

ВІДГУК

офіційного опонента

на дисертаційну роботу

Кравченко Ольги Михайлівни

**«Адаптивне просторове керування ультразвуковим очищенням виробів
складної конфігурації»**

подану на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань

15 Автоматизація та приладобудування зі спеціальності

151 Автоматизація і комп'ютерно інтегровані технології

**Актуальність теми дисертаційного дослідження, її зв'язок із
науковими програмами і планами.**

Однією з найважливіших галузей економіки держави є гірничодобувна промисловість. Її особливістю є значна забрудненість процесів, що шкодить не лише працюючому персоналу, але й обладнанню, знижуючи термін його експлуатації та ускладнюючи проведення ремонтних робіт. Ультразвукове очищення є одним з найбільш ефективних та екологічних видів очищення для гірничого обладнання, оскільки воно забезпечує ефективне очищення у важкодоступних місцях, а також виробів із складною геометричною конфігурацією, яка притаманна гірничому обладнанню. Але відсутність ефективних систем керування процесом ультразвукового очищення призводить до перевитрат енергії. Тому питанням підвищення енергоефективності ультразвукового очищення виробів складної конфігурації, що розглянуто в даній роботі є особливо актуальним в умовах загальносвітової спрямованості скорочення витрат енергії та більш оптимального енергоспоживання.

Основний зміст роботи базується на результатах досліджень, що проводились і проводяться в ультразвуковій лабораторії та на кафедрі

автоматизації, комп'ютерних наук і технологій Криворізького національного університету у відповідності до науково-дослідної роботи «Визначення закономірностей поширення високоенергетичного ультразвуку у неоднорідних середовищах для оптимізації процесів збагачення залізної руди».

Структура дисертаційної роботи. Робота містить 4 розділи, перелік використаних літературних джерел та додатки.

У розділі 1 розглянуто питання щодо загального перебігу процесу ультразвукового очищення, можливості підвищення його енергоефективності. Наведено аналіз наявного програмного забезпечення для моделювання розповсюдження ультразвукових хвиль у гетерогенному просторі. Розглянуто наявні методи оцінювання перебігу процесу очищення та методи керування просторово розподіленими процесами. Сформовано мету та завдання наукового пошуку.

У розділі 2 проведено моделювання процесу ультразвукового очищення шляхом розробки власного програмного коду із використанням пакету відкритого доступу k-Wave з метою визначення закономірностей перебігу ультразвукового очищення для виробів різної конфігурації та розроблено метод оцінювання перебігу очищення за часом надходження граничного значення сигналу та коефіцієнтом нелінійності другого ступеню.

У розділі 3 розроблено структуру тривимірного нечіткого інтервального контролера, який дозволяє поєднати переваги тривимірної нечіткої логіки, а саме, керування просторово розподіленими процесами та інтервальної нечіткої логіки – обробка інформації, яка не має чіткої експертної оцінки. Визначено загальний алгоритм роботи контролера шляхом розширення традиційних операцій нечіткого контролера.

У розділі 4 розроблено алгоритм та програмну симуляцію роботи тривимірного нечіткого інтервального контролера та проведено оцінку ефективності його застосування для керування процесом ультразвукового

очищення у змодельованому середовищі та у лабораторних умовах.

Список використаної літератури із 137 найменувань охоплює сучасні вітчизняні та закордонні публікації за темою дисертаційного дослідження.

Загальні висновки по дисертаційній роботі є коректними і водночас достатньо аргументованими стосовно отриманих результатів досліджень та відображають наукові і практичні результати, отримані авторкою.

Додатки до дисертаційної роботи містять програмний код до проведеного моделювання процесу очищення, а також акти, що засвідчують впровадження результатів дисертаційної роботи.

Відповідність дисертації встановленим вимогам. Зміст, структура, обсяг роботи та її оформлення відповідають чинним нормам та вимогам, що висуваються до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії. Структура дисертаційного дослідження характеризується логічністю побудови і смисловою взаємопов'язаністю окремих розділів. Результати роботи викладено чітко і послідовно, висновки за розділами та загальні висновки дисертації містять наукові і практичні результати. Стиль викладу матеріалів відповідає загальноприйнятому і має високий науково-професійний рівень.

Наукова новизна дисертаційного дослідження.

Вперше розроблено метод оцінювання перебігу процесу ультразвукового очищення, а саме зміни стану виробів складної конфігурації шляхом аналізу зміни часу досягнення граничного значення інтенсивності та визначеного на основі спектрального розкладу коефіцієнту нелінійності другого порядку відзеркаленого від поверхні виробу зондуючого ультразвукового сигналу.

Отримав подальший розвиток підхід щодо керування просторово розподіленими процесами ультразвукового очищення в умовах неповної та нечіткої вхідної інформації за допомогою застосування тривимірного нечіткого інтервального контролера.

Вперше розроблено метод керування просторово розподіленими випромінювачами ультразвуку в процесі очищення виробів, який на основі аналізу перебігу цього процесу на визначених ділянках із застосуванням оцінки лінійних та нелінійних параметрів відбитого від поверхні виробу зондуючого ультразвукового сигналу та з використанням тривимірного нечіткого інтервального контролера визначає інтенсивності впливу кожного випромінювача.

Удосконалено метод формування параметрів впливу випромінювача ультразвуку в процесі очищення виробів із застосуванням технології ультразвукової фазованої решітки із амплітудно-фазовим керуванням її елементами.

Практичне значення отриманих результатів полягає у розробці:

- алгоритмів та програм визначення оцінки перебігу процесу очищення у заданих точках;
- алгоритмічних та програмних засобів, що забезпечують формування та функціонування тривимірного нечіткого контролера на основі інтервальної множини типу 2;
- алгоритмів та програм формування енергоефективного просторово розподіленого керування процесом ультразвукового очищення.

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій дисертаційного дослідження. Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності.

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.

На підставі вивчення тексту дисертації здобувача та його наукових

праць встановлено, що дисертаційне дослідження виконано самостійно, текст роботи не містить плагіату, а дисертація відповідає вимогам академічної доброчесності відповідно до статті 42 Закону України «Про освіту».

Апробація матеріалів дисертації. Основні положення роботи та її результати доповідались, обговорювались та були схвалені на науково-технічних конференціях та семінарах.

Публікації. Основні положення дисертаційної роботи опубліковано в 12 друкованих працях (зокрема 1 одноосібна), серед них: 4 статті – у наукових фахових виданнях України, 3 статті – в періодичних журналах, які проіндексовано у наукометричній базі SCOPUS, 2 статті – у матеріалах конференцій, що проіндексовано у наукометричній базі SCOPUS, 1 стаття – у закордонному періодичному виданні.

Зауваження до дисертації.

Не зважаючи на загальне позитивне враження від дисертації Кравченко О.М., робота має ряд недоліків і дискусійних питань:

1. У *Розділі 1* недостатньо проаналізовані відмінності різних програмних засобів для моделювання процесу розповсюдження ультразвукових хвиль у гетерогенному середовищі.

2. При розробці методу оцінювання перебігу процесу очищення не проведено дослідження переваг використання нелінійної та лінійної складових спектрального розкладу порівняно лише з лінійної складовою.

3. Не наведено достатньої аргументації для відмови від використання нелінійного коефіцієнту третього ступеня та першої амплітуди для формування оцінки перебігу ультразвукового очищення.

4. При формуванні параметрів керування ультразвуковим фазованим масивом недостатньо обґрунтовано вибір значень азимутного та зенітного кутів.

5. Не приділено належної уваги визначенню параметрів функції належності та їх залежності від кількості датчиків та випромінювачів.

6. Недостатньо обґрунтована побудова бази правил.

7. Код програм у додатках вимагає більшої кількості коментарів, щоб бути зрозумілішим.

Оцінка дисертаційної роботи загалом.

В цілому зазначені зауваження не зменшують наукового рівня роботи та її практичного значення.

Дисертаційна робота Кравченко Ольги Михайлівни з урахуванням актуальності вирішених у роботі задач, наукової новизни, отриманих результатів і можливостей їх широкого практичного використання є закінченим науковим дослідженням, що характеризується внутрішньою цілісністю та містить наукові положення і практичний результат.

За об'єктом і предметом дослідження, характером вирішених задач і отриманими результатами дисертаційна робота відповідає паспорту спеціальності 151 Автоматизація і комп'ютерно інтегровані технології.

Вважаю, що дисертаційна робота Кравченко О.М. за своїм змістом та оформленням задовольняє вимогам постанови № 44 Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», а її автор заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 151 Автоматизація і комп'ютерно інтегровані технології.

Офіційний опонент,

доктор технічних наук, професор,

ректор Східноукраїнського національного

університету ім. В. Даля



ОЛЬГА ПОРКУЯН

Підпис Головного завідувача
Загальник О.В. Дубова О.В.