

Предложенная методика оценки безопасности эксплуатируемых зданий и сооружений поверхности может быть использована на практике для оценки степени живучести, вида технического состояния и безопасного остаточного ресурса.

Список литературы

1. **Андреев Б. М.** Визначення надійності та обґрунтування параметрів об'єктів на поверхні шахт з урахуванням переходу на полегшені огорожувальні конструкції / **Б. М. Андреев, Д. В. Бровко, В. В. Хворост.** // *Металлургическая и горнорудная промышленность.* – Днепропетровск, 2015. – № 12. – С. 378–382.
2. **Гарькин И. Н.** Анализ причин обрушений промышленных зданий / **И. Н. Гарькин** // *Технические науки: проблемы и перспективы: материалы междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, март 2011 г.).* Реноме. – 2011. – С. 27–29.
3. **Азгальдов Г. Г.** Квалиметрия для всех: Учеб. пособие / **Г. Г. Азгальдов, А. В. Костин, В. В. Садовов.** – М.: ИнформЗнание, 2012. – 165 с.
4. **Маругина В. М.** Квалиметрическая экспертиза строительных объектов / **В. М. Маругина, Г. Г. Азгальдов.** – СПб.: Политехника – 2008. – 527 с.
5. **Бровко Д. В.** Исследования надежности промышленных объектов поверхности горных предприятий / **Д. В. Бровко.** // *Вісник КНУ.* – 2014. – № 36. – С. 32–36.
6. **Мельчаков А. П.** Расчет и оценка риска аварии и безопасного ресурса строительных объектов / **А. П. Мельчаков.** – Челябинск, Издательство ЮУрГУ, – 2006. – 51с.
7. **Бровко Д. В.** Дослідження конструкцій металевого арочного кріплення в умовах криворізького залізнично-го басейну. / **Д. В. Бровко, В. В. Хворост.** // *Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр. - Днепропетровск: ИГТМ НАНУ.* – 2015. – №123. – С. 99–106.
8. **Бровко Д. В.** Визначення надійності шахтних будівель та споруд в умовах обмеженої інформації / **Д. Д. Бровко, В. В. Хворост.** // *Щомісячний науковий журнал «Smart and Young».* – 2016. – №3. – С. 152-157.
9. **Бровко Д. В.** Оценка риска надежности конструкций эксплуатируемых объектов горнопромышленного предприятия / **Б. Н. Андреев, Д. В. Бровко, В. В. Хворост.** // *Сборник научных трудов: БНТУ.* – Минск, 2013. – т.1. – С. 180–190.
10. **Бровко Д. В.** Перспективы поддержания производственных мощностей шахт и карьеров Кривбасса / **Б. Н. Андреев, Д. В. Бровко, С. В. Письменный.** // *Сборник научных трудов: Известия Тульского государственного университета.* – Тула, 2013. – С. 115–120.
11. **Хворост В. В.** Дослідження міцності і надійності конструктивних елементів об'єктів розташованих на поверхні гірничопромислових підприємств / **В. В. Хворост.** // *Вісник КНУ.* – 2014. – №37. – С. 31–36.
12. **Хворост В. В.** К вопросу повышения эффективности динамического расчета несущих конструкций пролетных строений транспортных галерей при случайных колебаниях / **В. В. Хворост.** // *Гірничий вісник КНУ.* – 2015. – Вип. 99. – С. 52-56.
13. **Andreev V. M.** Determination of reliability and justification of object parameters on the surface of mines taking into account change-over to the lighter enclosing structures / **V. M. Andreev, D. V. Brovko, V. V. Khvorost.** // *Concepts of professional career of future engineers-metallurgists, Metallurgical and Mining Industry, 2015.* -No12, p.p. 378-382.
14. **Андреев Б. М.** Забезпечення надійності поверхневого комплексу методом прогнозування технічного стану елементів будівель і споруд / **Б. М. Андреев, Д. В. Бровко, В. В. Хворост.** // *Вісник КНУ.* – 2016. – Вип. 41. – С. 87-92.
15. **Бровко Д. В.** Анализ риска возникновения дефектов сооружений на поверхности шахт как основа управления их безопасной эксплуатацией / **Д. В. Бровко, В. В. Хворост, И.А. Нестеренко.** // *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Розвиток промисловості та суспільства» Кривий Ріг: Видавничий центр ДВНЗ «КНУ».* – 2016. – С. 83.

Рукопись поступила в редакцию 06.02.17

УДК 66.041.491

Ю.О. ТОХТАРЬ, магістрант, Л.І. ЄФІМЕНКО, канд. техн. наук, доц.,
І.О. ДОЦЕНКО, ст. викладач,
Криворізький національний університет

СТРУКТУРА ПРОГРАМИ ДЛЯ ПРЕДИКТИВНОЇ ДІАГНОСТИКИ І КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОГРАМНОГО ТА ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Мета. Метою даної розробки є автоматизація процедури вибору засобів автоматизації програмного та технічного забезпечення за рахунок розробки програми, що дозволить виключити людський фактор при обробці характеристичних і параметричних даних та значно пришвидшити вибір необхідного обладнання чи програмного забезпечення.

Методи дослідження. Для вирішення цього завдання використовуються методи предиктивного аналізу та кластеризації, методи теорії систем автоматичного управління у виробництві з використанням новітніх методів

технологічних та виробничих процесів і вибору засобів автоматизації, застосовується метод пасивного експерименту. Також проведено аналіз існуючих технічних та програмних рішень при проектуванні подібних систем.

Наукова новизна. Наукова новизна полягає у створенні програмного засобу, що дасть змогу аналізувати проектуючі або існуючі системи автоматизації. Використати для цього базу даних засобів автоматизації та базу знань. Програма не має подібних аналогів, що використовують предиктивний аналіз та кластеризацію засобів автоматизації технічного та програмного забезпечення.

Автоматизація процесу обробки даних дасть змогу максимально наблизити користувача до оптимального рішення при створенні систем автоматизованого керування за короткий термін часу або покаже оптимальні шляхи модернізації вже існуючої системи автоматизації. Можливе створення єдиної кластеризованої бази даних засобів автоматизації програмного та технічного забезпечення, створення та реалізація програми, що розроблюється на базі нечіткої логіки.

Практична значимість. На підставі результатів, отриманих у роботі, можна зробити висновок, що створювана система може знайти своє застосування у різних сферах автоматизації. Поступове розширення бази знань, дасть змогу накопичити певний професійний досвід та розширити базу існуючих засобів автоматизації і їх параметрів. Це дозволить при проектуванні, модернізації чи навіть при звичайному аналізі існуючої автоматизованої системи керування швидко знаходити необхідні рішення щодо застосування того чи іншого засобу автоматизації.

Результати. У відповідності з вимогами до системи в цілому, розроблена автоматизована система керування сушіння сировинних матеріалів дозволить підвищити ефективність функціонування обертової печі за рахунок оптимального температурного режиму випалювання вапняку, збільшення продуктивності і оперативності керування технологічним процесом, зниження використання енергоресурсів, зменшення впливу людини на виробничий процес.

Ключові слова: засоби автоматизації, системи керування, обертова піч, предиктивний аналіз.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Для створення або модернізації будь-якої системи автоматизованого керування необхідно вирішити низку складних питань, одним з цих питань при проектуванні такої системи є вибір засобів автоматизації програмного та технічного забезпечення. Дана процедура вимагає застосування великої кількості ресурсів. Людський фактор при обробці параметричних та характеристичних даних засобів складає значну ймовірність помилки або вибору не оптимального рішення, що в подальшому вплине на всю систему загалом.

Відомо кілька десятків технологій і варіацій технологій, які можна застосовувати для сушіння різноманітних сипучих матеріалів. Майже всі вони були розроблені ще в першій половині ХХ століття.

Автоматизація процесу обробки даних дасть змогу максимально наблизити користувача до оптимального рішення при створенні систем автоматизованого керування за короткий термін часу або покаже оптимальні шляхи модернізації вже існуючої системи автоматизації. Тому дослідження, що пов'язані з вирішенням цього питання є актуальним завданням.

Основним напрямом покращення системи автоматизації на даний час є:

зниження енергоємності сушіння;

зменшення вартості обладнання;

спрощення технології та зменшення площ, які займає сушильним обладнанням;

підвищення вибухо- і пожежної безпеки.

Аналіз досліджень та публікацій. Аналізом цих технологій займалися вітчизняні та закордонні вчені.

Розглянутий предиктивний аналіз і його статистичні основи використовуються в науковій сфері вже не одне десятиліття. Проаналізувавши трохи глибше, було виявлено схожі аналітичні процеси і в економіці. До недавнього часу комерційне застосування предиктивного аналізу обмежувалося випробуваннями лікарських препаратів (наукові дослідження) і маркетинговими проектами в великих компаніях.

Однак з підвищенням продуктивності обробки даних і появою на ринку простого у використанні програмного забезпечення комерційне застосування предиктивного аналізу значно розширюється, виходячи за межі традиційних областей. Значне збільшення обсягів даних, включаючи структуровані дані в транзакційних системах і неструктуровані дані, призводить до суттєвого зростання потреб в їх поглибленому вивченні та предиктивному аналізі [1-5, 13-14].

Предиктивний аналіз ґрунтується на застосуванні до різних методів обробки інформації статистичного аналізу. Результатом такого аналізу є розуміння набору даних, а також прогнози або рекомендації щодо майбутніх дій. У реальності це статистика за межами тієї статистики, з якою знайоме більшість людей, - обчислення середніх показників. Практична проблема полягає в тому, як надавати отримані знання (описова статистика) таким чином, щоб вони були

зрозумілі середньому бізнес-користувачеві і могли використовуватися в бізнес та промислових процесах.

Постановка завдання. Метою даної розробки є автоматизація процедури вибору засобів автоматизації програмного та технічного забезпечення за рахунок розробки програми, що дозволить виключити людський фактор при обробці характеристичних і параметричних даних та значно пришвидшити вибір необхідного обладнання чи програмного забезпечення.

Для виконання цього завдання необхідно розглянути роботу розроблюваної програми при застосуванні на існуючому об'єкті. Цю задачу можливо вирішити за рахунок створення єдиної кластеризованої бази даних засобів автоматизації програмного та технічного забезпечення, створення та реалізації програми, що розроблюється на базі нечіткої логіки.

Функціональна складова програми повинна мати такі основні можливості:

створення проекту з унікальними параметрами, а саме можливість адаптувати середу розробки під інші об'єкти виробництва, за рахунок розширення бази знань та розширення бази засобів автоматизації;

проведення предиктивного аналізу створеного проекту;

аналіз та виведення нечіткого рішення стосовно застосування необхідних засобів автоматизації програмного та технічного забезпечення.

Для реалізації програми необхідно провести дослідження в таких областях як:

класифікація засобів автоматизованого керування за параметричними та характеристичними даними;

кластеризація, та створення кластеризованих баз даних;

предиктивний аналіз на базі експертної системи.

Створена система повинна мати змогу розширювати базу новими засобами, які будуть одразу сортуватися по окремих кластерах, аналізувати всі існуючі засоби та видавати нечіткі рішення – поради щодо можливого застосування того чи іншого засобу для створення оптимальної автоматизованої системи керування.

Викладення матеріалу та результати. Дослідження структури програми для предиктивної діагностики і кластеризація засобів автоматизації програмного та технічного забезпечення розглянемо на прикладі існуючого технологічного об'єкту в умовах ПАТ «ХайдельбергЦемент Україна». Криворізький цементний завод є одним з найбільших і провідних виробників цементу в Україні. Виробники використовують сухий спосіб виробництва цементу. Завод оснащений обертальною піччю з циклонним теплообмінником і декарбонізатором та дозуючим блоком. Має чотири цементні млини відкритого циклу. Завод спеціалізується на виробництві шлакових типів цементу. Обертові печі широко використовуються для неперервної сушки при атмосферному тиску кускових, зернистих та сипучих матеріалів (рис. 1). В якості теплоносія використовують топкові гази, що отримують в топці в результаті спалювання палива [6, 7].

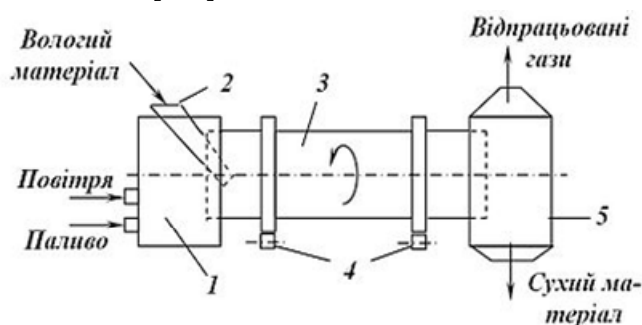


Рис. 1. Схема обертової печі

Аналіз існуючої системи автоматизації обертової печі дасть інформацію щодо потреб в модернізації окремих аспектів даної системи. На першому етапі необхідно розглянути технологічний процес у вигляді структурної схеми з вхідними та вихідними параметрами, які наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Перелік технологічних параметрів автоматизованої системи керування процесом випалювання вапняку в обертовій печі ПАТ «ХайдельбергЦемент Україна»

Найменування параметру	Діапазон вимірювання	Розмірність сигналу
Температура в середині печі	0 – 1200 °С	4-20 мА
Температура за надзвичайним клапаном	0 – 600 °С	4-20 мА
Температура на вхідному фільтрі	0 – 700 °С	4-20 мА
Температура на вихідному фільтрі	0 – 800 °С	4-20 мА
Тиск за обертовою піччю	-60...0 гПа	4-20 мА

Найменування параметру	Діапазон вимірювання	Розмірність сигналу
Тиск на вхідному фільтрі	-60...0 гПа	4-20 мА
Тиск на вихідному фільтрі	-60...0 гПа	4-20 мА
Швидкість двигуна	0 – 100 %	4-20 мА
Струм двигуна	0 – 120 %	4-20 мА
Потік сировинних матеріалів	15 м ³ /год	4-20 мА
Тиск на вході в піч	2.5 мбар	4-20 мА
Вологість матеріалу	14 %	4-20 мА
Температура матеріалу на виході	850°C	4-20 мА

Крім того, необхідно розглянути засоби автоматизації та їх параметри, які використовуються для випалу вапняку в обертовій печі на даний момент. Наприклад: датчики витрат, датчики тиску, регулятор тиску, виконавчий механізм (заслінка), датчики температури та інші. Аналіз цих вхідних даних системи предиктивного аналізу на основі бази даних існуючих засобів автоматизації, а також на основі бази знань дасть змогу виявити варіанти подальшого розвитку та покращення існуючої системи за рахунок модернізації окремих вузлів автоматизації [6, 7]. Розроблювана програма має надати необхідні рекомендації щодо можливих змін в системі, вартість проведення даного процесу модернізації та статистичні дані можливого покращення виробництва.

Для покращення системи автоматизації з метою підвищення економічної ефективності, зменшення витрат ресурсів на виробництво та їх раціональне використання, необхідно провести діагностування та виявити аспекти внаслідок модернізації яких отримаємо позитивні тенденції розвитку. Для вирішення такого завдання необхідне застосування комп'ютерного діагностування. Створення програми для такого діагностування є досить складним процесом, що включатиме кілька етапів. Однією з основних задач програми, що створюється є створення кластеризованої бази засобів автоматизації технічного та програмного забезпечення. Для цього необхідно класифікувати за параметричними та характеристичними даними існуючі засоби [8].

Також не менш важливим завданням є створення системи, що дозволить на базі попередніх знань та вхідних даних проекту, використавши кластеризовану базу даних видати можливі рішення. Даний предиктивний аналіз можливо реалізувати спираючись методології створення експертних систем [9]. Однією з проблем при реалізації подібних додатків є набір початкових знань – бази знань та бази даних – бази засобів автоматизації, так як в наш час існують багато різновидів засобів автоматизації одного типу [10]. Збирання даної інформації, перевірка, занесення до загальних баз потребує чи малих витрат та часу.

В даній роботі структура програми для предиктивної діагностики і кластеризації засобів автоматизації програмного та технічного забезпечення, яка розробляється для автоматизованої системи керування тепловим процесом випалювання вапняку в обертовій печі №2 в умовах «ХайдельбергЦемент Україна». На основі проведеного аналізу були розглянуті параметри усіх засобів автоматизації та параметри технологічного процесу. Для проведення дослідження даного питання та визначення можливої модернізації необхідно:

створити кластеризовану базу даних на основі існуючих засобів автоматизації програмного та технічного забезпечення. Даний процес є досить складним так як потребує обробки дуже великих обсягів інформації [11]. Необхідно класифікувати кожний засіб за певними ознаками, що дасть змогу пришвидшити пошук необхідних вузлів. Також необхідно створити зручний інтерфейс для роботи з базою даних, щоб уможливити інтеграцію нових засобів в проект [12, 13];

розробити базу попередніх знань – це своєрідний досвід при застосуванні того чи іншого засобу, – ряд правил сумісності засобів, оптимальності їх застосування при конкретних структурах в системі автоматизованого керування [14];

створення інтерфейсу, що слугуватиме для вводу початкових значень створюваної системи автоматизованого керування. Інтерфейс може забезпечити як параметричний та характеристичний ввід, так і графічну побудову структури автоматизованої системи керування;

найважливішою системою програми, її мозком є система предиктивного аналізу. Дана система має бути побудована таким чином, щоб на базі трьох вхідних джерел інформації (кластеризованої бази даних засобів автоматизованого керування, бази попередніх знань, початкових умов) сформулює нечіткі рішення щодо необхідності застосування певних засобів автоматизації в даному проекті [15, 16].

Функціональна схема програми пошуку необхідних засобів автоматизації програмного та технічного забезпечення наведена на рис. 2.

Застосування предиктивного аналізу з достатньо розвинутою базою знань уможливить швидке проектування чи модернізацію систем автоматичного керування [17, 18].

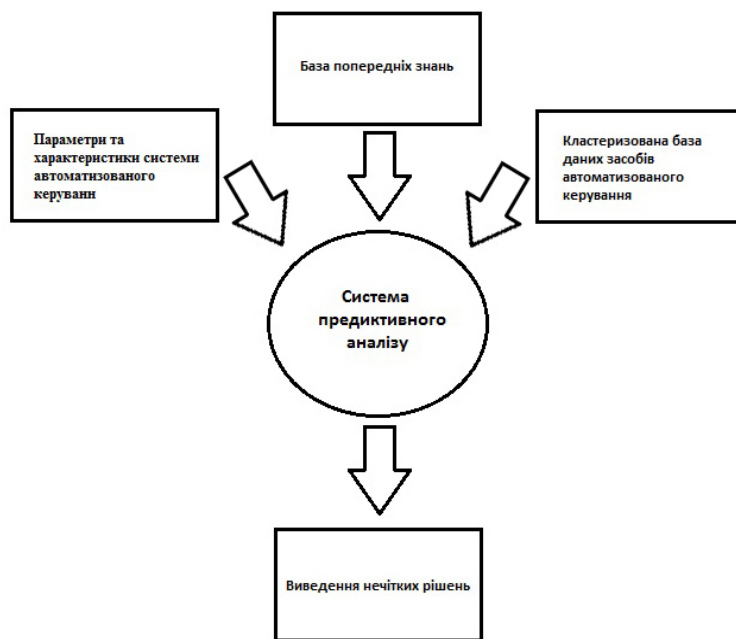


Рис. 2. Функціональна схема програми

Висновок та напрямок подальших досліджень. Під час аналізу дійшли висновку, що для проведення модернізації існуючої автоматизованої системи керування необхідно провести дослідження та обробити велику кількість інформації та технічних характеристик, що може значно підвищити ймовірність помилки. Єдина кластеризована база даних засобів автоматизації програмного та технічного забезпечення пришвидшить пошук та вибір необхідного засобу за рахунок застосування в програмі нечіткої логіки.

У відповідності з вимогами до системи в цілому, запропонована автоматизована система керування сушіння сировинних матеріалів дозволить підвищити ефективність функціонування обертової печі за рахунок оптимального температурного режиму випалювання вапняку, збільшення продуктивності і оперативності керування технологічним процесом, зниження використання енергоресурсів, зменшить вплив людини на виробничий процес.

Створювана система дасть змогу розширювати базу новими засобами та заносити їх до окремого кластеру, аналізувати всі існуючі засоби та видавати нечіткі рішення – поради щодо можливого застосування того чи іншого засобу для створення оптимальної автоматизованої системи керування.

В подальших дослідженнях система має бути універсальною та знайти своє застосування у всіх сферах автоматизації. Поступове розширення бази знань. Це дозволить при проектуванні, модернізації чи навіть при звичайному аналізі існуючої автоматизованої системи керування швидко знаходити необхідні рішення щодо застосування того чи іншого засобу автоматизації.

Список літератури

1. Автоматизовані системи керування процесами термічної обробки обкотишів на конвеєрній випалювальній машині: **В.Й. Лобов, Л.І. Єфіменко, М.П. Тиханський, С.А. Рубан.** – Кривий Ріг: Видавець ФО-П Чернявський Д.О., 2015. -236с.
2. Автоматизовані системи керування конвеєрними установками. / **В.Й. Лобов, Л.І. Єфіменко, М.П. Тиханський, С.А. Рубан.** - Кривий Ріг: Видавничий центр ДВНЗ «Криворізький національний університет. 2015. -450с.
3. **Єфіменко Л.І., Тиханський М.П.** Моделювання навантаження на опорні конструкції важких стрічкових конвеєрів / Вісник КНУ: Кривий Ріг, 2013. - Вип. 34. - С. 34-37
4. Вращающиеся обжиговые печи // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.strommash.ru/about/izvest-shakhtnye-ili-vrashchayushchiesya-pechi>
5. Интеграция предиктивного анализа клиентских сегментов в бизнес-приложения [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ibm.com/developerworks/ru/library/ba-customer-segmentation-integration/index.html>
6. ПАТ «ХайдельбергЦемент Україна» // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://cementu.com/spravka-cementa/heidelbergcement>
7. **Карпова Т.С.** Базы данных: модели, разработка, реализация / **Т.С. Карпова.** – СПб.: Питер, 2001. – 304 с. – ISBN 5-272-00278-4.
8. **Клюев А.С., Глазов Б.В., Дубровский А.Х.** Проектирование систем автоматизации технологических процессов. М.: Энергия, 1980.-512 с.
9. **Hayes-Roth, Frederick; Waterman, Donald; Lenat, Douglas** (1983). Building Expert Systems. Addison-Wesley. p. 6–7. ISBN 0-201-10686-8.

10. Kwak S.H. (1990). "A mission planning expert system for an autonomous underwater vehicle". Proceedings of the 1990 Symposium on Autonomous Underwater Vehicle Technology: 123–128. Retrieved 30 November 2013.
11. Everitt, Brian (2011). Cluster analysis. Chichester, West Sussex, U.K: Wiley. ISBN 9780470749913.
12. Шуметов В. Г. Шуметова Л. В. Кластерный анализ: подход с применением ЭВМ. — Орел: ОрелГТУ, 2000. — 118 с.
13. Ester, Martin; Kriegel, Hans-Peter; Sander, Jörg; Xu, Xiaowei (1996). "A density-based algorithm for discovering clusters in large spatial databases with noise". In Simoudis, Evangelos; Han, Jiawei; Fayyad, Usama M. Proceedings of the Second International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD-96). AAAI Press. pp. 226–231. CiteSeerX 10.1.1.71.1980Freely accessible. ISBN 1-57735-004-9.
14. Субботін С. О. Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень: Навчальний посібник. — Запоріжжя: ЗНТУ, 2008. — 341 с.
15. Jain, Murty, Flynn Data clustering: a review. // ACM Comput. Surv. 31(3), 1999.
16. ПАТ «ХайдельбергЦемент Україна» // [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.heidelbergcement.ua/uk>
17. Конгаловский М.Р. Энциклопедия технологий баз данных. — М.: Финансы и статистика, 2002. — 800 с.: ил. ISBN 5-279-02276-4.
18. Журавлев Ю. И., Рязанов В. В., Сенько О. В. Распознавание. Математические методы. Программная система. Практические применения. — М.: Фазис, 2006. ISBN 5-7036-0108-8.

Рукопис подано до редакції 31.03.17

УДК 622.78

Ю.С. РУДЬ, д-р техн. наук, проф., В.Г. КУЧЕР, канд. техн. наук,
В.Ю. БЕЛОНОЖКО, ст. преподаватель, Криворожский национальный университет

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА АГЛОМЕРАЦИИ ШИХТЫ, СОДЕРЖАЩЕЙ КОНЦЕНТРАТЫ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД, ПУТЕМ ИХ НАМАГНИЧИВАНИЯ

Повышение газопроницаемости слоя шихты за счет её эффективного окомкования, является основным путем увеличения производительности агломерационной машин, а вместе с тем и доменных печей. Эта проблема стала еще более актуальной в связи с возрастающей долей тонких концентратов в агломерационной шихте и практически исчерпанными возможностями окомкователей традиционных конструкций. Необходим поиск новых подходов по дальнейшему совершенствованию технологии и техники для окомкования шихты.

Целью данной работы является разработка новых методов повышения эффективности процесса окомкования шихты за счет нетрадиционных подходов к процессу окомкования, что остается важной технологической задачей.

На базе **аналитического анализа** существующих *методов* интенсификация процесса спекания шихты на агломерационных машинах определено новое направление повышения их эффективности. Этим методом является предварительное намагничивание шихты, содержащей ферромагнитные компоненты. Проведен анализ известных способов и устройств, обеспечивающих реализацию этого явления. Эти способы и технологические устройства условно можно разбить на четыре группы: способы и технологические устройства для намагничивания ферромагнитной компоненты шихты в процессе ее дозирования; способы и технологические устройства для намагничивания компонентов шихты непосредственно перед ее смешиванием и окомкованием; технологические устройства для намагничивания шихты в процессе ее смешивания и окомкования; технологические устройства для воздействия магнитным полем на окомкованную шихту при ее загрузке на колосниковую решетку агломерационной машины.

Научно обосновано применение интенсификация процесса агломерации шихты, содержащей концентраты железных руд, путем их намагничивания. В результате предварительного намагничивания шихты получают окомкованную шихту с более крупными и прочными гранулами, обеспечивающими лучшую газопроницаемость слоя шихты, уложенной на колосниковую решетку агломерационной машины, и, как следствие – повышение ее производительности.

Применение на практике предварительного намагничивания шихты позволяет получить окомкованную шихту с более крупными и прочными гранулами, обеспечивающими лучшую газопроницаемость слоя шихты на колосниковой решетке агломерационной машины.

Следствием этого является интенсификация технологического процесса спекания шихты на агломерационной машине и повышение ее производительности.

Ключевые слова: агломерационная машина, агломерация, концентрат железной руды, шихта, окомкование, устройства для окомкования, окомкователи, газопроницаемость, намагничивание шихты, магнитные системы, гранулы.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Агломерация железных руд и тонких концентратов перед доменной плавкой позволяет существенно улучшить технико-экономические показатели работы доменных печей, увеличить их производительность [1]. Агломерационный процесс может быть высокопроизводительным и давать качественный агломерат только при условии соответствующей подготовки компонентов шихты к спеканию. На ход