



УКРАЇНА

(19) UA (11) 40049 (13) U
(51) МПК (2009)
C21C 5/46МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ КОНТРОЛЮ НАСТИЛОУТВОРЕННЯ НА КИСНЕВІЙ ФУРМІ

1

(21) u200811806

(22) 03.10.2008

(24) 25.03.2009

(46) 25.03.2009, Бюл. № 6, 2009 р.

(72) БОГУШЕВСЬКИЙ ВОЛОДИМИР СВЯТОСЛА-
ВОВИЧ, UA, СУХЕНКО ВІКТОРІЯ ЮРІЇВНА, UA(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
УКРАЇНИ "КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИ-
ТУТ", UA(57) Спосіб контролю настилоутворення на кисне-
вій фурмі, що включає безперервне вимірювання
протягом продувки таких параметрів як тиск і інте-
нсивність подачі кисню, положення фурми, сили

2

реакції опор, температури води, що охолоджує
фурму, і безперервний розрахунок величини на-
стилу, який **відрізняється** тим, що додатково ви-
мірюють тривалість часу від моменту виникнення
теплого збурення в конверторі, наприклад, під
час введення сипких матеріалів, введення фурми,
зміни положення фурми, а також інтенсивність
подачі кисню до моменту фіксації цього збурення
на температурній характеристиці води, що охоло-
джує фурму, за визначеними двома моментами
часу визначають фактичну величину настилу і за
цим значенням коректують безперервно розрахо-
вану величину настилу.

Корисна модель належить до галузі металургії
і може використовуватися при конверторному ви-
робництві сталі, зокрема у кисневому конверторі з
верхньою продувкою.

Відомий спосіб контролю настилоутворення на
кисневій фурмі, який заснований на зважуванні
кисневої фурми. Зважування можна провести у
стаціонарному режимі до і після плавки. При цьому
невдалий дуттьовий режим можливо змінити лише
за результатами поточної плавки на наступну, в
той час, коли і одна плавка може призвести до
необхідності застосування тяжкої операції по ви-
даленню настилу [1].

Найбільш близьким є спосіб, у якого зважу-
вання ведеться протягом усієї плавки. Спосіб пе-
редбачає безперервне вимірювання протягом
продувки таких параметрів як тиск і інтенсивність
подачі кисню, положення фурми, сили реакції
опор. Реалізується цей спосіб за допомогою тен-
зометричного датчика, що розміщують під опори
фурми. Спосіб враховує усі сили, що діють в про-
цесі продувки на кисневу фурму, і дозволяє роби-
ти виміри у динаміці плавки.

Недоліком відомого способу є те, що припу-
щення, що покладенні в основу способу, такі як
рівність тиску газів в конвертері і на вихідному пе-
рерізі сопла, компенсація втрат на тертя і завих-
рення струменя тиску ефектом неповного розши-
рення газу, а також зміна вихідного перерізу сопла
у процесі експлуатації призводить до випадкових
похибок.

В основу корисної моделі поставлена задача
удосконалити відомий спосіб контролю настилоу-
творення фурми кисневого конвертора, шляхом
введення додаткових вимірювань, що дозволить
підвищити точність і забезпечити керування дут-
тьовим режимом на поточній плавці для запобі-
гання настилеуворення.

Спосіб контролю настилоутворення на кисне-
вій фурмі, що включає безперервне вимірювання
протягом продувки таких параметрів як тиск і інте-
нсивність подачі кисню, положення фурми, сили
реакції опор, температуру води, що охолоджує
фурму, і безперервний розрахунок величини на-
стилу [2], новим є те, що додатково вимірюють
тривалість часу від моменту виникнення теплового
збурення в конверторі, наприклад, під час введен-
ня сипких матеріалів, введення фурми, зміни по-
ложення фурми, інтенсивність подачі кисню, до
моменту фіксації цього збурення на температурній
характеристиці води, що охолоджує фурму, за
визначеними двома моментами часу визначають
фактичну величину настилу і за цим значенням
коректують безперервно розраховану величину
настилу.

З теорії нестационарної теплопровідності твер-
дого тіла відомо, що при тепловому впливі на гра-
ниці подібним моментам для точок, що контролю-
ються по товщині, відповідають однакові значення
критерію Фур'є, відповідно до якого, інерційний
час запізнення температурного імпульсу визнача-

(13) U

(11) 40049

(19) UA

ється геометричними і теплофізичними властивостями шару настилу, що контролюється.

$$\Delta\tau = \frac{x^2}{\alpha} \quad (1)$$

де $\Delta\tau$ - момент досягнення температурним імпульсом зовнішньої поверхні настилу, с; x - глибина настилу, м; α - коефіцієнт теплопровідності, $\text{м}^2/\text{с}$.

Температурні імпульси виникають у моменти проходження технологічних операцій: опускання фурми у конвертер, введення силучих матеріалів, зміна відстані сопла фурми до рівня спокійного металу у процесі продувки та інші.

Початкову величину настилу визначаємо у момент опускання фурми на початку продувки.

$$x_1 = \sqrt{a\Delta\tau_1} \quad (2)$$

По ходу продувки при різкій зміні температурного режиму величина настилу змінюється на величину δ і складає

$$x_2 = \sqrt{a\Delta\tau_2} \quad (3)$$

Тут $x_2 + \delta$

Величина настилу знаходиться із співвідношення

$$\frac{x_1}{x_1 + \delta} = \sqrt{\frac{\Delta\tau_1}{\Delta\tau_2}} \quad (4)$$

і складає

$$\delta = x_1 \left(\sqrt{\frac{\Delta\tau_1}{\Delta\tau_2}} - 1 \right) \quad (5)$$

Моменти проходження теплових імпульсів пропонується контролювати по характеру зміни температури води, що охолоджує фурму. При цьому контролюється час запізнення зміни температури води, що охолоджує фурму, при різкій зміні температурного режиму у конвертері, що відповідає середній величині δ по всій поверхні фурми, яка знаходиться у конверторі.

Схема, що демонструє, яким чином і за допомогою чого проводять вимірювання параметрів, зображена на Фіг.

Розглянемо спосіб на приклад і, який підтверджує безперервне керування дуттьовим режимом для запобігання настилеутворення на кисневій фурмі з великою точністю.

Приклад. Метою конвертерної переробки сталі є отримання сталі з чавуну шляхом окислення елементів чавуну в конвертері, що зображений на позиції 1, окислення елементів чавуну відбувається за допомогою кисню, який вдувають через фурму 2, а продукти реакцій, що переходять у газову фазу, видаляються через газохід 3. За допомогою

вимірювача тиску Метран - 100-ДД-1440-02-МП-т10-015-63 кПа-25-42-СК-М20- ШР14 10 вимірюється тиск кисню, що подається до фурми, також за допомогою такого ж пристрою вимірюється витрати кисню 11. Положення фурми фіксують за допомогою однообертового енкодера фірми Siemens, моделі FX20015QP12 12, силу реакції опор вимірюють тензометричним датчиком ДСТ 1778, що розміщений під опори фурми 7. Температуру води вимірюють за допомогою ТСМУ Метран-274-05-160-0,5- Н10 (0...100°C)-4-20мА-БК-Т5-У1.1(0...+70°C) 8.

Початкову температуру процесу визначають за допомогою датчика початкової температури ТПРП Метран-274-05 -160-0,5- Н10 (0...100°C)- 4-20мА-БК-Т5-У1.1(0...+70°C) 5.

Різниця температури охолоджуючої води на злив і вході у фурму контролюють диференційною батареєю термопар в комплекті з Метран-274-05 -160-0,5-Н10 (0...100°C)-4-20мА-БК-Т5-У1.1(0...+70°C) 6. Моменти проходження теплових імпульсів за показаннями вимірювача 6 визначає Керуючий обчислювальний комплекс (КОК) 13. Початковий момент визначають при введенні фурми у конвертер, інші моменти під час змін дуттьового режиму (кисень не менше як на 15%, відстань фурми дорівнює рівню спокійної ванни не менше як на 1000 мм) або при вводі силучих матеріалів з дозатору 4, який контролюється датчиком 9. За визначеними двома моментами часу за формулою (5) визначають фактичну величину настилу.

За розрахунком фактичним значенням настилу коректується попередньо розраховане за параметрами як тиск і інтенсивність подачі кисню, положення фурми, сили реакції опор, температуру води, що охолоджує фурму значення величини настилу. Коректування відбувається в кожен момент зміни температурного режиму плавки.

Усі сигнали поступають до КОК, де у моменти теплового збурення фіксується час запізнення зміни температури води, що охолоджує фурму, і у ці моменти коректується величина настилу, що безперервно вимірюється.

Джерела інформації:

1. Мокринский А.В., Протопопов Е.В., Чернятевич А.Г. Гидродинамические режимы взаимодействия кислородных струй с конвертерной ванной // Изв. вуз. Черная металлургия, 2005.-№4.-СП - 17.

2. Математические модели и системы управления конвертерной плавкой / В.С. Богушевский, Л.Ф. Литвинов, Н.А. Рюмшин и др.-К.: НПК «Киевский институт автоматики», 1998.-с.207-210.

