

ВІДГУК

на дисертаційну роботу Митрофанова О.В.

на тему «**Автоматизація процесу керування термічним обробленням окатишів на конвеєрній машині на основі методології нечіткої логіки**»

на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю

151 «Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології»

Актуальність теми. Металургійна промисловість є однією із галузей, в якій питомі витрати енергоносіїв є одними із найбільших. Тому тема дисертації є актуальною, оскільки вона присвячена вирішенню наукової задачі підвищення енергоефективності термічних процесів оброблення окатишів на конвеєрних машинах. В роботі показано, що в процесі управління термічними процесами оброблення залізрудних окатишів існує ймовірність виникнення виробничих ситуацій, при яких з'являється необхідність оперативного внесення коректив в алгоритм управління режимними характеристиками процесу термічного оброблення залізрудних окатишів на конвеєрних машинах конвеєрного типу для підвищення енергоефективності його здійснення. При виконанні досліджень враховувались неповні й нечіткі параметри технологічних зон, розподіл теплоносіїв газоповітряних потоків, фізико-хімічні властивості окатишів, параметри агрегатів машини тощо.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Результати дисертаційної роботи відповідають вирішенню головних завдань поставлених Кабінетом Міністрів України в розпорядженні від 15 березня 2006 р. № 145 «Енергетична стратегія України на період до 2030 року». Дослідження виконані відповідно до тематики науково-дослідних робіт «Наукові основи створення сучасних інформаційних та телекомунікаційних технологій для автоматизованого інтелектуального керування технологічними процесами в умовах гірничого виробництва» (держреєстрація №0116U001776), «Дослідження методів адаптивного прогнозуючого керування багатовимірними розподіленими технологічними процесами гірничо-збагачувального та металургійного виробництв» (держреєстрація №0116U001797) і «Розробка новітніх способів отримання електроенергії» (держреєстрація №0116U001839), у яких автор брав участь у проведенні наукових досліджень і виконував окремі розділи звітів, і господарської теми «Теплотехнічне обстеження стану опалювальної машини ПрАТ «Північний ГЗК», де автор був виконавцем.

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є підвищення ефективності процесу термічного оброблення залізрудних окатишів із розробленням системи автоматизованого керування режимними характеристиками за рахунок

удосконалення процесів керування, які дозволяють знизити питомі витрати енергоносіїв.

Для досягнення поставленої мети в дисертаційній роботі поставлені такі завдання:

- виконати аналіз літературних та патентно-ліцензійних джерел з питання автоматизації керування процесом термічного оброблення залізорудних окатишів і визначити невирішені питання в цій сфері та проаналізувати склад і зміст вимог до управління процесом термічного оброблення залізорудних окатишів на машинах конвеєрного типу й визначити фактори, які ускладнюють їх дотримання на практиці;

- виявити і формалізувати закономірності процесу обпалення залізорудних окатишів у машинах конвеєрного типу, використання яких надає змогу підвищити ефективність керування ходом цього процесу;

- розробити теоретичні засади управління процесом обпалення залізорудних окатишів на основі методології нечіткої логіки і практичні заходи із його реалізації;

- розробити автоматизовану систему ефективного керування процесом обпалення залізорудних окатишів на основі результатів виконаних досліджень і впровадити результати дисертаційної роботи в практику та розробити рекомендації з їх широкого використання на залізорудних гірничодобувних комбінатах України.

Наукові положення, що виносяться на захист.

- температура верхнього шару окатишів на виході зони випалювання визначається сумою температур заданої для цієї зони температури верхнього шару окатишів зони попереднього нагрівання і вихідної температури газоповітряного потоку першої зони охолодження;

- вихідна температура верхнього шару окатишів у першій частині зони охолодження прямо пропорційно залежить від вихідної температури верхнього шару окатишів зони рекуперації і по експоненціальному закону впливає на тиск атмосферного повітря, яке нагнітається вентилятором у цю зону.

Наукова новизна отриманих результатів:

- керування процесом термічного оброблення окатишів без урахування взаємодії з взаємопов'язаними технологічними зонами не забезпечує регламентні значення параметрів технологічних зон;

- маса окатишів із візками конвеєрної стрічки в зоні попереднього нагрівання не змінюється і не залежить від впливу температури газоповітряного потоку від взаємопов'язаної зони випалювання;

– уперше удосконалено метод керування температурою відпрацьованих теплоносіїв газоповітряних потоків у високотемпературних зонах, який заключається в тому, що виконуть їх перерозподіл між взаємопов’язаними технологічними зонами у функції від значень параметрів регламентних значень параметрів технологічних зон зменшуючи питомі енерговитрати і природнього газу;

– набув подальшого розвитку підхід до автоматизованого керування теплоносіями газоповітряних потоків у взаємопов’язаних технологічних зонах машини який, на відміну від відомих підходів, застосовує технологію віртуальних пристроїв для керування кожною технологічною зоною безпосередньо під час виконання технологічного процесу стабілізуючи значення параметрів у технологічних зонах машини.

Обґрунтованість та достовірність наукових положень та результатів підтверджується коректністю постановки та вирішення задач; застосуванням сучасних методів інтелектуального прийняття рішень та математичного моделювання з урахуванням загальноприйнятих припущень; результатами комп’ютерного моделювання та експериментальних досліджень.

Практичне значення одержаних результатів. Розробка алгоритму керування процесом термічного оброблення окатишів шляхом змін швидкості переміщення візків конвеєрної стрічки та температури газоповітряного потоку у функції висоти шару, вологи окатишів і їх основності на візках випалювальної машини, а також його апаратно-програмній реалізації з використанням регуляторів із нечіткою логікою.

Результати наукових і експериментальних досліджень впроваджені ПрАТ «Північний гірничо-збагачувальний комбінат» у проектах, які використовують комплексну математичну модель, що апроксимує динаміку термічного процесу оброблення окатишів у технологічних зонах машини на основі вирішення систем нечітких функцій і принципу її параметричної ідентифікації. Результати експериментальних досліджень і новітня технологія віртуальних пристроїв використовуються у виробничих умовах. Це підтверджується актом про використання результатів дисертаційної роботи від 10 жовтня 2019 року із ФОГ ПрАТ «Північний гірничо-збагачувальний комбінат». Результати досліджень також впроваджені у проекті підприємства АТ «НВАО «ВНДІкомпресормаш» «Поставка комплексу обладнання компримування, підготовки завантаження природного газу в автомобільний транспорт та розвантаження в газотранспортну систему» (договір № ЛГВ-701/11-18 від 07.08.2018 р.) і в навчальний процес Криворізького національного університету.

Апробація результатів дисертації. Основні положення та результати дисертаційних досліджень доповідалися та обговорювалися на трьох Міжнародних науково-технічних конференціях і одна на Всеукраїнській науково-практичній конференції.

Публікації. Основні положення дисертаційної роботи опубліковано в 11 друкованих працях (зокрема 2 одноосібних), серед них: 5 статей – у наукових фахових виданнях України, 2 статті – в журналі, який входить до наукометричної бази SCOPUS, 5 статей – у журналах, що включені до міжнародних наукометричних баз, 1 стаття – у закордонному періодичному виданні.

Особистий внесок автора. Всі основні наукові положення та результати дисертаційної роботи отримані автором самостійно. Автором запропоновані математичні моделі процесів нагріву, опалювання і охолодження окатишів, розроблено структурну та параметричну ідентифікацію на основі нечітких баз знань, прогнозування та управління процесами, на основі чого розроблено програмне забезпечення системи управління процесами оброблення окатишів.

Структура і обсяг дисертаційної роботи. Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел із 116 найменувань на 13 сторінках, 9 додатків на 68 сторінках. Загальний обсяг дисертації викладено на 265 сторінках друкованого тексту, з яких 165 сторінок – основний текст. Дисертація містить 66 рисунків та 4 таблиці.

Зауваження до дисертації:

1. У першому розділі аналіз опублікованих робіт наведено без врахування поставленої мети роботи.

2. У другому розділі відсутня класична структурна схема об'єкта керування, де показані вхідні, вихідні і збурюючі впливи, ускладнює розгляд моделі об'єкта і структури системи керування.

3. У тексті розділу 2 при аналізі результатів моделювання відмічається тільки те, що відображено на рисунку, а чому це так і які питання потребують дослідження не наведено.

4. Висновки до другого розділу дисертації загалом мають констатуючий характер, що робити з цими висновками не пояснюється.

5. У розділі 3 на с.154 наведено невдалий вираз «Порівняння характеристик моделей з нечіткою логікою та експериментальними даними ... показано, що характеристика змінюється по експоненціальному закону...». Що таке нечітка логіка, в цьому разі, і чому характеристика так змінюється, не пояснюється.

6. У тексті дисертації мають місце стилістичні та граматичні помилки.

Оцінка дисертаційної роботи загалом.

Поставлені і вирішені автором дисертаційної роботи питання, що виносяться на захист, характеризуються спільністю змісту, отримані результати свідчать про особистий внесок О.В. Митрофановим у науку. Зазначені вище зауваження не знижують загальної позитивної оцінки виконаної досить актуальної і плідної праці.

Вважаю, що дисертаційна робота Митрофанова Олександра Вячеславовича за своїм змістом та оформленням задовольняє вимогам «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженому постановою Кабінету Міністрів України №567 від 24 липня 2013 р. та чинним вимогам МОН України, а її автор заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». Вона є закінченим самостійним науковим дослідженням, в якому є нові науково обґрунтовані положення і результати, які розв'язують складну актуальну наукову задачу підвищення ефективності процесу виробництва окатишів за рахунок отримання нових характеристик взаємного впливу між зонами технологічного процесу і які є основою для формування керуючих впливів, котрі підвищують ефективність технологічного процесу.

Дисертаційна робота належним чином оформлена і відповідає паспорту спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».

Офіційний опонент,
професор кафедри кіберфізичних
та інформаційно-вимірювальних систем
Національного технічного університету
«Дніпровська політехніка»,
доктор технічних наук, професор,
заслужений діяч науки і техніки України

В.В. Ткачов

