

ВІДГУК

офіційного опонента Волканіна Євгена Євгеновича
на дисертаційну роботу Мелконової Інни Вікторівни

«ДИСКОВИЙ МАГНІТНИЙ СЕПАРАТОР З ПОКРАЩЕНИМИ УМОВАМИ РОЗВАНТАЖЕННЯ»,

представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю **05.09.01 – електричні машини й апарати**

Актуальність теми.

У будівельній, харчовій, фармацевтичній та інших галузях промисловості широко використовуються дрібнодисперсні сипучі матеріали (гіпс, каолін, борошно, лікарські суміші тощо), які зазвичай розташовують на поверхні транспортуючого органу (транспортерній стрічці або віброплатформі) тонким шаром. Для вилучення небажаних феромагнітних домішок з сипучих матеріалів використовують сепаратори на постійних магнітах, які мають суттєві переваги над своїми електромагнітними аналогами. Магнітні системи сепараторів з постійними магнітами доцільно використовувати там, де потрібно підвищувати якість очищення при мінімальних габаритах сепаратора.

Однією з актуальних 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, без зупинки робочого процесу та без 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.

Отримані автором наукові результати у відповідності до поставлених задач досліджень є логічними, не суперечать фундаментальним фізичним і математичним закономірностям та підтверджуються достатньою апробацією основних положень і висновків на науково-технічних конференціях. Достовірність результатів, отриманих аналітичними методами, підтверджується результатами математичного і фізичного моделювання, а також впровадженням розробок в промисловість та навчальний процес.

Достовірність результатів досліджень.

Достовірність результатів дисертаційного дослідження забезпечується експериментальною перевіркою з використанням фізичної моделі сепаратора. Наукові результати здобувача успішно використані під час викладання дисциплін: «Енергозбереження в електромеханічних установках», «Моделювання електроенергетичних систем», «Сучасні технології та обладнання в електроенергетиці».

До основних нових наукових результатів дисертації слід віднести наступне:

– 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 характеристики (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 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 дозволило отримати патенти (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.

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.

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.

Оцінка змісту дисертаційної роботи :

Дисертаційна робота Мелконової Інни Вікторівни складається з анотації, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та п'яти 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 в порівнянні з іншими чисельними методами.

На основі порівняльного аналізу підвісних систем для магнітної сепарації (стрічкових і дискових) встановлено, що за певних умов дискові магнітні сепаратори, в яких виніс магнітних матеріалів до зони розвантаження здійснюється обертовими розвантажувальними дисками, мають переваги перед стрічковими сепараторами.

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 представлена 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. Розроблено каталоги структур для базових видів ТП 0.0у, ТП 2.2у, ТП 0.0х, ТП2.0х, ТП 2.2х, ТП2 2.2х, а також каталоги гібридних структур, які можуть бути використані для вибору нових технічних рішень при пошуковому проектуванні дискових магнітних сепараторів.

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 магнітів за формою) 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 висококоерцитивної магнітної системи 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 запропоновано напрямки удосконалення дискового магнітного сепаратора, зокрема використання комбінованої магнітної системи з феритовими магнітами на периферії диску, що дозволить при не змінній швидкості обертання немагнітного розвантажувального диску зменшити дальність вильоту феромагнітних включень та забезпечити їх попадання до зони розвантаження.

Здійснено постановку динамічної задачі про рух феромагнітного тіла в робочому просторі дискового магнітного сепаратора та отримано розрахункове співвідношення, що пов'язує між собою основні геометричні розміри робочої зони, матеріал постійних магнітів, параметри сипучого матеріалу та феромагнітних тіл, швидкість руху стрічки конвеєру, врахування яких дозволяє забезпечити надійне вилучення феромагнітних включень з немагнітного матеріалу.

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

Список використаних джерел є повним та складається з 136 найменувань і охоплює сучасні вітчизняні та закордонні публікації.

Зміст автореферату відображає основний зміст дисертації та достатньо повно розкриває внесок здобувача в наукові результати та практичну цінність роботи.

По дисертаційній роботі можна зробити наступні зауваження:

1. В роботі не наведена схема загальної компоновки сепараційної системи (конвеєрна стрічка, магнітна система, напрямки руху складових частин, зона розвантаження), що було б корисно для більш чіткого уявлення процесу вилучення феромагнітних частинок.

2. У п. 3.1 наводиться опис конструкції дискового магнітного сепаратора та принцип його роботи. Але недостатньо описаний процес розвантаження периферії немагнітного диска сепаратора від захоплених частинок.

3. Не описаний випадок, коли радіальний напрямок руху захопленої частинки збігається з напрямом руху конвеєрної стрічки. Тоді при розвантаженні феромагнітна частинка знову потрапить у вихідний матеріал?

4. Недостатню увагу приділено аналізу сил, які перешкоджають процесу вилучення феромагнітних частинок.

5. У п. 3.4.2 зроблено моделювання магнітного поля з допомогою метода скінчених елементів та отримані графіки магнітної індукції у характерних точках магнітної системи. При цьому не зрозуміло, чому відстань до магнітів, при аналізі інтенсивності магнітного поля, обрана саме 15мм, в той час як в п. 3.4.1 зазначено «...на відносно великих відстанях від поверхні полюсів постійного магніту ($z \geq 20$ мм), де і проходить робочий процес сепарації».

6. В роботі зустрічаються орфографічні і стилістичні помилки та неточності.

Оформлення дисертації і автореферату в цілому, з урахуванням зазначених вище зауважень, відповідає діючим нормативним документам.

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 важливу наукову задачу, суть якої 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. 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 здобувач Мелконова Інна Вікторівна заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.09.01 – електричні машини й апарати.

Офіційний опонент
викладач навчального відділу
Кременчуцького льотного коледжу
Харківського національного університету
внутрішніх справ МВС України,
кандидат технічних наук
20.04.2021



Євген ВОЛКАНІН

*Підпис Є.Є. Волканіна завідувачу
Завідувач відділення документальної
забезпечення О.Є. Федосєєва*

