

СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ КОНВЕРТЕРНИМ ПРОЦЕСОМ З ВРАХУВАННЯМ НЕКОНТРОЛЬОВАНИХ ЗБУРЕНЬ

аспірант О.Е. Скачок

Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського», Інженерно-фізичний факультет,
кафедра Фізико-хімічних основ технології металів

E-mail: sskachok@gmail.com

Проаналізовано вплив основних збурюючих діянь на вихідні параметри киснево-конверторного процесу. На основі отриманих математичних моделей, було створено функціональну схему системи управління конверторним процесом з врахуванням неконтрольованих збурень та побудовано структурну систему управління процесом отримання сталі в кисневому конвертері.

Існуючі підходи, методи та формалізовані алгоритми управління складними технологічними процесами базуються в основному на уявленнях і моделях внутрішніх механізмів протікання процесів, або на функціональних залежностях, що відображають вхідні-вихідні відповідності цих процесів. У значно меншій мірі враховуються властивості різного роду зовнішніх і внутрішніх збурень, що діють на процес, особливо неконтрольованих збурень. Одним з конструктивних підходів є оцінювання збурень з подальшим їх урахуванням при моделюванні процесу.

Фактори, що впливають на процес і призводять до неповної інформації, можна поділити на три групи:

- фактори, що визначаються параметрами шихти;
- фактори, що визначаються параметрами продувки;
- фактори, що визначаються параметрами заمولлення.

Фактори можна поділити на такі, що піддаються прогнозуванню з тією або іншою точністю (перша група – хімічний склад чавуну, насипна щільність брукхту, друга – вміст кисню у дутті, третя – кінцевий вміст вуглецю і температура металу), і на такі, що прогнозувати неможливо (перша група – маса піску, що попадає в конвертер разом із брукхтом, маса в брукхті окисненого шару, друга – попадання води з водооходжувальної системи, третя – параметри устаткування). Тому для вирішення задачі керування треба використати підходи управління системою з неповною інформацією.

Результати оцінки впливу неконтрольованих збурюючих впливів на хід конвертерної плавки показали їх істотну величину як на процес зневуглецювання ванни, її температурний режим, так і шлакоутворення. Врахувати цей вплив можна шляхом введення зворотних зв'язків за результатами проведених плавок або з контролю динамічних параметрів. Суттєве зменшення впливу неконтрольованих збурюючих діянь можна досягти ретельною підготовкою шихтових матеріалів.

На основі проведених експериментальних досліджень і обробки алгоритмів керування конвертерною плавкою була розроблена узагальнена системи управління кисневим конвертером в умовах невизначеності. Представлена на Рис 1.

Дана схема дозволяє підвищити точність керування процесами, що протікають в кисневому конверторі за рахунок зменшення похибок неконтрольованих збурень, які можна врахувати в подальшому.

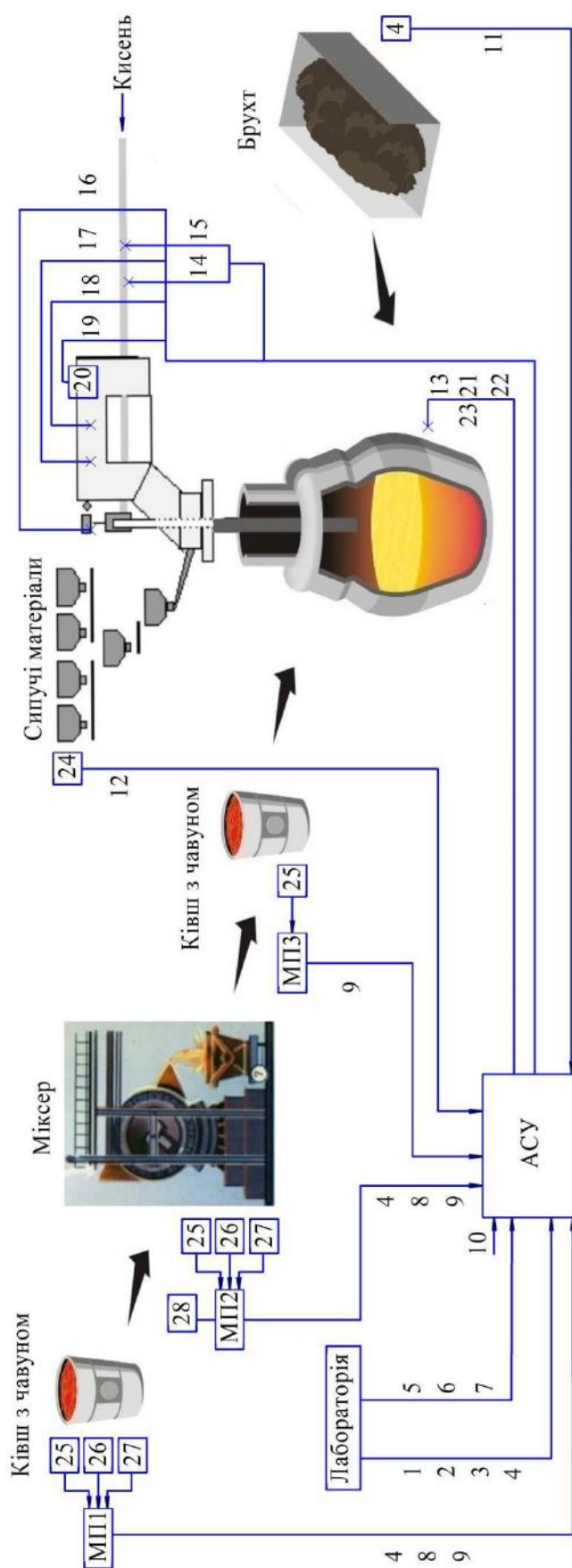


Рис. 1 Схеми загальної структурної системи управління процесом отримання сталі в кисневому конвертері:

1, 2, 3, 4 - % Si, Mn, S, C в чавуні; 5, 6, 7 - % C, Mn, S в готовому металі; 8 - маса чавуну, 9 - зниження температури чавуну; 10 - початкова температура чавуну; 11 - маса брухту; 12 - маса ванни металу; 13 - температура металу на повалці; 14 - тиск кисню; 15 - витрата кисню; 16 - положення фурми; 17 - температура відхідних газів; 18 - тиск відхідних газів; 19 - спектральний аналіз; 20 - спектральний аналізатор; 21 - %C в готовому металі; 22 - основність шлаку в кінці плавки; 23 - температура металу на випуску; 24 - вимірювач маси сипучих;

25 - таймер часу; 26 - прилад для виміру струму; 27 - кількість ковшів.

МП1, МП2, МП3 - мікропроцесори 1, 2 і 3 відповідно.

Усереднення поправочних коефіцієнтів для збурюючі діянь на наступні плавки розраховуємо за методом експоненційного згладжування:

$$Q_{t+1x} = Q_{tx} + \alpha (y_{tx} - Q_{tx})$$

де Q_{t+1x} – усереднений коригувальний параметр для x компонента на наступну плавку;
 Q_{tx} – усереднений коригувальний параметр для x компонента за історією попередніх плавок;
 y_{tx} – фактичне значення відхилення параметра для x компонента за попередню плавку;
 α – константа згладжування ($0 < \alpha < 1$).

Аналіз результатів прогнозування показує, що зі збільшенням порядку згладжувальної функції точність прогнозу суттєво зростає. Особливості прогнозування процесів більш точно відображають коефіцієнт згладжування, близький до одиниці. Це дозволяє з високою перевагою враховувати не попередні дані, а його останні значення. Експериментальним шляхом було встановлено, що для даної математичної моделі оптимальне значення коефіцієнту згладжування $\alpha = 0,8$.

Принцип роботи системи управління:

До початку продувки оператор вводить за допомогою пристрою вводу, розташованого на передній панелі, хімічний склад і температуру чавуну, масу чавуну, значення вмісту вуглецю і температури сталі, основності кінцевого шлаку і ефективності продувки. Остання величина задавалася з досвіду попередніх плавок. Інформація про номер плавки по кампанії футерівки і тривалості простою конвертера формувались пристроєм автоматично.

Автоматична система управління (АСУ) розраховувала необхідну кількість металобрухту, вапна і кисню на плавку і видавала значення; прогнозувала момент припинення продувки на заданих значеннях вмісту вуглецю в сталі, її температури і основності кінцевого шлаку. По ходу продувки на підставі інформації про тиск кисню перед фурмою і її положенні щодо конвертера автоматично визначалася ефективна витрата кисню і фіксувалася на вторинному приладі. На підставі показань приладу АСУ за допомогою задатчика витрати кисню керувало режимом продувки, підтримуючи поточну витрату кисню при певному положенні фурми в межах, при яких значення коефіцієнта ефективної витрати кисню встановлювалося на рівні, прийнятому при розрахунку шихти.

Після закінчення продувки з отриманням результатів аналізу металу на вміст вуглецю і вимірювання температури АСУ розраховувала корекційні коефіцієнти на наступну плавку.

Дана схема дозволяє підвищити точність керування процесами, що протікають в кисневому конверторі за рахунок зменшення похибок неконтрольованих збурень, які можна врахувати в наступних плавках.

ЛІТЕРАТУРА

1. Граничин О.Н., Поляк Б.Т. Рандомизированные алгоритмы оценивания и оптимизации при почти произвольных помехах. — М.: Наука. 2003. 293 с.
2. Граничин О.Н., Кияев В.И. Информационные технологии в управлении. — М.: Изд-во Бином. 2008. 336 с.
3. Створення алгоритмів керування конвертерною плавкою з врахуванням міжциклових залежностей / Скачок О.Е. // Спеціальна металургія: вчора, сьогодні, завтра: матеріали XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції, Київ, 21 квітня 2015 р. — К.: НТУУ «КПІ», 2015. — С. 827-839.
4. Влияние неконтролируемых параметров чугуна и лома на ход конвертерной плавки / В.С. Богушевский, А.Э. Скачок, В.Ю. Сухенко // Сборник научных трудов международной конференции «Развитие информационно-ресурсного обеспечения образования и науки в горно-металлургической отрасли и на транспорте». — Д.: НГУ, 2014. — 448 с. — С. 247-255.
5. Алгоритм управления конвертерной плавкой с учетом влияния неконтролируемых возмущающих воздействий / Богушевский В. С., Скачок А. Э. // Литье и металлургия. — Минск.: Белорусский национальный технический университет. — 2016. - №3. С. 63-70