

Голові разової спеціалізованої вченої ради
Національного університету
кораблебудування
імені адмірала Макарова,
доктору технічних наук, доценту
Андрію ОБРУБОВУ

ВІДГУК

кандидата технічних наук

Ноженко Вікторії Юріївни

на дисертаційну роботу Іванова Антона Віталійовича

«Енергоефективні електромагнітні приводи вібраційних транспортуючих пристроїв»,

представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка,
галузь знань 14 – Електрична інженерія

Актуальність теми дисертаційної роботи.

Вібраційні машини і технології отримали широке розповсюдження у багатьох галузях промисловості та сільському господарстві під час виконання різноманітних технологічних операцій. Наприклад, для транспортування насипного вантажу, подачі матеріалів на обробку застосовують вібраційні транспортуючі машини переважно з електромагнітним приводом. Такий тип привода отримав розвиток завдяки надійності, довговічності та простоті регулювання параметрів коливань.

Для забезпечення високої енергоефективності електромагнітного приводу застосовують системи автоматичного керування, які дозволяють автоматично підтримувати роботу приводів у резонансному та в білярезонансному режимах. Проте, на сьогодні недостатньо досліджено вплив форми напруги живлення обмоток на енергетичні характеристики електромагнітних приводів вібраційних машин.

Тому підвищення енергетичної ефективності електромагнітних приводів вібраційних транспортуючих пристроїв завдяки забезпеченню раціональної форми напруги живлення обмоток вібраторів є актуальною та важливою науковою задачею.

Актуальність дисертації підтверджується ще і тим, що дослідження проводилися у рамках Закону України «Про пріоритетні напрямки розвитку науки і техніки», зокрема, п. 4 статті 3 «Енергетика та енергоефективність» та у відповідності з тематикою науково-дослідної роботи «Удосконалення керованих електромагнітних приводів вібраційного обладнання» (№ ДР 0124U002443), у якій здобувач приймав безпосередню участь.

Структура та зміст основних положень дисертаційної роботи.

Представлена дисертаційна робота за структурою та змістом відповідає тексту дисертації. Матеріал викладено чітко та лаконічно, формулювання відповідають загальноприйнятій термінології в галузі електричної інженерії.

Отримані положення, наукові та практичні результати, узагальнення і висновки повністю відповідають темі роботи та її меті, розкривають суть вирішеної наукової задачі та завдань дослідження.

Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел, двох додатків та має загальний об'єм 141 сторінку. Список використаної літератури налічує 52 найменування.

У **вступі** автором обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, наведено її зв'язок з науковими програмами й темами, сформульовано мету, об'єкт і предмет дослідження, наведено логічний перелік основних задач кваліфікаційної роботи, описано методи дослідження та обґрунтування достовірності отриманих результатів. Автором сформульовано наукову новизну та практичне значення результатів роботи, відображено повноту викладення результатів у публікаціях та ступінь апробації.

Перший розділ дисертаційної роботи присвячено аналізу сучасних вібраційних транспортуючих пристроїв з електромагнітним приводом. Автором проведено аналіз систем автоматичного керування, енергетичної ефективності електромагнітного вібраційного привода та шляхів її підвищення.

Другий розділ присвячено аналізу енергетичних характеристик електромагнітного вібраційного привода при імпульсному живленні обмоток вібратора. Автором проаналізовано фактори, які впливають на енергоефективність привода. Проведено моделювання процесів у вібраційному приводі при імпульсному живленні електромагнітів та при наявності нульового проміжку між позитивним та від'ємним імпульсами напруги живлення. Отримано залежності оптимальних за критерієм максимуму ККД значень частоти та нульового проміжку від потужності привода.

Третій розділ дисертаційної роботи присвячено автоматичному керуванню електромагнітним вібраційним приводом з імпульсним живленням обмоток вібратора. Автором розроблено функціональну схему системи автоматичного керування та імітаційної динамічної моделі. Проведено моделювання динаміки системи автоматичного керування електромагнітним вібраційним приводом та досліджено перехідні процеси.

Четвертий розділ присвячено експериментальним дослідженням електромагнітного привода вібраційного конвеєра. Виконано технічну реалізацію керованого вібраційного привода з імпульсним живленням електромагнітів та наведено експериментальну установку з вібраційним конвеєром. Проведено дослідження роботи вібраційного конвеєра при змінному навантаженні. Визначено енергетичні характеристики електромагнітного привода вібраційного конвеєра на підставі результатів проведених експериментів.

У загальних **висновках** сформульовані основні результати дисертації.

Таким чином, дисертаційна робота Іванова А.В. за структурою та змістом відповідає вимогам Міністерства освіти і науки України та предметній області спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Наукова новизна результатів роботи полягає у:

- обґрунтуванні, що максимум ККД електромагнітного вібраційного привода забезпечується при живленні обмотки вібратора напругою у формі двополярних прямокутних імпульсів, амплітуда яких визначається напругою живлення інвертора, а ширина – потрібною амплітудою струму, причому між позитивним та від’ємним імпульсами напруги повинен бути нульовий проміжок певної ширини, який запобігає глибокому насиченню сталі електромагніта у разі максимальних значень струму;

- отриманні енергетичних характеристик електромагнітного вібраційного привода при імпульсному живленні, за допомогою яких визначено оптимальні за критерієм максимуму ККД значення частоти для різних величин навантаження, що дає можливість при керуванні вібраційними машинами забезпечити їх високу енергетичну ефективність;

- вдосконаленні структури системи автоматичного керування електромагнітними приводами вібраційних машин в частині урахування імпульсного характеру живлення обмоток вібраторів, що дозволяє керувати їх амплітудою та частотою, забезпечуючи високу енергетичну ефективність.

Практичне значення отриманих здобувачем результатів полягає у тому, що:

- розроблено імітаційну модель керованого електромагнітного привода вібраційної машини з імпульсним живленням обмоток вібраторів, яка може використовуватись при проєктуванні та наукових дослідженнях;
- розроблено принципову електричну схему силового перетворювача, яка забезпечує імпульсне живлення обмоток електромагнітів вібраційного привода;
- удосконалено керуючу програму, що забезпечує автоматичне керування амплітудою та частотою електромагнітного привода вібраційної машини з імпульсним живленням;
- розроблено та виготовлено експериментальний зразок силового перетворювача у складі електромагнітного привода вібраційного конвеєра.

Методи досліджень, використані в дисертаційній роботі.

Під час розв'язання поставлених задач у дисертаційній роботі використовувалися класичні методи для числових та експериментальних досліджень, а також математичне моделювання перехідних процесів у вібраційному транспортуючому пристрої з використанням програмних продуктів. Методи абстрагування і елементарно-теоретичного аналізу та синтез застосовувалися при визначенні форм напруги та струму електромагнітного вібратора, коло-польовий метод – при моделюванні електромагнітних та електромеханічних процесів, метод кінцевих елементів – для розрахунку магнітного поля, також використовувалися методи теоретичної механіки, теорії коливань, методи апроксимації та теорії диференціального обчислення.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій.

Отримані автором наукові результати у відповідності до поставлених задач є логічними, не суперечать фундаментальним фізичним і математичним закономірностям та підтверджується апробацією на науковому семінарі та науково-технічній конференції. Достовірність отриманих у дисертації наукових положень, висновків і рекомендацій підтверджується достатнім збігом результатів аналітичних розрахунків з результатами математичного моделювання та експериментальних досліджень.

Повнота викладення основних результатів дослідження в опублікованих наукових працях.

Результати дисертаційної роботи висвітлено у 3 друкованих наукових працях, 2 з яких є основними публікаціями (у тому числі 1 – у виданні, яке

включене до наукометричної бази Scopus (квартиль Q3), 1 – у науковому фаховому виданні України), 1 – матеріали науково-технічної конференції. В опублікованих наукових працях повністю розкрито основний зміст та отримані наукові результати й висновки, що складають основу дисертації.

Дискусійні положення та зауваження щодо дисертації.

1. У першому розділі доцільно було б більшу увагу приділити аналізу публікацій вітчизняних та зарубіжних науковців, які займаються дослідженнями впливу форми напруги живлення обмоток на енергетичні характеристики електромагнітних приводів вібраційних машин.

2. З тексту дисертаційної роботи незрозуміло як визначалися значення складових втрат та ККД (табл. 2.2).

3. У п. 4.2 дисертаційної роботи зазначено, що розроблена експериментальна установка з вібраційним конвеєром дає можливість досліджувати процеси в керованому електромагнітному приводі. З роботи неясно як перевірялась адекватність роботи установки та чи відповідають режими роботи розробленої установки режимам реальних вібраційних конвеєрів, які використовуються у промисловості.

4. У дисертації не зазначено як впливатимуть на величину провалів струму на спадаючих фронтах інші початкові значення амплітуди та частоти вібрацій, відмінні від прийнятих у досліді (ст. 83), а також інша завантаженість конвеєра.

5. У тексті дисертації зустрічаються орфографічні помилки та неточності, наприклад, на сторінці 33 наведено рисунки 1.8 та 1.9, а на сторінках 35 та 36 наведено інші рисунки теж з номерами 1.8 та 1.9.

Зазначені зауваження не стосуються основних положень та результатів дисертаційної роботи, не знижують її наукової та практичної цінності і не впливають на загальний позитивний висновок по роботі.

Загальна оцінка дисертаційної роботи та висновки.

Виходячи з вищевикладеного вважаю, що представлена до захисту дисертація Іванова Антона Віталійовича «Енергоефективні електромагнітні приводи вібраційних транспортуючих пристроїв» є завершеною кваліфікаційною науковою працею, яка вирішує актуальну наукову задачу пов'язану з підвищенням енергетичної ефективності електромагнітних приводів вібраційних транспортуючих пристроїв завдяки забезпеченню раціональної форми напруги живлення обмоток вібраторів.

Враховуючи актуальність теми дисертаційної роботи, а також достовірні наукові результати, що мають наукову новизну і практичну значимість та, враховуючи повноту висвітлення основних положень дисертаційної роботи в опублікованих працях, вважаю, що представлена 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, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44 (із змінами, внесеними згідно з Постановами Кабінету Міністрів України № 341 від 21 березня 2022 року; № 502 від 19.05.2023; № 507 від 03.05.2024), вимогам до оформлення дисертації, затвердженим Наказом Міністерства освіти і науки України від 12 січня 2017 року № 40 (із змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства освіти і науки № 759 від 31.05.2019), а її автор Іванов Антон Віталійович заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, галузь знань 14 – Електрична інженерія.

Офіційний опонент,
кандидат технічних наук,
доцент кафедри електротехніки
Кременчуцького національного
університету імені
Михайла Остроградського

Вікторія НОЖЕНКО