

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу та автореферат **Міщенка Владислава Юрійовича** на тему «**Підвищення ефективності споживання електроенергії руднотермічними печами**», поданої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю: 05.09.03 – «Електротехнічні комплекси та системи»

1. Актуальність обраної теми, її зв'язок з науковими програмами.

Руднотермічні печі використовуються натеper у феросплавному виробництві як України так і інших держав. Вони є потужними технологічними установка, що споживають велику кількість електричної енергії. В сучасних же умовах необхідності зменшення обсягів електроспоживання гостро постає питання в енергоефективності цих агрегатів. Так проведення досліджень у цьому напрямку є актуальним питанням. Виявлення недоліків щодо проведення технологічного процесу отримання феросплавів з точки зору зменшення обсягів споживання електроенергії та надання рекомендацій щодо можливих організаційних та технічних заходів з цього приводу є важливим кроком у підвищенні енергоефективності руднотермічних печей.

Вирішенню зазначеного питання й присвячена дисертаційна робота Владислава Міщенка, який запропонував нову комплексну математичну модель руднотермічної печі, що дозволяє проводити на ній різноманітні розрахункові дослідження щодо енергоефективності. За результатами останніх і був сформований відповідний перелік заходів, які дозволяють зменшити споживання пиччу електроенергії та розрахований очікуваний економічний ефект від їх застосування.

2. Зв'язок роботи з науковими планами, програмами, темами.

Робота відповідає науковим напрямам роботи кафедри Електропостачання промислових підприємств Національного університету «Запорізька політехніка» та виконана в рамках науково-дослідної роботи «Розробка та дослідження заходів з енергозбереження в системах електропостачання та електротехнологічних установках» 2018-2021рр. (№ 03718) та «Дослідження енергоефективності та розробка заходів з енергозбереження в системах електропостачання та електротехнологічних установках» 2021-2024рр. (№03711).

3. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків, рекомендацій, їх достовірність і новизна.

Метою дисертаційної роботи є розробка заходів щодо підвищення ефективності споживання електроенергії руднотермічними печами.

Це дозволило сформулювати шість основних задач дослідження, вирішення яких дозволить знизити обсяги споживання електричної енергії пиччу при виплавці феросплавів. Зокрема автор роботи запропонував:

- розробити комплексну математичну модель РТП, яка враховує взаємодію електричних, теплових та інших фізичних процесів, що протікають у ванні печі при виплавці феросплавів та дає можливість вирішувати не тільки проектні задачі, а й аналізувати процес за його перебігом;

- розробити методики розрахункових досліджень енергоефективності процесу отримання феросплаву на основі синтезованої комплексної моделі печі та ідентифікація всі її вхідні параметри, а особливо тих, що мають не чіткі значення;

Для отримання відповідних наукових і практичних рішень Владиславом Юрійовичем були використані наступні методи дослідження:

- при синтезі комплексної математичної моделі руднотермічної печі використовувались методи з теоретичних основ електротехніки та теплотехніки;

- для ідентифікації вхідних параметрів моделі, що мають не чіткі значення використаний підхід щодо розв'язання оптимізаційної задачі задля отримання мінімальної середньоквадратичної похибки прогнозу вихідної величини;

- для оцінки адекватності синтезованої моделі застосований метод математичної статистики;

Достовірність отриманих результатів і висновків підтверджується коректністю постановки і вирішення зазначених задач та використанням достовірних вихідних даних, які отримані за результатами реальних плавок на феросплавній печі; використанням сучасного математичного апарату; обґрунтованим коректним вибором вхідних величин, що мають не чіткі значення.

Наукове значення роботи полягає у встановленні та обґрунтуванні нових підходів щодо можливості зменшення обсягів споживання електричної енергії руднотермічною піччю та у використанні при створенні моделі останньої комплексного підходу з врахуванням багатьох факторів, що не були раніше об'єднанні разом, оскільки розглядалися окремо при вирішенні конкретних завдань.

Практичне значення роботи полягає у розробці інструментарію для проведення розрахункових досліджень ефективності електроспоживання руднотермічною піччю, що дозволяє з достатньою для практики точністю прогнозувати кількість утвореного розплаву й необхідну для цього тривалість плавки та обсяг спожитої впродовж останньої електричної енергії. Також за результатами досліджень сформульовані організаційні й технічні рекомендації та розрахований очікуваний економічний ефект.

Впровадження результатів досліджень відбулось шляхом передачі для практичного використання ТОВ «Запорозьспецсплав» комплексної математичної моделі руднотермічної печі, за допомогою якої можна прогнозувати необхідну тривалість плавки, кількості утвореного розплаву в залежності від компонентно-кількісного складу шихти, що завантажується у піч. Отриманні результати також

впроваджені у навчальний процес для студентів, що навчаються за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» за освітніми програмами «Електротехнічні системи електроспоживання» та «Енергетичний менеджмент», й дають можливість значно покращити його результативність за рахунок використання реальних прикладів підвищення енергоефективності конкретного технологічного процесу і кількісної оцінки обсягів економії електроенергії.

4. Повнота викладення результатів дисертаційної роботи в опублікованих працях.

За результатами дисертаційної роботи опубліковано 22 роботи, з яких 10 тез до матеріалів конференцій та 12 статей (4 одноосібні), які опубліковані у журналах, що включені до переліку фахових видань України, один із них – до міжнародної науко метричної бази Scopus, а ще один – у закордонне видання країни (Чехія) яка входить до Організації економічного співробітництва та розвитку та/або Європейського Союзу.

Оцінка змісту роботи.

Дисертація складається з анотації двома мовами, вступу, п'ятьох розділів, висновків і додатків. Повний обсяг дисертації має 161 сторінку, основний текст – 127 сторінок, з них 38 рисунків по тексту; 20 таблиць по тексту; список використаних джерел інформації з 90 найменувань на 11 сторінках; 3 додатки на 3 сторінках.

Стиль викладання матеріалу в дисертаційній роботі чіткий, лінгвістично й технічно грамотний та зрозумілий. Усі розділи мають логічно завершений зміст, містять достатню кількість ілюстрацій і завершуються ґрунтовними висновками.

У першому розділі автор розглянув конструктивні особливості руднотермічної печі як електротехнологічної установки. Проаналізував відомі заходи щодо підвищення її енергоефективності та існуючі натепер методи досліджень, що дозволило сформулювати шість наукових задач.

У другому розділі Владиславом Юрійовичем були систематизовані існуючі моделі роботи руднотермічної печі, внаслідок чого ним запропонована нова її структура. Розглянуті алгоритмічні блоки та наведені відповідні математичні залежності, для їх реалізації, які використовуються у наступних розрахунках.

У третьому розділі представлена практична реалізація математичної моделі, визначені всі її вхідні параметри. Ті, що мають не чіткі значення, автором запропоновано ідентифікувати шляхом розв'язання оптимізаційної задачі щодо знаходження мінімальної похибки прогнозу вихідної величини моделі. За представленою методикою проведено її налаштування та перевірка на адекватність, яка показала, що запропонована математична модель може бути використана в подальших розрахункових дослідженнях.

У четвертому розділі автором проведені розрахункові дослідження результати яких показали, що за існуючим критерієм закінчення плавки – фіксованим обсягом спожитої електричної енергії, нормативна кількість розплаву утворюється раніше за досягнення цієї величини, а тому можна скоротити тривалість плавки і тим самим знизити електроспоживання. Також при з'ясуванні впливу діаметру розпаду електродів печі на кількість спожитої нею електроенергії виявлено, що чим він більший тим менший останній показник, однак при цьому існують і обмеження щодо максимально допустимої температури для футеровки ванни.

У п'ятому розділі розроблені організаційно-технічні рекомендації для впровадження результатів досліджень на підприємстві, розрахований очікуваний економічний ефект у залежності від кількості одночасно впроваджених заходів.

Використані здобувачем ідеї, результати і тексти інших авторів мають посилання на відповідні джерела. Дисертація характеризується єдністю змісту та відповідає вимогам щодо її оформлення. Вищенаведене підтверджує цілісність та логічну будову дисертаційної роботи та свідчить про її завершеність.

Ідентичність змісту автореферату й основних положень дисертації.

Зміст автореферату цілком відповідає змісту дисертаційної роботи. У ньому достатньо повно відображено зміст вступу, 5-ти розділів дисертації та висновків. Усі опубліковані здобувачем роботи за темою дисертації представлені у списку літератури та внесені до автореферату.

5. Основні зауваження до дисертації та автореферату:

1. В першому розділі дисертації, на думку опонента, занадто уваги приділено детальному опису різних частин конструкцій руднотермічної печі, однак в подальшому автор цю інформацію використовує лише частково. Доцільно було б частку опису цього матеріалу перенести в «Додатки».

2. При аналізі відомих математичних моделей руднотермічної печі вони - моделі подаються так, що спочатку не зовсім зрозуміло, що це - існуючі моделі чи методи, розроблені іншими авторами. Роз'яснення з цього питання з'ясується лише після аналізу відповідних посилань автора.

3. У роботі при описі методики проведення розрахункових досліджень щодо впливу зміни діаметру розпаду електродів на обсяги споживання пичню електроенергії зазначено, що виділяються чотири умовні зони, де відбувається контроль температури, однак не проілюстровано в якій із них знаходяться електроди при кожному експерименті.

4. Зазвичай кожний розділ дисертаційної роботи присвячується вирішенню однієї поставленої задачі, однак в даній роботі цей принцип не виконується, що дещо ускладнює її сприйняття.

5. Чому при розрахунку техніко-економічного ефекту від скорочення часу плавки не був також врахований ефект від продовження терміну служби печі через те, що з усунення перегріву розплаву зростає термін служби футерувань?

6. Зауваження по тексту дисертаційної роботи:

- На стор. 2 стверджується: «...Математичні розрахунки в них основані на законі Ома та лінійних рівняннях теплопередачі згідно гіпотези Фур'є, що значно спрощує розрахунки. ...» ? Гіпотези можуть бути дуже вірними, але залишаються сумнівними, поки не знайдуть визнання у більшості. В такому випадку вони називаються вже не гіпотезами

- Стор. 17. «...Наукові положення і висновки дисертації обґрунтовані коректністю прийнятих допущень відносно характеру задач щодо підвищення енергоефективності печі, які вирішувались...» – Бажано було би ще мати підтвердження наукових результатів за допомогою експериментальних результатів на реальній установці

- Стор.46. «...який реалізував чисельне рішення диференціальних рівнянь у приватних похідних у системі програмування MathCAD...» Приватних похідних - не вірно, тут мається на увазі часткових похідних

- На стор. 61 «...Тут T , T_f , t , t_p – температури твердої фази, фазового переходу, розплаву в зонах плавлення та реакційної; x , y – горизонтальна та вертикальна координати; ξ – координата межі розділу фаз; - чим обґрунтована саме така форма межі розділу фаз? Як по мене, межа фазового переходу повинна містити деякий шар ненульової товщини з бульбашками розплаву у шихті. До такої аналогії наводить спостереження видовища, як в прозорій ємності вода переходить у газ з утворенням бульбашок

- Стор.118. «...Перевірка на адекватність комплексної математичної моделі руднотермічної печі проводилась на діючій печі РКЗ-2,5 ТОВ «Запоріжспецсплав» на основі даних тридцяти плавок...». Як відомо, цикл плавлення шихти зупинявся за скінченням розплаву всього об'єму шихти. Це легко можна побачити при моделюванні. Але незрозуміло, яким чином визначався момент закінчення розплавлення в реальній установці, при начальному настроюванні параметрів моделі, коли здійснювалось порівняння моделі з реальним об'єктом?

- Стор. 137. «...Всі руднотермічні печі, які експлуатуються в Україні [8,9] в тому числі і на даному підприємстві, на жаль, не мають механізмів розведення електродів, однак в країнах СНД вже є [90]...» – чи ще існує СНД? Точніше буде вказати, що вказані печі існували на момент публікації [90]

Перераховані вище зауваження не є критичними і не ставлять під сумнів кінцеві наукові та практичні результати дисертаційного дослідження.

6. Висновки щодо дисертації та автореферату.

Дисертаційна робота Міщенка Владислава Юрійовича є завершеним науковим дослідженням, у якому вирішено актуальне науково-практичне завдання щодо підвищення ефективності споживання електроенергії руднотермічними печами та розроблена її комплексна математична модель, яке дозволяє проводити різноманітні розрахункові дослідження з врахування багатьох впливових на процес, що відбувається в них, факторів.

Дисертація має наукову новизну та практичну цінність. Результати роботи достатньо обґрунтовані, вони будуть корисними для підприємств феросплавного виробництва при визначенні енергоефективної тривалості плавки та проведенні реконструкції діючих печей задля зменшення обсягів споживання електричної енергії.

Автореферат дисертаційної роботи відповідає структурі та змісту дисертації. Найбільш вагомими результатами дисертації належним чином опубліковані в спеціалізованих наукових виданнях та ґрунтовно представлені у міжнародних і всеукраїнських наукових конференціях протягом останніх 6-ти років.

Робота відповідає вимогам, що висуваються до кандидатських дисертацій та за своїм науковим рівнем, змістом та оформленням повністю відповідає пп. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013р. №567 (назва постанови зі змінами, внесеними згідно з постановою КМ № 656 від 19.08.2015р.), та паспорту спеціальності 05.09.03 – електротехнічні комплекси та системи, а її автор, Міщенко Владислав Юрійович заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.09.03 – електротехнічні комплекси та системи.

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри електричної інженерії
Криворізького національного університету



Олег СИНЧУК



Підпис	<i>Олег Синчук</i>
ЗАСВІДЧУЮ:	
Учений секретар Криворізького національного університету	
<i>Олег М. Синчук</i>	
« 30 »	04 20 24 р.



*Відбиття отримано
2.05.2024р.
Вчений секретар
спеціалізованої
вченої ради
03.080.07
Міст 17 ст. Уроби*