

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу *Кравченко Ольги Михайлівни*
«Адаптивне просторове керування ультразвуковим очищенням виробів
складної конфігурації»,
поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії
у галузі знань *15 Автоматизація та приладобудування*
зі спеціальності *151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології*

Актуальність дисертаційного дослідження.

Ефективне використання енергетичних ресурсів є викликом сьогодення, тому перед сучасною наукою гостро стоїть питання скорочення витрат електроенергії у різних галузях виробництва та господарства. Гірничодобувна галузь характеризується підвищеною забрудненістю виробничих процесів, що призводить до швидкого зношення обладнання та ускладнення поточних ремонтів. Тому використання енергоефективних методів очищення відіграє значну роль у збільшенні термінів експлуатації обладнання. Ультразвукове очищення виробів є одним з найбільш перспективних підходів, оскільки такий підхід не потребує використання розчинників, зменшуючи цим вплив на навколишнє середовище, а також дозволяє автоматизувати процеси очищення, підвищуючи їх ефективність. Водночас, керування процесом очищення має враховувати поточний стан виробу для зменшення витрат енергії на повторну обробку вже очищених ділянок. Отже актуальним є вирішення наукової задачі розробки адаптивного керування для системи ультразвукового очищення з урахуванням його просторової розподіленості з метою зниження витрат використаної енергії. Зокрема, зазначений напрям відповідає переліку у завдань, поставлених в «Енергетичній стратегії України на період до 2030 року», розпорядження Кабінету Міністрів України від 15 березня 2006 р. № 145, і у галузевих програмах, направлених на зниження енергоємності продукції за рахунок

розробки і впровадження прогресивних енергозберігаючих технологій та устаткування, підвищення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів, оптимізації структури споживання, збільшення використання альтернативних видів палива, зокрема вторинних енергоресурсів, нетрадиційних джерел енергії.

Наукова новизна дисертаційного дослідження.

Отримав подальший розвиток підхід щодо керування просторово розподіленими процесами в умовах неповної та нечіткої вхідної інформації шляхом розширення базової тривимірної нечіткої множини до тривимірної нечіткої інтервальної множини другого типу, що надало змогу формувати керування при відсутності чіткої експертної оцінки.

Уперше розроблено метод оцінювання перебігу процесу ультразвукового очищення на основі лінійної та нелінійної складових спектрального розкладання відбитого ультразвукового сигналу для формування окремої оцінки перебігу процесу на заданій ділянці та метод керування просторово розподіленими випромінювачами ультразвуку в процесі очищення виробів, на основі вказаної оцінки з використанням тривимірного нечіткого інтервального контролера другого типу для формування інтенсивності впливу кожного випромінювача, який дозволяє узгодити дії усіх випромінювачів і таким чином зменшити енерговитрати.

Удосконалено метод формування параметрів впливу випромінювача ультразвуку в процесі очищення виробів із застосуванням технології ультразвукової фазованої решітки для коригування інтенсивності ультразвукового впливу променю залежно від інтенсивності перебігу ультразвукового очищення відповідної ділянки поверхні.

Ступінь обгрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій дисертаційного дослідження. Відсутність порушень академічної доброчесності.

Наукові положення та висновки, що містяться в дисертаційній роботі, є

теоретично обґрунтованими і підтверджуються проведеними лабораторними дослідженнями, апробацією на наукових міжнародних конференціях і наукових семінарах кафедри.

Представлена дисертаційна робота є завершеним науковим дослідженням. Зміст дисертації, структура, послідовність та повнота розв'язаних задач цілком відповідають темі роботи. Результати роботи впроваджено у навчальний процес Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, Львівського національного університету імені Івана Франка та Криворізького національного університету.

Представлена робота відповідає принципам академічної доброчесності, а саме: відтворення в тексті наукової роботи результатів дослідження інших науковців наведено з посиланнями, що не порушує Закон України «Про авторське право і суміжні права»; адекватність та точність наведеної інформації (без спотворення) з цитуванням із іноземних джерел.

Практичне значення роботи полягає у розробці: алгоритмів та програмного забезпечення для реалізації процесом керування ультразвуковим очищенням за допомогою тривимірного нечіткого інтервального контролера на основі оцінки перебігу процесу очищення у заданих точках за лінійною та нелінійними складовими ультразвукового відгуку.

Повнота викладення наукових положень, висновків та рекомендацій в опублікованих працях.

За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 12 робіт, з яких 4 статті у наукових фахових виданнях, 2 статті у періодичному виданні України, яке внесене до міжнародної науково-метричної бази даних Scopus, 1 стаття у періодичному виданні іншої країни, яке внесене до міжнародної науково-метричної бази даних Scopus та Web of Science, 2 статті у матеріалах конференції, які були проіндексовані у міжнародній наукометричній базі

Scopus та 3 тези до конференцій.

Кількість статей відповідає нормам наказу МОН України «Про опублікування результатів дисертацій на здобуття наукових ступенів доктора і кандидатів наук» (№1220 від 23.09.2019), включаючи публікації у виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз.

Загальна характеристика структури і змісту роботи.

Представлена на рецензування дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел зі 137 найменувань і додатків. Загальний текст дисертації викладено на 209 сторінках друкованого тексту, з яких 137 - основний текст, містить 72 рисунки, 12 таблиць.

У *вступі* наведена актуальність дисертаційної роботи, сформульовані її мета і задачі, визначено об'єкт і предмет дослідження, наведена наукова новизна та практична значимість отриманих результатів, обґрунтована достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, виділений особистий внесок автора.

У *розділі 1* дано проведено аналіз наявних можливостей вдосконалення керування процесом ультразвукового очищення з урахуванням його просторової розподіленості та досліджено методи формування оцінки перебігу очищення обладнання. Виконано формулювання мети та завдань наукового дослідження.

У *розділі 2* побудовано модель процесу ультразвукового очищення для різних конфігурацій обладнання з метою визначення основних закономірностей зміни ультразвукового відгуку при зменшенні забруднення виробу. На основі цих закономірностей розроблено метод формування оцінки стану перебігу ультразвукового очищення заданої ділянки із використанням спектрального розкладу за допомогою швидкого перетворення Фур'є.

У *розділі 3* удосконалено тривимірний нечіткий контролер

розширенням функції належності до інтервального вигляду з метою формування керування в умовах відсутності чіткої експертної оцінки вхідних параметрів для таких складних просторово розподілених процесів як ультразвукове очищення.

У розділі 4 розроблено алгоритм формування керування процесом ультразвукового очищення на основі тривимірного нечіткого інтервального контролера, вхідними параметрами якого є зміни лінійної та нелінійної складових ультразвукового відбиття, а виходом $\square$ інтенсивність обробки для заданої ділянки. Проведено моделювання роботи контролера за допомогою Matlab та перевірено адекватність побудованої моделі у лабораторних умовах.

Зауваження та дискусійні питання дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота Кравченко О.М. загалом справляє позитивне враження. Водночас представлена робота має кілька недоліків і дискусійних питань:

1. Не приділено уваги питанню визначення температури рідини, за якою відбувається ультразвукове очищення.
2. Не наведено порівняння тривимірного нечіткого контролера та тривимірного нечіткого інтервального контролера. Які є переваги в другого? Чому було обрано саме його?
3. Не зрозуміло, як було визначено вигляд функцій належності нечітких термів.
4. У роботі недостатньо обґрунтовано вживання терміну «адаптивне» щодо процесу керування.
5. Не вказано технічні параметри ультразвукових випромінювачів, які використовувались у лабораторних дослідженнях.
6. У тексті дисертації мають місце окремі стилістичні помилки.

Висновок.

Дисертація Кравченко О.М. є закінченою науковою роботою, в якій

представлені науково-обґрунтовані теоретичні положення і технічні рішення спрямовані на розв'язок завдання підвищення енергоефективності процесу ультразвукового очищення. Отримані моделі, методи і алгоритми керування просторово розподіленими процесами з урахуванням їх особливостей мають суттєве значення для науки та практики. Достовірність і обґрунтованість висновків та рекомендацій, наукова та практична цінність дослідження свідчать про кваліфікацію автора достатню для присудження наукового ступеня доктора філософії.

Матеріали дисертаційного дослідження викладено у чіткій логічній послідовності з дотриманням наукового стилю. Отримані результати достатньо повно опубліковані у наукових друкованих і електронних виданнях. Наведені зауваження не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» (затв. постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44), а її автор – Кравченко Ольга Михайлівна заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 151 Автоматизація і комп'ютерно інтегровані технології.

Рецензент,

кандидат технічних наук, доцент,

доцент кафедри автоматизації,

комп'ютерних наук і технологій

Криворізького національного університету

