

## ВІДГУК

офіційного опонента Міліх Володимира Івановича  
на дисертаційну роботу Мелконової Інни Вікторівни  
«**Дисковий магнітний сепаратор з покращеними умовами розвантаження**»,  
що подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук  
за спеціальністю 05.09.01 – електричні машини й апарати

### **Актуальність теми дисертаційної роботи**

Тема дисертації є актуальною, тому що вона спрямована на підвищення ефективності роботи дискових сепараторів, які поширені в різних галузях промисловості і застосовуються для очищення сипких немагнітних матеріалів від небажаних феромагнітних включень.

Однією з експлуатаційних проблем сепараторів на постійних магнітах є проблема розвантаження вилучених феромагнітних включень. Вирішення зазначеної проблеми пов'язане з розробкою нових конструктивних варіантів магнітних сепараторів, у тому числі дискових, із таким розподілом магнітного поля в робочій зоні, при якому забезпечується самоочищення робочої поверхні сепаратора без застосування додаткових пристроїв, зупинки робочого процесу та погіршення ефективності процесу вилучення. Враховуючи вищенаведене, актуальним науковим завданням є покращення умов розвантаження дискових сепараторів із магнітними системами на основі постійних магнітів при вилученні феромагнітних включень із сипких немагнітних середовищ, які транспортуються стрічковими конвеєрами.

Актуальність теми роботи підтверджується також тим, що вона пов'язана з виконанням держбюджетної наукової теми «Розробка нових приладів для дефектоскопії сталевих колісних пар» (№ держреєстрації 0117U000562), в якій автором проведено чисельно-польові розрахунки магнітного поля, індукованого ступінчастою поверхнею намагніченого об'єкту.

**Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі, та достовірність результатів досліджень**

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі Мелконової І.В., є досить високою й

базується на аналізі науково-технічних джерел за даною проблемою, коректній постановці мети і задач дослідження, використанні сучасних методів дослідження, зіставленні розрахункових та експериментальних даних і критичному аналізі отриманих результатів, якісному формулюванні отриманих висновків.

Достовірність результатів дисертаційного дослідження забезпечується експериментальною перевіркою з використанням фізичної моделі сепаратора.

**До основних нових наукових результатів дисертації слід віднести таке:**

– удосконалено структурно-системний підхід щодо функціонального класу магнітних сепараторів, що дозволило вперше визначити межі існування, кількісний склад і генетичну структуру базових та гібридних видів дискових магнітних сепараторів та здійснити спрямований пошук їх нових структурних різновидів;

– вперше визначено раціональні форму та геометричні розміри постійних магнітів магнітної системи дискового сепаратора нового конструктивного виконання за допомогою методу багатоваріантних чисельно-польових розрахунків, що дозволило врахувати просторовий розподіл силової функції магнітного поля;

– набув подальшого розвитку математичний опис робочого процесу магнітних сепараторів, на основі якого для дискового магнітного сепаратора отримано аналітичний вираз, що враховує основні геометричні розміри робочого простору сепаратора, матеріал постійних магнітів, параметри сипкого матеріалу та феромагнітних тіл, швидкість руху стрічки конвеєру, що наближує результати розрахунків до реальних процесів.

**Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання:**

– за результатами генетичного синтезу розроблено каталоги структур для базових видів магнітних сепараторів, а також каталоги гібридних структур, які використані для вибору нових технічних рішень дискових магнітних сепараторів із покращеними умовами розвантаження;

– експериментально обґрунтовано спрямований вибір конкурентоспроможних технічних рішень щодо вдосконалення конструкції дискового магнітного сепаратора, що підтверджено отриманням патентів (патенти

України №116288, №136362);

– запропоновано використання у дисковому магнітному сепараторі нового конструктивного виконання комбінованої магнітної системи із часткою феритової складової у загальній масі полюсів до 20 %, що дозволить зменшити на 25 % вартість і на 10 % – масу магнітної системи сепаратора.

– результати дисертаційної роботи впроваджено на підприємстві ТОВ «Краєвид» (ЗАТ «Згурівський цукровий завод»), а також вони використовуються на кафедрі електричної інженерії Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля під час викладання низки дисциплін.

### **Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях та їх апробація**

Основні положення та результати дисертаційної роботи достатньо повно опубліковані в 23 наукових працях, у тому числі 6 публікацій, занесених до міжнародних наукометричних баз даних Scopus та Web of Science™ Core Collection. У цілому рівень і кількість публікацій та апробації матеріалів дисертації на конференціях повністю відповідають вимогам МОН України. Наукові публікації авторки в цілому достатньо адекватно відображають всі положення дисертації, які виносяться на захист. Ці положення та результати дисертаційної роботи пройшли апробацію на міжнародних наукових симпозіумах та конференціях.

**Автореферат** також в повній мірі відображає основний зміст та основні положення дисертації та достатньо повно розкриває внесок здобувачки в наукові результати та практичну цінність роботи.

### **Оцінка змісту дисертаційної роботи**

Дисертаційна робота Мелконової Інни Вікторівни складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, 5 додатків.

У вступі обґрунтовано актуальність роботи, її зв'язок з науковими програмами та темами, сформульовано мету та завдання дослідження, викладено наукову новизну, описано методи дослідження, дані про практичне значення одержаних результатів, публікації, наведені відомості про особистий внесок здобувача.

У першому розділі дисертаційної роботи проведено аналіз конструктивних та функціональних особливостей сепараторів на постійних магнітах; виконано огляд конструкцій магнітних сепараторів для очищення сипких матеріалів, які транспортуються стрічковими конвеєрами; обґрунтовано вибір методів розрахунку силових магнітних полів сепараторів на постійних магнітах. Виявлено, що для розрахунку магнітних полів магнітних систем сепараторів застосовують аналітичні та чисельні методи. Серед чисельних методів переважно використання отримав метод скінченних елементів, який забезпечує більшу точність у розрахунках магнітних полів і достатню гнучкість в завданні геометрії та джерел поля порівняно з іншими чисельними методами.

У другому розділі визначено закономірності структуроутворення дискових магнітних сепараторів та обґрунтовано вибір структури-прототипу. Розроблено генетичну модель структуроутворення базових видів дискових магнітних сепараторів. Показано, що структура геному базових видів подана хромосомними наборами двох поколінь. Визначено закономірності структуроутворення дискових магнітних сепараторів та обрано структуру-прототип гібридного типу, яку покладено в основу розробки конкурентоспроможних технічних рішень дискового магнітного сепаратора.

Третій розділ присвячено дослідженню закономірностей просторового розподілу силового магнітного поля в робочій зоні дискового магнітного сепаратора нової конструкції, яка була розроблена на основі обраної в попередньому розділі структури-прототипу. Проведено аналіз впливу формоутворюючих факторів (форми поперечного перерізу постійних магнітів та виконання компоновки магнітів) на розподіл силового магнітного поля дискового сепаратора. З використанням чисельного моделювання (програмного комплексу Comsol) було проведено дослідження впливу геометричних розмірів постійних магнітів на просторовий розподіл індукції магнітного поля в робочій зоні дискового магнітного сепаратора. Здійснено розрахунок розподілу силової функції в характерних точках магнітної системи для різних значень величини повітряного проміжку. За результатами порівняльного аналізу розподілу силового магнітного поля в робочій зоні дискового сепаратора нової конструкції кількісно оцінені переваги магнітної системи з висококоерцитивними магнітами перед магнітною

системою на основі феритових блоків. Для здешевлення магнітної системи дискового сепаратора запропоновано використання комбінованої магнітної системи, складеної з магнітних матеріалів різних класів.

У четвертому розділі наведено результати розрахунково-експериментальних досліджень робочого процесу дискових магнітних сепараторів та визначено напрямки їх подальших удосконалень. Виконано постановку та вирішення динамічної задачі про рух вилученого тіла в робочому просторі дискового магнітного сепаратора з розташуванням магнітів сепаратора за спіраллю.

Висновки до розділів та за результатами усієї роботи сформульовані чітко і виразно, і вони відповідають змісту дисертаційної роботи.

Список використаних джерел досить повний, складається з 136 найменувань і охоплює сучасні вітчизняні та зарубіжні публікації.

### **Оцінка мови, стилю та оформлення дисертації**

Дисертаційна робота оформлена якісно, її текст викладений логічно і послідовно. Ілюстрації та інформативні матеріали виконані згідно чинним стандартам.

### **Зауваження по дисертаційній роботі**

1. У підрозділі 1.3 з зайвою докладністю розглядаються різні методи розрахунку магнітних полів, деякі з яких (методи розділення змінних, дзеркальних відображень, конформних перетворень) апріорі не могли застосовуватися до дослідження дискового магнітного сепаратора з постійними магнітами, який є основним об'єктом, що розглядається у дисертації. Окрім того, наводяться загальновідомі рівняння магнітного поля (1.1), (1.2), які потім ще й повторюються в підрозділі 3.3.

2. На стор. 69 написано, що можна бачити, що за рахунок перерозподілу магнітного поля у напрямку периферії диску (рис. 2.7, б) утворюється радіальна складова магнітної сили. Але з рисунку це не є наочним, і пояснень цього немає.

3. Незрозуміло, чому в рівнянні (2.22) немає сили інерції  $ta$  ( $m$  – маса,  $a$  – прискорення)?

4. В розділі 2 багато термінів, які стосуються генетичного моделювання структурних варіантів дискових магнітних сепараторів. Ці терміни не є поширеними в класичній електромеханіці, тому їх треба було пояснити.

5. У деяких місцях тексту дисертаційної роботи при порівнянні магнітних полів різних варіантів магнітної системи сепараторів оперують з різницею на рівні одиниць відсотків (2–5–8 %). У той же час розбіжності розрахункових та експериментальних значень магнітної індукції знаходяться на тому ж рівні і навіть значно вище. Тому треба пояснити, наскільки істотною є оцінка переваг чи недоліків різних варіантів конструкції сепараторів на зазначеному рівні.

6. На рис. 3.19 у розподілі магнітної індукції є різкі зміни – «піки» й «викиди», наявність яких треба розуміти, тому що наочних фізичних причин цьому немає, а у той же час відомо, що це трапляється через досить «грубу» як на рис. 3.17 структуру скінчених елементів. До речі, на рис. 3.19 незрозумілим є масштаб по осі абсцис, а також, здається, що на аналогічному рис. 10 в авторефераті лінійний масштаб по цієї осі в [см] вказано помилково.

7. На рис. 3.20 і у інших випадках магнітна індукція подається у характерних точках. Але для підтвердження фізичної адекватності розрахунків треба було дати приклади безперервного координатного її розподілу, і не тільки модуля, а і координатних складових. А замість точкових значень, з огляду на попереднє зауваження, краще давати середні значення у межах магнітів і проміжків. Доцільно було б також для цього надати картини силових ліній магнітного поля, які є, як відомо, лініями рівного векторного магнітного потенціалу.

8. Для підтвердження позитивних здобутків у дисертації бажано було б порівняти розрахункові розподіли магнітної індукції і силової векторної функції  $G$  для сепараторів з кільцевими та секціонованими магнітами, розташованими за спіраллю.

9. Є деякі не зовсім коректні місця тексту, приміром у рівняннях (3.2), (3.4) не виділено векторні величини, рисунок 2.5, б є, але не аналізується, іноді є плутанина термінів, приміром, густина і питома маса тощо.

Втім, зазначені зауваження не стосуються основних положень і результатів дисертаційної роботи і не піддають сумніву її наукову та практичну цінності. Тому вказані недоліки не впливають на загальну позитивну оцінку виконаної роботи.

## **ВИСНОВОК**

Дисертаційна робота Мелконової Інни Вікторівни “Дисковий магнітний сепаратор з покращеними умовами розвантаження” за своїм змістом відповідає

паспорту спеціальності 05.09.01 – електричні машини й апарати. Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, яка розв’язує актуальне наукове завдання, сутність якого полягає в покращенні умов розвантаження дискових магнітних сепараторів при вилученні феромагнітних включень з немагнітних сипких середовищ шляхом розроблення удосконалених структур магнітних систем з заданим розподілом магнітного поля в робочій зоні.

За актуальністю теми, достовірністю і обґрунтованістю висновків, новизною виконаних досліджень, значенням отриманих результатів для науки і практики у галузі електротехніки дисертаційна робота відповідає вимогам п.п. 9, 11, 12 “Порядку присудження наукових ступенів”, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року №567, а здобувачка Мелконова Інна Вікторівна заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.09.01 – електричні машини й апарати.

Офіційний опонент  
завідувач кафедри електричних машин  
Національного технічного університету  
«Харківський політехнічний інститут»  
Міністерства освіти і науки України,  
доктор технічних наук, професор

