

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Коваленко Ірини Яківни

«Автономна безмультиплікаційна вітроелектрична установка на базі

генератора торцевого типу»,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 14 “Електрична інженерія”

за спеціальністю 141 “Електроенергетика, електротехніка та

електромеханіка”

Актуальність теми дослідження, її зв'язок з науковими програмами і темами.

Різке підвищення цін на газ і складність його видобутку змушують багато держав задуматися над тим, які джерела енергії могли б стати йому альтернативою. За рахунок вітроенергетичних установок можна покрити до 40 - 50% потреби в електроенергії. Сучасна вітроустановка є одним з найбільш високотехнологічних агрегатів серед інших засобів нетрадиційної та відновлювальної енергетики.

Україна є однією з країн, що має значний потенціал відновлювальної енергетики. Особливий інтерес до нетрадиційних джерел енергії проявляє населення, особливо та частка, що знаходиться в зонах, віддалених від центрального електропостачання. Енергію, що отримується при роботі альтернативних джерел енергії, можна використовувати як для постійного енергопостачання, так і для резервного енергопостачання, що особливо зручно для котеджних селищ, невеликих населених пунктів, стратегічних або військових об'єктів.

Задача збільшення кількості утилізації енергії вітру традиційно вирішується за рахунок зміни аеродинамічних параметрів ротора вітротурбіни. Так, для збільшення величини потужності на валу ротора збільшують його діаметр. Це викликає подальше зростання розмірів, а значить і маси інших складових вітроагрегата, тобто питома матеріалоемність конструкції зростає і знижується економічна доцільність використання даної установки. Іншим шляхом є застосування більш досконалих профілів лопатей.

Одним із напрямків підвищення ефективності перетворення енергії вітру є удосконалення конструкції відомих генераторів або розробка

принципово нових типів генераторів. Застосування методів математичного моделювання дозволяє провести визначення параметрів генераторного обладнання з метою корекції вихідної потужності при сталих та змінних значеннях швидкості вітру.

Тому розвиток методів порівняльного аналізу аеродинамічних характеристик роторів вітроустановок, уточнення математичних моделей безмультіплікаційної вітроустановки з магнітоелектричним генератором, визначення характеру протікання процесів за використання статичних конденсаторів та додаткової обмотки для підмагнічування магнітної системи генератора є актуальним науковим завданням.

Робота пов'язана з науковою тематикою кафедри нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії КПІ імені Ігоря Сікорського. Результати роботи використані при виконанні дослідних робіт ІВЕ НАН України за темою "Розроблення математичних моделей прогнозу та оптимізації процесів перетворення енергії вітру в енергетичних системах" (Державний реєстраційний номер 0119U001599).

Структура дисертаційної роботи.

Робота містить анотацію, вступ, 4 розділи, висновки, список використаних джерел, додатки.

У вступі дисертаційної роботи описано актуальність теми, мету і задачі дослідження, сформульовано наукову новизну отриманих результатів і їхнє практичне значення, зазначивши при цьому особистий внесок здобувача, а також наведено апробацію результатів роботи.

У першому розділі проведено літературно-патентний пошук за тематикою дисертаційного дослідження. Розглянуто методи та засоби регулювання вихідних параметрів сучасних вітроустановок. Проведено порівняльний аналіз генератора торцевого типу з традиційним циліндричним генератором зі збудженням від постійних магнітів малої потужності. З огляду на переваги генератора торцевого типу, в роботі обрано за основу саме цей тип генератора.

У другому розділі зроблено порівняльний аналіз аеродинамічних характеристик роторів вітроустановок. Проведено попередній розрахунок геометричних розмірів генератора вітроустановки з метою визначення енергетичних витрат на регулювання потужністю генератора при зміні швидкості вітру.

В третьому розділі проведений аналіз генераторів для використання у складі вітроелектричної установки. Для дисертаційного дослідження було обрано генератор торцевого типу із збудженням від постійних магнітів.

Вказано, що конструктивно даний тип генераторів має більшу питому потужність, ніж традиційні циліндричні генератори при виконанні на потужності до 5...7 кВт. Крім того, торцеві генератори можливо виготовити багатополюсними, що особливо актуально для безмультіплікаційних вітроелектричних систем. Розроблено числову математичну модель для дослідження параметрів та характеристик синхронного генератора із постійними магнітами, що враховує двосторонню активну зону статора та аеродинамічні параметри ротора вітротурбіни. Розроблено математичну модель для оцінки впливу ємності конденсаторів на ефективне перетворення механічної енергії вітрового потоку на електричну. Встановлено, що величина ємності залежить від параметрів обмотки якоря електрогенератора, величини взаємоіндукції, характеру та величини навантаження. Для досліджуваного генератора значення ємності лежать в межах від 4,3...32,1 мкФ для активного навантаження та для діапазону потужності 0...87 Вт.

За допомогою розробленої моделі в системі MATLAB-Simulink проведено оцінку впливу додаткових конденсаторів, що використані для підмагнічування генератора, на величину потужності та вихідної напруги генератора при зміні швидкості обертання ротора вітроагрегату та постійній швидкості вітру. Для швидкості вітру 4 м/с при приєднанні конденсаторів ємністю 10 мкФ спостерігається робота генератора при максимальній потужності в порівнянні із конденсаторами ємністю 30 мкФ та 100 мкФ.

В четвертому розділі представлено експериментальний стенд для дослідження параметрів та характеристик автономного магнітоелектричного генератора у складі вітроенергетичної установки. За допомогою розробленого стенду проведено оцінку можливості корекції вихідної активної потужності генератора за різних режимів його роботи. Встановлено, що більш ефективним способом регулювання вихідної активної потужності є використання додаткової обмотки підмагнічування, оскільки даний метод не викликає додаткових втрат в режимі малих навантажень та є більш ефективним з точки зору збільшення вихідної потужності. Отримані результати дисертаційного дослідження мають достатній збіг із теоретичними дослідженнями корекції вихідної потужності.

Список використаної літератури із 119 найменувань охоплює сучасні вітчизняні і закордонні публікації за темою дисертаційного дослідження. Висновки логічно і повністю відповідають суті питань, розглянутих у дисертаційній роботі.

Наукова новизна отриманих результатів.

Отримав подальший розвиток метод порівняльного аналізу аеродинамічних характеристик роторів вітроустановок шляхом урахування раціонального взаємовпливу коефіцієнта використання енергії вітру і модуля швидкохідності, що дозволив провести узгодження аеродинамічних характеристик ротора вітроустановки з характеристиками електрогенератора та встановлювати межі корекції моменту і потужності за різних значень швидкості вітру.

Уточнена математична модель безмультіплікаційної вітроелектроустановки з магнітоелектричним генератором з одностороннім та двостороннім розташуванням магнітів ротора, яка, на відміну від відомої, враховує наявність впливу параметрів подвійного статора та додаткової обмотки для підмагнічування магнітної системи, що дозволило визначити межі корегування вихідної потужності генератора.

Уточнено шляхом структурного імітаційного моделювання та експериментально вплив на вихідну потужність магнітоелектричного генератора з аксіальним магнітним потоком введення статичних конденсаторів та додаткового збудження статора генератора, що дозволило провести оцінку величини корегування вихідної потужності за випадкової зміни швидкості вітру.

Практичне значення отриманих результатів.

Розроблено методики побудови імітаційних моделей генератора вітроустановки з одностороннім і двостороннім розташуванням магнітів ротора та алгоритм визначення ємності додаткових конденсаторів для корекції вихідної потужності магнітоелектричного генератора безмультіплікаційної вітроустановки.

Розроблено методику експериментального дослідження безмультіплікаційної вітроустановки.

Наукові і практичні результати дисертаційної роботи передані для використання у навчальному процесі та наукових дослідженнях на відповідні кафедри Національного університету біоресурсів і природокористування України та Національного технічного університету “Київський політехнічний університет імені Ігоря Сікорського” та до Інституту механіки і автоматизації агропромислового виробництва НААН України.

Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання полягає в тому, що на підставі виконаних досліджень вирішено актуальне наукове завдання розвитку методу порівняльного аналізу аеродинамічних характеристик роторів вітроустановок, уточнення

математичної моделі безмультіплікаційної вітроелектроустановки з магнітоелектричним генератором з одностороннім та двостороннім розташуванням магнітів ротора, визначення впливу на вихідну потужність генератора за випадкової зміни швидкості вітротурбіни статичних конденсаторів та додаткового збудження статора.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі Коваленко І. Я. забезпечується аргументованою постановкою мети і задач дослідження, коректним використанням загальної теорії вітроелектричних установок, методів математичного моделювання та теорії планування експерименту.

Порівняння результатів експериментальних досліджень із результатами імітаційного математичного моделювання показує збіжність результатів до 10%, що підтверджує адекватність розроблених моделей і достовірність отриманих результатів.

Повнота викладу в опублікованих працях наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, відповідає вимогам МОН України.

Наукові результати дисертації висвітлені у 23 наукових публікаціях здобувача, серед яких 13 статей у наукових виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України, з них 3 статті у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Scopus, 10 тез доповідей на науково-практичних конференціях.

Наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Апробація результатів дисертації.

Основні теоретичні положення, висновки та практичні рекомендації дисертації обговорювались та були схвалені на наукових фахових конференціях.

Рівень виконання поставленого наукового завдання та володіння здобувачем методологією наукової діяльності.

Ефективність виконання наукового завдання була досягнута завдяки вдало використаній методології як сукупності прийомів дослідження та вмілому її використанню.

Рівень виконання поставленого наукового завдання високий.

Академічна доброчесність.

Порушень академічної доброчесності в дисертації та наукових публікаціях, у яких висвітлені основні наукові результати дисертації, не виявлено.

Усі результати, які винесено здобувачем на захист, отримані самостійно і містяться в опублікованих роботах. У роботах, опублікованих у співавторстві, використані тільки ті ідеї, положення та розрахунки, які є результатом особистих наукових пошуків здобувача.

Оформлення дисертації.

Дисертація оформлена згідно з нормативними вимогами і стандартами з дотриманням системного викладення матеріалу. Робота написана державною мовою, стиль викладення матеріалу науковий, літературний. Текст дисертації переважно позбавлений граматичних і орфографічних помилок, а також технічних недоліків. Основні положення, висновки, пропозиції та рекомендації дисертації в цілому характеризуються послідовністю, аргументованістю і завершеністю.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. Дисертаційна робота має безумовно наукову новизну, однак пункти наукової новизни 1, 3 повинні бути сформульовані більш чітко (див. відгук).
2. Досліджуючи способи корекції вихідної потужності з використанням конденсаторів та підмагнічуючої обмотки у деяких дослідженнях не розглядається питання підтримки заданого рівня вихідної напруги генератора. З чим це пов'язано?
3. Деякі із висновків не повністю розкривають суть отриманих результатів (наприклад, у розділі 3: п. 2, 4, 8).
4. В табл. 4.2 розрахунковий ККД генератора, повна номінальна потужність якого $50 \text{ В} \cdot \text{А}$, становить 82%. Мабуть це дещо вище дійсного значення?
5. До генератора приєднується конденсатор, що має якусь ємність, а не ємність приєднується.
6. Яка практична цінність результатів наведених на рис. 4.14, коли зі зміною обертів турбіни і ємності конденсаторів змінюється вихідна напруга.
7. Незрозуміло, яким чином при експериментальних дослідженнях отримані характеристики вітротурбіни за різних швидкостей вітру.
8. Мають місце орфографічні помилки і неточності.

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

Висновок

Дисертаційна робота Коваленко Ірини Яківни «Автономна безмультимплікаційна вітроелектрична установка на базі генератора торцевого типу» є завершеною кваліфікаційною науковою працею, яка за актуальністю, ступенем новизни представлених результатів, їх науковою обґрунтованістю, повнотою викладення в опублікованих наукових працях, рівнем виконання автором поставленого наукового завдання та володіння методологією наукової діяльності відповідає вимогам, які висуваються до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії.

Дисертація відповідає галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», а також вимогам наказу Міністерства освіти і науки України № 40 від 12 січня 2017 року «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», 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 № 44 від 12 січня 2022 року, а її автор – Коваленко Ірина Яківна безумовно заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Офіційний опонент

завідувач відділу електромеханічних систем

Інституту електродинаміки

Національної академії наук України,

доктор технічних наук, професор

Мазуренко – Леонід МАЗУРЕНКО

підпис *Мазуренко*
завідуючий:
Інституту електродинаміки
Нац. Академії наук України

Мазуренко
21.12.2023р.

