

Відгук

офіційного опонента, кандидата технічних наук Баюла Костянтина Васильовича на дисертаційну роботу Шепеленко Марії Іванівни на тему «Вдосконалення технічної системи «змішувач-конвеєр» в питаннях оптимізації кінцевої обробки шихтових матеріалів», представленої на здобуття вченого ступеня доктора філософії в галузі знань 13 – «Механічна інженерія» за спеціальністю 133 – «Галузеве машинобудування».

1. Актуальність теми дисертації.

Агломераційна шихта та інші композиційні сипкі матеріали на гірничо-металургійних підприємствах є таким видом сировини, фракційний, компонентний та хімічний склад яких суттєво впливає на ефективність технологічних процесів в металургійних агрегатах. При підготовці до подальшої переробки таких матеріалів головним та найважливішим процесом є змішування компонентів у суміш, який значною мірою визначає якість готової продукції.

При цьому, як би не було раціонально та теоретично обґрунтовано підібрано склад суміші, та яка б не була висока якість її компонентів, матеріал, виготовлений з набору декількох компонентів, не буде мати високу якість, якщо суміш не буде приготовлена з високим ступенем однорідності. Це і визначає значимість та актуальність проблеми вдосконалення механізму змішування з використанням будь якого типу змішувача. Вирішення таких задач дозволяє створювати нові модифікації змішувальних машин та виробляти їх відповідно до вимог промислових підприємств.

Дисертаційна робота Шепеленко Марії Іванівни відповідає напрямку вирішення наведеного актуального питання та присвячена вирішенню важливого наукового завдання з вдосконалення технічної системи «змішувач-конвеєр».

Практичні результати роботи впроваджені у навчальному процесі та на промисловому підприємстві, мають потенціал до подальшого використання в промисловості, а саме впроваджені обладнання для підготовки шихтових матеріалів, модернізації його деталей та вузлів, рекомендацій щодо раціональних режимів експлуатації.

2. Ступінь обґрунтованості та достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій.

Обґрунтованість та достовірність результатів дисертаційної роботи обґрунтована достатнім об'ємом лабораторних та промислових експериментів, використанням методів математичної статистики для обробки отриманих даних. До того ж достовірність результатів досліджень підтверджена тим, що розбіжність між розрахунковими та даними промислових експериментальних досліджень

енергоспоживання при роботі змішувача в холостому ході відрізняється не більше чим на 3%, а під навантаженням не більш ніж 10 %.

3. Новизна наукових положень, результатів і рекомендацій.

Наукова новизна роботи полягає наступному.

1. Встановлена прямопропорційна залежність якості змішування від висоти шару матеріалу при незмінних конструктивних параметрах та режимах роботи системи «роторний змішувач-конвеєр».
2. Вперше в аналітичному вигляді описана залежність між конструктивними параметрами, режимами роботи та енерговитратами системи «роторний змішувач-конвеєр».
3. Вперше одержана математична модель, яка характеризує рух частинок матеріалу в псевдов'язкому середовищі та їх розсіювання в момент сходу з лопатки для системи «роторний змішувач-конвеєр» безперервної, горизонтально-направленої дії з безпосереднім вібраційним впливом на конвеєрну стрічку, що дозволяє обирати раціональні режимні та конструктивні параметри для отримання продукту заданої якості.
4. Вперше у вигляді лінійного полінома, з урахуванням взаємного впливу конструктивних та кінематичних параметрів, одержано залежності між технологічними параметрами системи «роторний змішувач-конвеєр», що дозволяє прогнозувати вплив кожного з них на якість суміші та продуктивність змішувача.

4. Цінність для науки і практики результатів досліджень автора.

Сформульовано рекомендації, щодо вдосконалення технологічної схеми підготовки шихтової суміші для процесів випалу та агломерації для умов ПАТ «ЦГЗК». Розроблено інженерну методику раціональних конструктивних та технологічних параметрів системи «роторний змішувач-конвеєр» безперервної, горизонтально-направленої дії, яка використана підприємствами ТОВ «КВМШ плюс», м. Кривий Ріг, а також ДП «Криворізька вища металургійна школа» при проектуванні та виготовленні вказаного агрегату для ПАТ «ЦГЗК».

5. Повнота відображення наукових положень в опублікованих роботах.

Результати досліджень за дисертаційною роботою опубліковані в 14 наукових та технічних виданнях, а саме: 1 стаття в фаховому науковому виданні категорії А; 1 стаття в фаховому науковому виданні, яке індексується в міжнародній наукометричній базі Scopus; 5 статей в фахових наукових виданнях категорії Б; 6 тез доповідей на конференціях, одна з яких індексується в міжнародній наукометричній базі Scopus та 1 патент України на корисну модель.

6. Оцінка змісту дисертації

Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел із 111 найменувань. Загальний об'єм роботи складає 144 сторінки, зокрема 123 сторінки основного тексту, 48 рисунків, 14 таблиць, 8 сторінок додатків.

Вступ містить обґрунтування актуальності теми дослідження, мету та задачі роботи, характеристику наукової новизни і основні практичні результати, які створюють умови для вдосконалення технічної системи «змішувач-конвеєр».

У **першому розділі** проведено аналіз технологічних схем ліній з підготовки сипких сировинних матеріалів шляхом змішування. Проведено аналіз техніко-економічних та конструктивних показників обладнання для змішування сировинних матеріалів, що використовуються на підприємствах гірничо-металургійного комплексу. В результаті проведеного аналізу встановлено наступне:

- з економічних міркувань використання змішувачів закордонного виробництва, пори їх достатню якість, є в більшості не виправданим;
- існуючий наразі спосіб підготовки шихтових матеріалів на підприємствах гірничо-металургійного комплексу не задовольняє технологічним вимогам до якості суміші;
- ефективним напрямом покращення якості змішування металургійної шихти є застосування системи «роторний змішувач-конвеєр» з вібраційним впливом на конвеєрну стрічку;
- для вдосконалення технічної системи «роторний змішувач-конвеєр», для підготовки металургійної шихти ефективним може бути застосування конструкції роторного змішувача встановленого над конвеєрною стрічкою;
- актуальними є дослідження з визначення зв'язку між енергосиловими та конструктивними параметрами змішувача, які дозволяють врахувати рух частинок матеріалу уздовж лопаток ротора, які обертаються у шарі сипкого середовища назустріч одне одному та з додатковим вібраційним імпульсом;
- необхідність дослідження функціонального зв'язку між технологічними показниками, конструктивними та кінематичними параметрами системи «роторний змішувач-конвеєр».

Сформульовано мету та завдання роботи.

В **другому розділі** розроблено розрахунково-аналітичний апарат щодо визначення енергосилових параметрів системи «роторний змішувач-конвеєр» безперервної дії з тросовими елементами ротора.

Створена математична модель опису впливу конструктивних і режимних параметрів змішувача горизонтально-направленої дії з тросовими елементами ротора, з врахуванням характеру руху частинок матеріалу в псевдов'язкому середовищі.

Розроблений оптимізований профіль лопатки ротору змішувача, який дозволяє здійснювати занурення до змішуваного матеріалу з найменшими втратами та при мінімальному зношуванні лопатей;

Встановлена аналітична залежність між конструктивними та режимними параметрами змішувача на характер руху частинок матеріалу після сходу з лопаток ротора, що рівномірно обертається, у горизонтальній площині псевдов'язкого середовища.

В третьому розділі наведено результати лабораторних досліджень технічної системи «роторний змішувач-конвеєр».

Створено лабораторну модель технічної системи «роторний змішувач-конвеєр» безперервної горизонтально-направленої дії та методику досліджень.

Розроблені математичні опису процесу змішування матеріалу в системі «роторний змішувач-конвеєр».

Досліджено вплив конструктивних та кінематичних параметрів системи на показники змішування матеріалу.

За допомогою створених математичних моделей встановлено, що найбільший ефект на якість змішування має конструктивне поєднання тросового та лопатного роторів.

Встановлено, що для досліджуваної системи машин «роторний змішувач-конвеєр», при постійних конструктивних та кінематичних параметрах стрічки конвеєра якість змішування прямо пропорційна висоті шару змішуваного матеріалу.

Визначено раціональний режим роботи системи «роторний змішувач-конвеєр» з врахуванням висоти шару матеріалу на конвеєрній стрічці та частоти обертання ротора змішувача.

У четвертому розділі виконано промислові дослідження системи «роторний змішувач-конвеєр».

Розроблено методики промислових досліджень енергосилових параметрів роторного змішувача та конвеєра, та оцінки ефективності роботи системи «роторний змішувач-конвеєр».

Встановлено, що енергосилові витрати роботи роторного змішувача в реальних промислових умовах на холостому ході та під навантаженням, відрізняється від отриманих в ході теоретичних досліджень, не більше чим на 3%, та 10 %, відповідно.

Встановлено, що при роботі зі змішувачем та з застосуванням ексцентричних роликів опор потужність приводу конвеєра збільшується на 8%, що є припустимим із додатковим запасом.

Визначено, що застосування роторного змішувача у вдосконаленій схемі підготовки окатишів до спікання дозволяє знизити вміст некондиційного класу в тому числі із застосуванням вібраційного впливу на матеріал.

Запропоновано технічні рішення щодо вдосконалення конструкції роторного змішувача.

7. Зауваження по дисертації.

1. Обсяг першого розділу дисертації варто було б скоротити за рахунок узагальнення відомостей основних технологічних, технічних і конструктивних рішень по змішувачам, що використовуються.

2. Не зрозуміло і не надано пояснень чому частота обертання валів в попередньому експерименті лабораторних досліджень обрана в діапазоні $\omega = 14-17 \text{ c}^{-1}$, а висота шару матеріалу на стрічці конвеєра $H = 0,005 - 0,0025 \text{ м}$.
3. В роботі є неточності в прийнятих значеннях так, як в ряді формул ексцентриситет визначається як ε , а в інших r .
4. У висновках другого розділу наведено, що отримані результати дійсні для псевдо-в'язкого середовища, було б доцільним вже на початку розгляду процесів руху сипкого матеріалу в робочій зоні змішувача надати таке допущення і розкрити його фізичне значення.
5. В промислових дослідженнях наведена формула по якій визначалась амплітуда коливань роликової опори, але не зрозуміло як визначається маса осередку конвеєрної стрічки та матеріалу на ній.

8. Висновок про відповідність дисертації встановленим вимогам.

Дисертаційна робота Шепеленко Марії Іванівни на тему «Вдосконалення технічної системи «змішувач-конвеєр» в питаннях оптимізації кінцевої обробки шихтових матеріалів» є закінченою науковою роботою, яка містить наукову новизну та має практичну цінність.

Дисертація оформлена на хорошому науковому рівні, представлені в ній результати повною мірою розкривають мету і задачі дослідження. Зауваження, відзначені при розгляді змісту дисертації не знижують її цінності і можуть бути враховані в подальшій роботі. Вважаю, що робота повністю відповідає вимогам ДАК МОН України до дисертаційних робіт, а її автор Шепеленко Марія Іванівна, заслуговує присвоєння наукового доктора філософії в галузі знань 13 – «Механічна інженерія» за спеціальністю 133 – «Галузеве машинобудування»,

Кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник
відділу технологічного обладнання
та систем управління
Інституту чорної металургії
ім. З. І. Некрасова НАН України



К. В. Баюл

Підпис Баюла К. В.
Засвідчую:
начальник відділу кадрів
Інституту чорної металургії
ім. З.І. Некрасова НАН України



Л. М. Ружина