

УДК 621.74.

В.С. Богушевский, докт. техн. наук, проф., В.Ю. Сухенко канд. техн. наук, О.О Бондаренко

Національний технічний університет України «КПІ», Україна

КЕРУВАННЯ КИСНЕВО-КОНВЕРТЕРНОЮ ПЛАВКОЮ З ЕЛЕМЕНТАМИ ДИНАМІКИ

V.S. Bogyshevskiy, Dr., Prof., V.Y.Sukhenko, Ph.D., O.O. Bondarenko

CONTROL BOF MELTING WITH ELEMENTS OF DYNAMICS

Статичне керування плавкою передбачає проходження плавки з однаковими початковими і кінцевими параметрами по співпадаючим траєкторіям [1, 2]. Модель при такому керуванні передбачає наявність зворотного зв'язку по результатам попередньої плавки на наступну. При цьому корекцію керуючих діянь на поточну плавку не вносять. В силу того, що частина параметрів процесу не контролюється (хімічний склад брухту, вапна, вапняку, кількість міксерного шлаку, кількість піску, що потрапляє з брухтом й інше), траєкторія зміни складу шлаку може суттєво відрізнятись від заданої.

Вибрати засоби контролю плавкою, щоб поліпшити результати керування киснево-конвертерною плавкою.

У якості параметрів контролю (зворотного зв'язку про хід продувки) використана акустична характеристика продувки, тепловий потік на кесон, кількість теплоти, що уноситься з водою, яка охолоджує фурму, параметри газів, що відходять [3].

Величину інтенсивності шуму, контролювали мікрофоном, що встановлений у водоохолоджуваному корпусі в отворі кесону. Для попередження ошлаковування візирної труби її безперервно продували інертним газом (азот). Вимірювання виконували у діапазоні частот 2...4 Гц. У якості характеристики спінювання шлаку використовували першу похідну сигналу по часу, що визначається як різниця двох значень сигналу, що вимірюються через 15 секунд.

Структурна схема засобів керування режимом дуття конвертерної плавки наведена на рис.1.

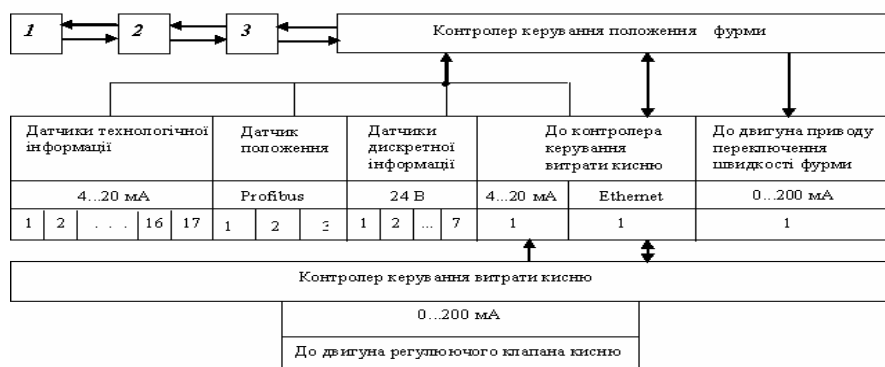


Рис. 1. Структурна схема засобів керування режимом дуття конвертерної плавки: 1 – АРМ фурми; 2, 3 – підсилювачі сигналу ATEN CE-250.

Автоматизоване робоче місце (АРМ) оператора конвертера виконано на основі ПЕОМ. Монітор і безпроводний Трекбол (“миша”) встановлено на пульті конвертера, а системний блок – в приміщенні обчислювальної техніки. З'єднання із системним блоком виконано через підсилювачі сигналу ATEN CE-250. Обмін інформацією між контролером керування положення фурми (QUANTUM із відповідним ПЗО) і контролером керування витрати кисню (промисловий контролер ROC-809) відбувається по сітці

Ethernet. Для надійності інформація про витрату кисню на продувку дублюється аналоговим сигналом. Вибір потужного контролера для керування положення фурми обумовлений тим, що QUANTUM одночасно з керуванням вимірює технологічні параметри і визначає необхідність блокувань процесу у разі виникнення аварійних ситуацій. Регулювання положення фурми і витрати дуття проводиться за стандартним ПІД алгоритмом, витрата кисню на продувку розраховується за величиною тиску, перепаду тиску кисню на продувку і його температури за стандартною методикою контролером ROC-809 [4].

Нами проведенні дослідження по впливу вологості дуття на результати вимірів.

У якості датчика пристрою вимірювання витрат газоподібного кисню на Єнакіївському металургійному заводі (ЄМЗ) слугує звужуючий пристрій (діафрагма). Витрати газу при нормальних умовах (0,103887 МПа і 273 К)

$$v = \frac{1}{60} C \alpha \varepsilon K_1 K_2 d_{20} \sqrt{\frac{p \Delta p}{\rho T}}, \quad (1)$$

де v – витрати газу, м³/хв.; C – стала, що дорівнює 2,109; $\alpha = 0,6725$ – коефіцієнт витрат; K_1, K_2 – коефіцієнти, що враховують температурне розширення відповідно трубопроводу і діафрагми (приймається рівним 1); d_{20} – діаметр діафрагми при 20 °С, що дорівнює 204,7434 мм; $p = p_n + B$ – абсолютний тиск газу перед діафрагмою, МПа; p_n – надлишковий тиск газу перед діафрагмою за показами приладів, МПа; B – барометричний тиск у місцевості МПа; Δp – перепад тиску газу при витіканні через звужуючий пристрій, МПа; K – коефіцієнти стискання газу, приймаємо рівним 0,99; ρ_n – густина сухого газу перед діафрагмою, кг/м³; T – температура газу перед діафрагмою, К; ε – поправка на розширення газу, що дорівнює 0,9985.

Для умов Єнакієве середньорічне значення барометричного тиску приймаємо рівним 1,0126 МПа. Для газоподібного кисню $\rho_n = 1,331$ кг/м³. Підставивши у формулу (1) конкретні дані для умов 160-тонного конвертера ЄМЗ

$$v = 86,194 \sqrt{\frac{p \Delta p}{T}}, \quad (2)$$

Оцінимо додаткову відносну похибку вимірювання витрат кисню при врахуванні у формулі (2) замість B його середнього значення B_{cp} . Додаткова відносна похибка вимірювання витрат кисню, що визначена за формулою (3) складає 0,0401 %.

$$\delta_{\text{дод}} = \left(v_{B_{cp}} - v_{B_{\text{max}}} \right) 100 / v_{B_{cp}}, \quad (3)$$

Розроблена і випробувана система керування з елементами динаміки, з використанням інформації про непрямі параметри плавки, що дозволило підвищити точність контролю параметрів плавки у динамічному режимі.

Література

1. Богушевский В.С. Математическая модель конвертерной плавки / В.С. Богушевский, В.Ю. Сухенко, К.А. Сергеева // Адаптивні системи автоматичного управління. Міжвідомчий науково-технічний збірник. – Дніпропетровськ. Системні технології. – 2009. Вип.15 (35). – С. 91 – 96.
2. Богушевський, В. С. Принципи створення моделі конвертерного процесу / В. С. Богушевський, В. Ю. Сухенко // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції “Матеріали для роботи в екстремальних умовах” м. Київ, 30 – 31 жовтня. – 2008. – С. 140 – 143.
3. Математические модели и системы управления конвертерной плавкой / [В. С. Богушевский, Л. Ф. Литвинов, Н. А. Рюмшин, В. В. Сорокин. – К.: НПК “КИА”, 1998. – 304 с.
4. Богушевський В.С., Сухенко В.Ю. Керування режимом дуття конвертерної плавки // Наукові вісті НТУУ „КПІ”. – 2009. – № 1. – С. 58 – 64.