

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Шихненко Максима Олеговича

«Стартер-генератор підвищеної енергоефективності

на основі вентильно-індукторної машини»,

поданої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

за спеціальністю 05.09.01 – електричні машини й апарати

Актуальність обраної теми. Можливість роботи більшості електричних машин сучасних транспортних засобів у режимах двигуна та генератора обумовлює широке застосування стартер-генераторів для здійснення розгону силових агрегатів у режимі двигуна з подальшим переходом в генераторний режим і роботою на мережу транспортного об'єкта після подачі робочого тіла. Такий підхід дає значну економію у масі пускових пристроїв, так як передбачає використання однієї електричної машини.

Стрімкий розвиток силової електроніки, що спостерігається в останнє десятиріччя, обумовлює можливість реалізації стартер-генератора на базі вентильно-індукторної машини, що дозволяє підвищити їх надійність та ефективність. У той же час недостатньо дослідженими залишаються перехідні процеси у таких машинах, ряд питань їх роботи у генераторному режимі, принципи розробки ефективних алгоритмів керування тощо, що стримує їх широке впровадження. Це обумовлює актуальність створення узагальнених моделей для дослідження й аналізу режимів роботи стартер-генераторів на основі вентильно-індукторних машин.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота безпосередньо пов'язана з тематикою науково-дослідних робіт в Інституті електродинаміки НАН України, у яких автор був співвиконавцем.

Наукова цінність роботи полягає у науковому обґрунтуванні принципів формування електромеханічних процесів вентильно-індукторних машин в режимах стартера і генератора для підвищення їх енергоефективності.

Наукова новизна одержаних результатів не викликає сумнівів і полягає у подальшому розвитку теорії вентиляно-індукторних машин шляхом наукового обґрунтування принципів формування перехідних і квазіусталених процесів при зміні параметрів і алгоритмів керування в режимах двигуна і генератора, що забезпечило вдосконалення їх систем керування та підвищення енергоефективності. Вдосконалено математичну модель вентиляно-індукторного стартер-генератора, що базується на диференційних і алгебраїчних рівняннях контурів статора, електромагнітного моменту, руху, залежностях індуктивності від кута повороту ротора та струму фази. Завдяки цьому науково обґрунтовано вплив параметрів вентиляно-індукторного стартер-генератора, акумуляторної батареї і обмеження фазного струму на енергетичні показники стартерного режиму та на квазіусталені та перехідні процеси генераторного режиму та отримано кількісні значення зміни шуканих параметрів і показників ефективності.

Практичне значення одержаних результатів. Основними практичними результатами дисертаційної роботи є розробка імітаційних моделей стартер-генераторів на основі вентиляно-індукторних машин, які враховують нелінійність магнітної системи, дискретність роботи вентиляного перетворювача, механічні втрати, втрати у сталі і обмотках, особливість навантаження первинного двигуна та параметри акумуляторної батареї; рекомендацій щодо принципів керування вентиляно-індукторним стартер-генератором у стартерному та генераторному режимах, що дозволило забезпечити необхідні технічні показники в умовах існуючих технологічних обмежень. Також важливим практичним результатом є розробка та випробування експериментального зразка вентиляно-індукторного стартер-генератора.

Результати дисертаційної роботи впроваджено у навчальний процес профільних кафедр Київського національного університету будівництва і архітектури та Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Впровадження підтверджені відповідними актами.

Ступінь обґрунтованості основних положень, висновків та результатів роботи. Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечується коректним використанням теорії електричних машин, теоретичних основ електротехніки, методів математичного моделювання, збігом результатів відповідних теоретичних й експериментальних досліджень та впровадженням результатів роботи.

Оцінка змісту дисертації, її завершеності. Дисертаційна робота є завершеною науковою працею. Основний зміст дисертації викладено на 166 сторінках друкованого тексту, що містять вступ, п'ять розділів та висновки.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовані мета і завдання наукового дослідження, показано зв'язок роботи з науковими темами, викладено наукову новизну і практичне значення результатів досліджень, визначено особистий внесок здобувача, наведені дані про апробацію результатів роботи та публікації.

У першому розділі наведено характеристику систем запуску та електроживлення, на основі якої виконано аналіз електричних стартерів, генераторів і стартер-генераторів на транспортних об'єктах. Визначено напрям подальшого розвитку систем електроживлення транспортних засобів, обґрунтовано доцільність використання вентильно-індукторних машин в якості стартер-генераторів. Виконано аналіз наукової літератури, присвяченої вивченню вентильно-індукторних машин, окреслено напрямки подальших досліджень. Зроблені загальні висновки по розділу, сформульована концепція побудови математичної моделі вентильно-індукторної машини на основі рівнянь теорії електричних кіл та залежності фазної індуктивності у функції фазного струму і кута повороту ротора.

У другому розділі автором розроблена математична модель стартер-генераторі на основі вентильно-індукторної машини, яка представлена рівняннями індукторної машини, вентильного перетворювача, акумуляторної батареї, системи керування. Розроблено алгоритми розрахунку процесів вентильно-індукторної машини в режимах стартера і генератора, на основі яких побудовано імітаційні моделі.

Третій розділ присвячено дослідженням стартерного режиму вентильно-індукторної машини, яка живиться від акумуляторної батареї. Визначено характер електромеханічних процесів при пуску стартера за зміни параметрів вентильно-індукторної машини, акумуляторної батареї та алгоритмів керування. Визначено, що вибір параметрів стартер-генератора при прямих пусках або при застосуванні пусків з обмеженням фазного струму дозволяє підвищити енергоефективність стартерного режиму вентильно-індукторної машини. Автором наведені рекомендації щодо формування електромеханічних процесів, які дозволяють забезпечити необхідну тривалість пускових процесів, зменшити витрати енергії акумуляторної батареї, знизити фазні струми та струм акумуляторної батареї.

Четвертий розділ висвітлює роботу вентильно-індукторної машини у генераторному режимі. Розроблено принципи стабілізації вихідної напруги вентильно-індукторної машини шляхом регулювання кутами комутації й рівнем обмеження фазного струму та обґрунтовано відповідні їм структурні схеми систем керування. Визначено характер перехідних процесів вентильно-індукторної машини у режимі генератора при збудженні та зміні навантаження. Встановлено вплив параметрів і обмеження фазного струму на тривалість та енергетичні показники процесів збудження вентильно-індукторної машини. Дослідження показників якості вихідної напруги вентильно-індукторної машини у режимі генератора дозволили визначити мінімальну величину ємності конденсатора у колі постійного струму, за якої забезпечується відповідність показників якості вимогам стандартів.

П'ятий розділ представляє результати експериментальних досліджень вентильно-індукторної машини. Обґрунтовано структуру експериментального зразка стартер-генератора на основі вентильно-індукторної машини. Наведено блок-схеми та алгоритми роботи вентильно-індукторної машини у стартерному та генераторному режимах.

За результатами досліджень підтверджено достовірність підходів щодо формування основних режимів вентильно-індукторної машини та доведено адекватність результатів математичного моделювання.

У висновках по роботі узагальнено основні отримані наукові та практичні результати. Висновки пов'язані із матеріалом роботи та висновками за окремими розділами.

Текст дисертації викладено ґрунтовно та послідовно. Стиль викладення доказовий. Оформлення тексту дисертації та автореферату відповідає діючим стандартам та чинним вимогам. Зміст автореферату повною мірою відповідає змісту дисертації.

Апробація результатів дисертації підтверджується представленням та обговоренням її основних положень на міжнародних науково-технічних конференціях. Рівень апробації є достатнім.

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.

Основний зміст дисертаційної роботи достатньо повно відображений у 11 публікаціях, з яких сім – у фахових виданнях України, три – у збірниках наукових праць конференцій, один патент України на корисну модель. Дві публікації опубліковані у виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз даних (WoS та Scopus).

Важливість одержаних у дисертаційній роботі результатів для науки й народного господарства полягає у розробці ефективних математичних та імітаційних моделей та формуванні підходів щодо керування для забезпечення необхідних статичних і динамічних показників вентильно-індукторних стартер-генераторів.

Недоліки та зауваження по роботі.

При ознайомленні з текстом дисертації виникло ряд запитань та зауважень, які потребують відповідних пояснень від її автора.

1. У роботі відсутній матеріал, який розкриває результати та особливості розрахунків індуктивності фазної обмотки польовими методами (стор. 43, четвертий абзац, стор. 50, перший абзац) крім загального підходу щодо таких розрахунків, наведеного у додатку В.

2. Наскільки прийняті автором допущення при побудові математичної моделі відповідають основним параметрам режимів живлення та умовам експлуатації реального стартер-генератора (стор. 48, перший абзац)?

3. Наскільки коректно виражати момент інерції навантаження через кінетичну енергію, як це запропоновано автором відповідно до рівнянь (2.31) – (2.32) на стор. 58, не враховуючи вид та геометричні і механічні параметри турбіни, якщо у передостанньому абзаці на стор. 59 автор сам стверджує зворотнє?

4. Виходячи з тексту дисертації, не зрозуміло, у чому полягає розроблений автором підхід, який зв'язує втрати в у сталі й електричну енергію та дозволяє встановити їх вплив на протікання процесів електромеханічного перетворення енергії вентильно-індукторних машин (стор. 68, перший абзац).

5. Не зрозуміло шляхи та сенс спрощення математичної моделі у розрізі поставлених у роботі задач (стор. 68, третій абзац).

6. Наскільки інформативними порівняно з похибкою обчислень є результати, наведені в останньому стовпці табл. 3.1 на стор. 99, що відображають відносну зміну одного з досліджуваних параметрів за умови варіювання моменту інерції та ємності?

7. У роботі не обґрунтовано та/або не пояснено:

- як моделювалась просадка акумуляторної батареї при прямому пуску без обмеження фазних струмів (п. 3.1 роботи, коментарі до рис. 3.3, а);

- застосування додаткового регулятора, який компенсує відхилення рівня напруги (стор. 126, перший абзац);

- чим пояснюються значні пульсації у кривій струму відповідно до рис. 5.6 на стор. 158.

8. Робота містить ряд неточностей, зокрема, не вказані роль та внесок автора у виконаних науково-дослідних роботах (стор. 20, четвертий абзац), задекларовані результати, отримання та доведення яких не знайшло відображення у матеріалах роботи (стор. 46, четвертий абзац – щодо обумовлення у розділі завдань роботи, стор. 62, другий абзац – стосовно впливу ряду параметрів на потужність, затрачену стартером при пуску, стор. 86, останній абзац – висновок відносно можливого узагальнення отриманих результатів та інші), а в окремих місцях – невірну та/або невживану технічну термінологію, що певним чином ускладнює ознайомлення з її матеріалами.

Загальний висновок.

Наведені зауваження і запитання щодо тексту дисертації не знижують рівня роботи та не впливають на основні одержані наукові результати. Дисертаційна робота Шихненка Максима Олеговича «Стартер-генератор підвищеної енергоефективності на основі вентиляно-індукторної машини» є завершеною науково-дослідною роботою, яка вирішує важливе актуальне наукове завдання розроблення математичної моделі для аналізу режимів, визначення принципів формування характеру протікання перехідних і квазіусталених процесів вентиляно-індукторних стартер-генераторів з урахуванням параметрів електромеханічних перетворювачів, спрямованих на підвищення їх енергоефективності.

За актуальністю обраної теми, обсягом та рівнем виконаних досліджень, повнотою вирішення наукових та практичних задач, новизною і ступенем обґрунтованості отриманих результатів та практичних висновків дисертаційна робота відповідає вимогам до кандидатських дисертацій, а за змістом поданого в ній матеріалу – паспорту спеціальності 05.09.01 – Електричні машини й апарати.

Представлена дисертаційна робота відповідає вимогам «Порядку присудження наукових ступенів» щодо кандидатських дисертацій, затвердженого Постановою КМ України №567 від 24.07.2013 р., а здобувач Шихненко Максим Олегович заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.09.01 – Електричні машини й апарати.

Офіційний опонент:

кандидат технічних наук, доцент,

доцент кафедри електричних машин та апаратів

Кременчуцького національного університету

імені Михайла Остроградського МОН України

Підпис Пруса В.В. завіряю



В.В. Прус

Л.В. Герасименко