, зменшення витрати палива) використовують різні види електрофізичних впливів, у тому числі електричного поля.

Різні способи інтенсифікації плавки сталі в дугових сталеплавильних печах можуть привести до росту угару металу з 5 до 15%, що на сучасному етапі розвитку електросталеплавильного виробництва стає одним з основних стримуючих факторів подальшої інтенсифікації плавки. Цілком виключити угар металу неможливо, тому застосовуються різні міри як технологічного, так і організаційного характеру для підвищення ефективності виробництва: забезпечення подачі охолоджувача в зони горіння дуг з моменту утворення рідкої ванни під електродами; зменшення температури металу до мінімуму на випуску; організація продувки ванни киснем з розосередженням зони реакції окислювання по обсязі ванни і зниженням інтенсивності продувки; інтенсивне перемішування металу, наприклад, продувкою аргоном; і т.д. Для інтенсифікації процесів переносу в електропечах постійного струму, крім традиційних, перерахованих вище способів, рекомендується застосовувати перспективні технології, засновані на особливостях руху розплаву під дією власних електромагнітних полів, а також конструкційних характеристик самої печі й особливостей електричних регуляторів джерел струму [1].

У процесі експлуатації сталь піддається корозійному впливу, у результаті чого під впливом атмосфери і блукаючих струмів металева поверхня руйнується. Відомі різні способи захисту металевих поверхонь від корозії. Так, наприклад, при активному електрохімічному захисті (як варіант електрофізичного впливу – протекторний і катодний захист, електричний дренаж) створюється захисний потенціал металу, що охороняє, стосовно навколишнього середовища.

У даній роботі пропонується зменшення втрат сталі при її нагріванні перед обробкою тиском і термообробкою. У результаті високотемпературного нагрівання в печах під обробку тиском помітна частка металу (від 2 до 8%) безповоротно втрачається в наслідку окислювання та зневуглецювання. Питання впливу постійного електричного поля на процес окалиноутворення при такій стадії, як високотемпературне нагрівання сталі, практично не вивчені.

Основними напрямками даного дослідження є визначення ступеня впливу постійного електричного поля на сталь, що нагрівається, в атмосфері повітря і продуктах згоряння палива з одержанням кількісних характеристик; розробка математичної моделі для опису температурного поля металу й окалини, що нагріваються в нагрівальній печі з використанням електрофізичного впливу; удосконалювання технології економічного нагрівання сталі для промислового застосування [2].

Розроблено методику і виконано дослідження впливу електричного поля на окислювання сталі в атмосфері продуктів згоряння природного газу в промисловій печі та в атмосфері повітря. Угар металу знизився мінімум на 20% при накладенні електричного потенціалу $\varphi = -30\text{В}$ (як оптимального). Визначення зменшення товщини окислу, що утвориться, за рахунок електрофізичного впливу (ЕФВ) для різних марок вуглецевих сталей пропонується робити з використанням отриманих [3] констант окалиноутворення базуючись на літературних даних про окислювання цих сталей без ЕФВ. Як показав аналіз результатів експериментів, проведених в атмосфері повітря та у середовищі продуктів згоряння, поправочний коефіцієнт A в рівнянні Арреніуса (1) для обліку ЕФВ складає 0.59-0.61 для досліджених вуглецевих марок сталей (20, 40, 45) при $\varphi = -30\text{В}$.

$$K = AK_0 \exp(-Q/RT) \quad (1)$$

Для розрахунку окалиноутворення при ЕФВ рекомендується застосувати понижуючий коефіцієнт $A = 0.6$; уточнення цього коефіцієнта можливо при розширенні експериментальної бази.

Застосування удосконаленої технології нагрівання сталі з електрофізичним впливом у промислових умовах можливо на методичних штовхальних печах. Способи підведення електричного потенціалу до металу та

електроізоляції металу від подини захищені патентами України на винахід № 51118 (бюл. №3 від 15.03.2005р.) і №55831А (бюл. №4 від 15.04.2003р.).

При реконструкції методичної печі вартість додаткових капітальних вкладень, тобто тих основних фондів, що вводяться в результаті реконструкції: пристрою, який забезпечує підведення електричного потенціалу до заготівлі та пристрою, що дозволяє електроізолювати метал, що нагрівається, від подової охолоджуваної труби, складе приблизно 1.5млн.грн зі строком окупності витрат 2 роки. При продуктивності методичної печі $P=60$ т/год і середньому угарі металу 2 % утрати сталі в окалину ΔP складуть 1.2 т/год або 5400 т/рік. При зменшенні угару металу на 20 % утрати складуть:

$$\Delta P=5400 - 0.2 \cdot 5400 = 5400 - 1080 = 4320 \text{ т/рік}$$

При умовній ціні сталі 1325 грн/т економічний ефект складе 1.4млн.грн/рік або 5.2-5.3 грн/т.

Таким чином, удосконалена технологія економічного високотемпературного нагрівання сталі в методичних нагрівальних штовхальних печах дозволяє зменшити угар металу мінімум на 20% (при $\varphi=-30\text{В}$) і одержати очікуваний економічний ефект 5.2 грн на тонну металу.

Перелік посилань

1. Шишимиров М.В., Сосонкин О.М. Анализ факторов, влияющих на величину угара металла в дуговой сталеплавильной печи // Тр. конгресса сталеплавильщиков.– 2003.– Вып. 7.– С. 326 – 329.
2. Новикова Е.В., Курбатов Ю.Л. Проблемы использования электрофизического воздействия в нагревательных печах с целью снижения угара металла // *Металлургическая и горнорудная промышленность.*– 2003.– № 5.– С. 95 – 96.
3. Новикова Е.В., Курбатов Ю.Л. Разработка технологии и математической модели малоокислительного нагрева стали с применением электрофизического воздействия // Сб. трудов. междунар. конф. металлургической теплотехники.– Днепропетровск.– 2002.– № 5.– С. 129 – 133.

© Курбатов Ю.Л., Новікова О.В., Селянін А.А. 2005