



УКРАЇНА

(19) UA (11) 14980 (13) U
(51) МПК (2006)
C22B 1/16

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ОДЕРЖАННЯ АГЛОМЕРАТУ

1

2

(21) u200510497

(22) 07.11.2005

(24) 15.06.2006

(46) 15.06.2006, Бюл. № 6, 2006 р.

(72) Сидоренко Віктор Дмитрович, Щокін Вадим Петрович, Щокіна Ольга Василівна

(73) КРИВОРІЗЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Спосіб одержання агломерату, що включає бункерування, дозування складових шихти: залізорудної сировини, твердого палива, дробленого вапняку і звороту, їх первинне змішування, бункерування, вторинне змішування зі зволоженням і огрудкуванням, завантаження шихти на агломашину, запалювання, контроль спікання на базі диференційного вимірювання освітленості у вакуум-камерах і управління швидкістю спікання шляхом регулювання частоти обертів приводного двигуна аглострічки, поділ готової продукції на агломерат і зворот шляхом просівання, який відрізняється тим, що на етапі управління швидкістю спікання контролюють освітленість у вакуум-камерах і регулюють частоти обертів приводного двигуна аглострічки сигналами керування, які формуються контролером, функції приналежності якого адаптивно підстроюються до динаміки змін в технологічному процесі за рахунок статистичної обробки інформації з датчиків контролю в нейронечіткому емуляторі.

ференційного вимірювання освітленості у вакуум-камерах і управління швидкістю спікання шляхом регулювання частоти обертів приводного двигуна аглострічки, поділ готової продукції на агломерат і зворот шляхом просівання, який відрізняється тим, що на етапі управління швидкістю спікання контролюють освітленість у вакуум-камерах і регулюють частоти обертів приводного двигуна аглострічки сигналами керування, які формуються контролером, функції приналежності якого адаптивно підстроюються до динаміки змін в технологічному процесі за рахунок статистичної обробки інформації з датчиків контролю в нейронечіткому емуляторі.

Корисна модель відноситься до процесів підготовки залізорудної сировини до металургійного переділу, зокрема, до агломерації залізорудної сировини на агломераційних машинах будь-якого типу.

Відомий спосіб одержання агломерату, що включає складання шихти шляхом дозування залізорудної сировини, твердого палива, звороту і дробленого вапняку, змішування, зволоження й окомкування шихти, її завантаження на агломашину, запалювання, контроль спікання на базі вимірювання температури потоку відходящих газів у вакуум-камерах й управління швидкістю спікання шляхом регулювання частоти обертів приводного двигуна аглострічки, поділ готової продукції на агломерат і зворот шляхом просівання [В.И. Коротич «Основы теории и технологии подготовки сырья для доменной плавки», М., Металлургия, 1978, с. 143].

Недоліком відомого способу є те, що процес спікання агломерату контролюється машиністом, який власноруч проводить оперативне керування технологічним процесом (ТП), що призводить до підвищеного обсягу звороту, зниженню основних фізико-хімічних властивостей готової продукції.

Найбільш близьким технічним рішенням, обраним в якості прототипу, є спосіб одержання агломерату, який включає бункерування, дозування складових шихти: залізорудної сировини, твердого

палива, дробленого вапняку і звороту, їх первинне змішування, бункерування, вторинне змішування зі зволоженням і окомкуванням, завантаження шихти на агломашину, запалювання, контроль спікання на базі диференційного вимірювання освітленості у вакуум-камерах і управління швидкістю спікання шляхом регулювання частоти обертів приводного двигуна аглострічки, поділ готової продукції на агломерат і зворот шляхом просівання [Федоровський Н.В. Спосіб для автоматичного контролю та регулювання закінчення процесу спікання // Збірник наукових статей інституту автоматики. - Київ, 1971 -с.56.].

Відомий спосіб має наступні недоліки: неоптимальність прозорості середовища розташованого на шляху випромінюючого елемента до приймальної системи; відсутність захисту від пилу лінз системи автоматичного контролю; неможливість проведення вимірювання на початку процесу спікання, що призводить до погіршення управління процесом спікання і отримання готової продукції зі зниженими фізико-хімічними властивостями.

В основу корисної моделі закладено завдання вдосконалення способу одержання агломерату за рахунок вдосконалення автоматичного контролю і управління процесом спікання з використанням експертного методу настройки параметрів нечітких емуляторів і контролерів, з метою підвищення

(19) UA (11) 14980 (13) U

продуктивності агломераційного процесу й поліпшення якості готового агломерату.

Завдання корисної моделі - створення способу безперервного вимірювання шару спікання агломерату, який дозволяє без змін в технологічному процесі та з достатньою точністю контролювати шар спікання шихти, над початковими вакуум-камерами і проводити оперативне керування швидкістю агломації з метою забезпечення заданих показників якості готової продукції.

Поставлене завдання вирішується за рахунок того, що спосіб одержання агломерату включає бункерування, дозування складових шихти: залізорудної сировини, твердого палива, дробленого вапняку й звороту, їх первинне змішування, бункерування, вторинне змішування зі зволоженням і окомкуванням, завантаження шихти на агломацію, запалювання, контроль спікання на базі диференційного вимірювання освітленості у вакуум-камерах і управління швидкістю спікання шляхом регулювання частоти обертів приводного двигуна аглострічки, поділ готової продукції на агломерат і зворот шляхом просівання.

Згідно з корисною моделлю, на етапі управління швидкістю спікання контролюють освітленість у вакуум-камерах і регулюють частоту обертів приводного двигуна аглострічки сигналами керування, які формуються контролером, функції приналежності якого адаптивно підстроюються до динаміки змін в технологічному процесі за рахунок статистичної обробки інформації з датчиків контролю в нейронечіткому емуляторі.

Відповідно до корисної моделі, спосіб контролю закінчення процесу спікання агломерату засновується на показаннях двох датчиків освітленості, встановлених в вакуум-камерах. Сигнали датчиків через електронний блок УКС-3 поступають на прилад реєстрації типу ЭПП-09. Датчик освітленості складається з власне датчика та фільтру. Датчик має камеру, у яку поступає очищене повітря, що обдуває лінзу. Фотодіод, який перетворює енергію випромінювання в електричну, працює у фотогольванічному режимі. У способі використовується залежність освітленості у вакуум-камерах від розташування зони спікання шихти відносно колосникової решітки. Для цього використані германієві фото діоди з великою чутливістю до світлового потоку та безінерційністю, спектральна характеристика яких відповідає спектру випромінювання розкалених часток агломерату та самої зони спікання, окрім цього враховуються інфрачервоні випромінювання нагрітих сталевих стінок вакуум-камери. Сигнали, що надходять з датчиків освітленості, перетворюються та посилюються в електронному блоці. Пристрій для визначення закінчення процесу спікання шихти на аглострічці (УКС-3) реалізує диференційний метод вимірювання освітленості у вакуум-камерах, який базується на тому, що після реєстрації освітленості у двох вакуум-камерах враховується різниця між ними. Освітленість від зони спікання до оптичної системи визначається експериментальне, відповідно настраюється прилад реєстрації типу ЭПП-09. Таким чином, освітленість у вакуум-камері є інтегральним критерієм процесу спікання шихти, а в самому пристрої УКС реалізується диференційний метод

вимірювання освітленості у вакуум-камері по всій її площі.

Спосіб реалізується в такий спосіб.

Спосіб включає бункерування, дозування складових шихти: залізорудної сировини, твердого палива, дробленого вапняку і звороту, їх первинне змішування, бункерування, вторинне змішування зі зволоженням і окомкуванням, завантаження шихти на агломацію, запалювання, контроль спікання на базі диференційного вимірювання освітленості у вакуум-камерах і управління швидкістю спікання шляхом регулювання частоти обертів приводного двигуна аглострічки, поділ готової продукції на агломерат і зворот шляхом просівання.

На етапі управління швидкістю спікання контролюють освітленість у вакуум-камерах і регулюють частоту обертів приводного двигуна аглострічки сигналами керування, які формуються контролером, функції приналежності якого адаптивно підстроюються до динаміки змін в технологічному процесі за рахунок статистичної обробки інформації з датчиків контролю в нейронечіткому емуляторі

Запропонований спосіб контролю заснований на вимірюванні освітленості у вакуум-камерах доповнюється додатково двома датчиками контролю, які встановлені в вакуум-камерах, і адаптивною системою інтелектуального розпізнавання та управління процесом отримання агломерату. Яка функціонує за наступним принципом.

Згідно принципів лінгвістичного моделювання нелінійних об'єктів бази знань нечітких систем, а саме, ваги нечітких правил IF - THEN та функції приналежності, підлягають двоетапному настроюванню.

На першому етапі (структурному синтезі) відбувається формування та груба настройка моделі процесу спікання агломерату, шляхом побудови бази знань згідно експертної інформації. В даному випадку, в технології нечітких експертних систем, для настроювання ваг правил та функцій приналежності запропоновано використовувати розроблений спосіб формування функцій приналежності.

На другому етапі відбувається тонке настроювання параметрів нечіткої моделі шляхом експериментального настроювання - метод експериментальних кортежів.

Розроблений спосіб базується на розрахунках імовірнісних характеристик (апріорна імовірність $P(V_k)$ і умовна імовірність $P(A_i/V_k)$) перебування технологічного процесу спікання агломерату в одному з можливих класів V_k (недопек, перепек, норма), при колективній експертній оцінці інформаційними системами з використанням статистичного аналізу часткових показників процесу - освітленості у вакуум-камерах, які побічно свідчать про основний показник процесу - товщину шару спеченої шихти повздовж аглострічки. Імовірнісні характеристики аналізуються з урахуванням відповідних частот:

$$P^*(V_k) = \frac{G_k}{G}$$

$$P^*(A_i/V_k) = \frac{E_{ki}}{G_k}$$

де G_k - число появ k-го класу ($k=1, \dots, M$) у вибірці з G спостережень;

G - кількість спостережень;

E_{ki} - число помилкових рішень i -ї інформаційної системи ($i=1, \dots, N$) при аналізі ситуацій, коли стан ТП спікання агломерату належить

k -му класу; $P(V_k)$, $P(A_i/V_k)$ - значення апіорної імовірності і умовної імовірності.

Значення апіорної імовірності $P(V_k)$ і умовної імовірності $P(A_i/V_k)$ дає змогу розрахувати колективне рішення про стан у якому знаходиться процес спікання агломерату $y[1], y[2], \dots, y[G]$ де $y[i] \in \{1, \dots, M\}$. Вирішальне правило для прийняття колективного рішення має вид:

$$D(S) = \arg \max_{I \in S, M} P(V_m) \prod_{j \in I, m} [1 - P(A_j / V_m)] \prod_{j \in I, m} P(A_j / V_m)$$

Сформоване значення колективного рішення приймається в якості координати максимуму (b) функції приналежності змінної показника стану процесу спікання агломерату (висота шару спеченої шихти) (x) довільному нечіткому терму $(T) - \mu^T(b) = 1$. В даному випадку, аналітична модель функції приналежності (ФП) має гаусовський вид.

Коефіцієнт концентрації (c) ФП розраховується наступним чином.

Позначимо часткові рішення інформаційних систем з приладами реєстрації ЕПП-09 про стан процесу спікання через δ_i , $i=1, 2, \dots, N$, де N - загальна кількість ІС з приладами реєстрації, котрі використовуються в ідентифікації стану процесу спікання агломерату. Множину ІС, котрі визначили, що стан процесу спікання агломерату відноситься до m -го класу (недопik, перепik, норма) позначимо як I_m , $m=1, 2, \dots, M$.

Оскільки $I_i \cap I_j = 0$ та $I_1 \cup \dots \cup I_M = \{1, \dots, N\}$ необхідно визначити значення:

1.) множину інформаційних систем (I_*) рішення яких співпало з колективним рішенням ($I_*^{D(s)}$) про стан у якому знаходиться процес спікання агломерату;

2.) відсоткове значення (I_{per}^*) інформаційних систем, рішення яких співпало з колективним;

3.) множини інформаційних систем (I_M^-) та їх відсоткове значення I_{M-per}^- рішення яких не співпало з колективним рішенням розрахованим згідно колективного вирішального правила.

За даним способом значення I_{M-per}^- характеризують динамічний стан процесу спікання агломерату котрий класифікується як стан, котрий належить терму з координатою максимуму (b), розрахованою згідно колективного рішення $D(s)$.

У загальному випадку кількість можливих комбінацій часткових рішень дорівнює M^N , в M випадках рішення будуть узгодженими, при цьому коефіцієнт концентрації приймається на рівні мінімального значення $X_{max} - 0.99 \cdot X_{max}$, котре за-

безпечує на нульовому α -рівні функції приналежності, діапазон варіації змінної (x) у межах допустимої похибки.

При наявності відсоткової переваги кількості ІС рішення яких співпало з колективним, значення коефіцієнту концентрації розраховується за формулою:

$$c = X_{max} - \frac{I_{per}^*}{100} X_{max}$$

де X_{max} - максимальне значення параметру;

I_{per}^* - відсоткове значення інформаційних систем, рішення яких співпало з колективним.

Якщо має місце рівномірне розподілення відсоткових значень рішень ІС, за винятком I_* , значення коефіцієнта концентрації приймається на рівні максимального значення змінної (x), тобто

$$c = X_{max}$$

У разі рівномірного неузгодженого розподілення відсоткових значень рішень ІС, значення коефіцієнта концентрації розраховується за формулою:

$$c = 10 \cdot X_{max}$$

При отриманні поточних параметрів функцій приналежності система нечітких висновків (контролер) формує, відповідно до бази правил котрі корегуються емулятором, сигнали керування електродприводом аглострічки. Таким чином проводиться адаптивне управління ТП з підвищеними показниками якості.

Ефективність розробленого способу інтелектуального розпізнавання та управління процесом отримання агломерату: формалізація функцій приналежності проводиться на етапі структурного синтезу нечіткої моделі процесу спікання агломерату з використанням комплексу самостійних інформаційних систем часткової ідентифікації динамічного стану ТП (x) котрі функціонують на базі оперативного контролю освітленості в вакуумкамерах, розроблений спосіб дає змогу підвищити точність формування функцій приналежності (ФП) показника ТП (висоти шару спеченої шихти) довільному нечіткому терму (T) при використанні стандартної аналітичної форми запису ФП; розроблений алгоритм формалізації функцій приналежності вільний від похибки зведення графічного представлення ФП до стандартного виду з аналітичною формою запису; запропонований метод формування ФП орієнтований на механізм автоматичного придбання знань, без втручання в хід технологічного процесу; запропоновано універсальний метод синтезу законів адаптації нечітких експертних систем.

Розроблений спосіб дозволяє підвищити на 10-12% показники якості управління ТП спікання агломерату за рахунок динамічного коректування параметрів функцій приналежності нечітких емуляторів і контролерів в процесі функціонування інтелектуальних систем автоматичного управління складними технологічними процесами.