

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

МІНКА Олександра Миколайовича

Функціональний взаємозв'язок масогабаритних показників конструкційних частин турбогенератора з електромагнітними навантаженнями»,

яка подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.09.01 – електричні машини і апарати

Дисертаційна робота виконана на кафедрі електричних машин Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут».

Вона складається зі вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та п'ятих додатків, в які винесено: три акта впровадження результатів роботи; дані про габаритні, настановні розміри, масу турбогенераторів і габаритні розміри і технічні параметри повітроохолоджувачів; розрахунок механічних характеристик зовнішнього щита турбогенератора з повітряною системою охолодження; фрагмент програми «Fahrenheit» мовою Object-Pascal в середовищі Delphi 7; чисельний приклад розрахунку повітроохолоджувача. Повний обсяг роботи складає 181 сторінку, у тому числі 143 сторінки основного тексту. Зміст дисертації повністю відповідає спеціальності 05.09.01 – електричні машини й апарати.

Актуальність теми дисертаційної роботи. Загальний прогрес електромашинобудування супроводжується оцінкою конкурентоспроможності продукції, важливим критерієм якого є характеристики маси і габаритів турбогенераторів. Виконання робіт в області вдосконалення конструкції турбогенераторів і, зокрема, зниження їх масогабаритних показників, є перспективним науковим напрямком. Дослідження в основному присвячені вдосконаленню електромагнітних показників турбогенераторів та розгляду проектування активної зони. Питання вдосконалення конструктивної зони турбогенераторів, як вирішення окремої задачі, потребують більш детального дослідження. Для покращення геометрії конструктивної частини турбогенераторів необхідно перейти від водневої до повітряної системи охолодження, що відповідає світовим тенденціям розвитку турбогенераторобудування. Врахування підвищення теплових навантажень на системи охолодження турбогенераторів, які встановлені на теплових електростанціях, потребує проведення комплексного підходу до модернізації електричного обладнання з умовою одночасного підвищення їх потужності в існуючих габаритах. Таким чином, науково-практична оцінка функціонального взаємозв'язку масогабаритних показників конструкційних частин турбогенератора з його електромагнітними на-

вантаженнями та пошук показника найкращого вибору є актуальною, що і визначило напрямок дисертаційної роботи.

Актуальність і практична корисність дисертаційної роботи підтверджується тим, що ця робота виконана у рамках завдань фундаментальних держбюджетних НДР МОН України «Розробка науково-методичних основ удосконалення турбогенераторів для підвищення їх технічного рівня і надійності в умовах електроенергетичних систем» (№ ДР 0113U000433) і «Розвиток теорії та науково-методичних основ для створення і модернізації турбогенераторів, що задовольняють сучасним вимогам електроенергетичної системи України» (№ ДР 0115U000528), де здобувач був виконавцем окремих етапів.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі Мінка О.М. є високою й базується на аналізі літературних джерел за даною проблемою, поєднанню мети і задач дослідження, використанні сучасних методів дослідження, зіставленні і критичному аналізі отриманих результатів у порівнянні з результатами інших дослідників, і у якісному формулюванні отриманих висновків. Теоретичні дослідження виконано з використанням сучасного математичного апарату. Дослідження проводились на прикладі масогабаритних даних турбогенераторів виробництва ДП завод «Електроважмаш».

Це дозволило встановити функціональний взаємозв'язок масогабаритних показників конструкційних частин турбогенератора з його електромагнітними навантаженнями шляхом уточнення існуючих залежностей для розробки критерію оцінки та визначення перспективних напрямків розвитку турбогенераторобудування.

Достовірність результатів досліджень. Достовірність розроблених теоретичних положень була підтверджена результатами математичного моделювання з результатами експериментальних досліджень здобувача на експериментальному стенді ДП завод «Електроважмаш». При вирішенні задач моделювання температурних і аеродинамічних процесів в газоохолоджувачах використовувались комп'ютерні засоби моделювання та критеріальний метод вибору. Для моделювання зв'язку показників маси і габаритів конструктивних частин турбогенератора з його електромагнітними навантаженнями використані положення загальної теорії електричних машин, статистичні методи дослідження, закони термо- і аеродинаміки в газоподібному середовищі, метод скінчених елементів.

До основних нових наукових результатів дисертації слід віднести наступне:

– вперше запропоновано критерій взаємозв'язку показників маси і габаритів конструктивної частини турбогенераторів з його електромагнітними навантаженнями згідно з яким стає можливим проектувати турбогенератори з максимальною для даного габариту потужністю та мінімальною масою, тобто мінімальним показником питомої маси (кг/кВт);

– вперше запропоновано загальний підхід щодо зниження показників маси і габаритів конструктивних частин турбогенераторів з повітряною системою охолодження з урахуванням електромагнітних навантажень та типу теплоносія;

– удосконалено математичну модель функціонування теплообмінного пристрою (повітроохолоджувача) для турбогенераторів з повітряною системою охолодження, яка дозволяє на етапі проектування мінімізувати його масогабаритні показники з урахуванням реальних фізичних параметрів охолоджувальних середовищ;

– удосконалено систему проектування повітроохолоджувача, конструкція якого розроблена з використанням метода математичного моделювання та запропонованого критерію взаємозв'язку показників маси і габаритів конструктивної частини турбогенераторів з його електромагнітними навантаженнями.

Крім того, слід відмітити перспективність втілення отриманих автором результатів в навчальний процес підготовки фахівців в галузі електромашинобудування.

Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання для електромашинобудування полягає:

– базуючись на сформульованому підході до покращення показників маси та габаритів турбогенераторів, запропоновано комплекс інженерно-технічних заходів, який дозволяє проектувати елементи неактивної зони конструкції турбогенератора з мінімальними масогабаритними показниками з забезпеченням вимог достатнього охолодження, мінімально можливого рівні матеріаломісткості та високому ступені технологічності конструкції;

– запропоноване критерій, який дозволяє виконувати проектування неактивної зони турбогенератора з мінімальним значенням питомої маси;

– розроблено програмний комплекс «Fahrenheit», який дозволяє виконувати проектування повітроохолоджувача турбогенератора з забезпеченням його мінімальної геометрії і маси та з урахуванням заданої потужності;

– на базі експериментального стенду ДП завод «Електроважмаш» виконано випробовування повітроохолоджувача у різних режимах його роботи: номінальний режим, аварійний режим (не працює 25 % трубок) та режим нерівномірної праці охолоджувачів. Встановлено основні режимні показники подачі води і повітря у повітроо-

холоджувач, які забезпечують достатній відбір тепла від робочої (активної) зони турбогенератора.

Результати роботи впроваджені і використані:

– на ДП завод «Електроважмаш» результати роботи прийняті для впровадження у виробництво;

– в АТ «Міжрегіональна електроенергетична асоціація» «Елта» (м. Харків) результати роботи використовують при розробці документації з проектування нових конструкцій, плановій підготовці виконання ремонтів та модернізації турбогенераторів, при удосконаленні конструкційних елементів їх неактивної зони.

Підходи до розрахунків сучасних турбогенераторів використовуються в навчальному процесі кафедри електричних машин НТУ «ХП» при підготовці спеціалістів і магістрів за спеціальністю «Електричні машини і апарати».

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.

Результати дисертаційної роботи опубліковані у 30 наукових публікаціях, з них: 2 монографії, 18 статей у наукових фахових виданнях України (3 – у наукометричній базі даних), 2 – у закордонних періодичних фахових виданнях, 1 патент України, 1 свідоцтво на твір (комп'ютерна програма), 6 – у матеріалах конференцій.

Основні результати виконаних у дисертації досліджень доповідались: на п'ятих (VI–X) всеукраїнських науково-технічних конференціях (НТК) «Проблеми енергозбереження та шляхи їх вирішення» (2010–2014 р., м. Харків); XI Міжнародній НТК «Фізичні процеси та поля технічних і біологічних об'єктів» (2011 р., м. Кременчук); на трьох (X–XII) Міжнародних НТК молодих вчених і спеціалістів «Електромеханічні та енергетичні системи, методи моделювання та оптимізації» (ESMO) (2012–2014 р., м. Кременчук); на трьох Міжнародних симпозіумах «Проблеми удосконалення електричних машин і апаратів. Теорія і практика» (SIEMA) (2012–2014 р., м. Харків); Міжнародній НТК «Інноваційні технології в електроенергетиці та електромеханіки» (2013 р., м. Воронеж); V міжвузівській НТК викладачів, молодих вчених та студентів «Енерго- та ресурсозберігаючі технології при експлуатації машин і устаткування» (2013 р., м. Донецьк); на Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих вчених, фахівців, аспірантів «Енергетика, енергозбереження на початку XXI століття» (2014 р., м. Маріуполь).

В цілому, рівень і кількість публікацій та апробації матеріалів дисертації на конференціях повністю відповідають вимогам МОН України.

Автореферат ідентичний за змістом з основними положеннями дисертації і достатньо повно відображає основні наукові результати, що отримані здобувачем, та

практичну цінність роботи.

Список використаних джерел досить повний, із 156 найменувань, і охоплює сучасні вітчизняні та зарубіжні публікації.

В цілому дисертаційна робота є завершеною комплексною науково-дослідною працею, у якій на високому рівні проведено аналіз масогабаритних характеристик потужних турбогенераторів, запропоновано заходи щодо зменшення їх питомої маси, як одного з показників конкуренто здібності на мировому ринку.

Робота має значний науковий та практичний інтерес, сприяє підвищенню ресурсів експлуатації потужних турбогенераторів. Структура роботи послідовна, прийняті рішення обґрунтовані як теоретичними, так і експериментальними дослідженнями.

Дисертаційна робота і публікації свідчать про достатню наукову ерудицію автора, про його досвід у дослідженні роботи турбогенераторів, в створенні та дослідженні методів проектування турбогенераторів.

По дисертаційній роботі можна зробити наступні зауваження:

1) В роботі не вказано, як запропоновані масогабаритні показники неактивної зони впливають на ККД турбогенератора, що також є показником конкурентоспроможності.

2) Отримані в роботі висновки стосуються рекомендацій щодо турбогенераторів ТГВ- 200 та ТГВ-300. Тому не зрозуміло, чи можливо поширювати отримані результати на турбогенератори інших потужностей?

3) У роботі вказується, що прийняті рішення економічні, але немає розрахунків, що підтверджують це ствердження.

4) При оцінці залежності габаритних розмірів та показників маси машини від частоти обертання розглядається варіант, в якому частота ротора n_r може бути змінною величиною (п. 2.2.1) проте для синхронних машин $n_r = \text{const}$.

5) В даний час розроблені нові полімерні матеріали, які можуть бути використані для конструкцій турбогенераторів, в тому числі, і для неактивної зони. Їх використання могло сприяти зниженню масогабаритних показників, але в роботі вони не розглянуті;

6) У табл. 2.2. (с. 64) та в табл. 2.3 (с. 65) наведені дані для турбогенераторів серії ТА потужністю до 360 МВт. Але в Україні в експлуатації знаходиться один турбогенератор з повітряним охолодженням потужністю 120 МВт. Не вказано, де знаходяться такі турбогенератори, звідки взяті дані їх електромагнітних і геометричних параметрів.

7) Рекомендований варіант розміщення повітроохолоджувача в приставному коробі (рис.3.18,3.19 дисертації та рис.14 автореферату)при зменшених тангенціальному і радіальному розмірах короба візуально наближає останній до лобових частин обмот-

ки статора .В цьому випадку доцільно було б проаналізувати ймовірність зростання втрат на вихрові струми.

8) В результатах досліджень фізичної моделі повітроохолоджувача на дослідному стенді,на наш погляд,необхідно було врахувати можливу зміну вологості,як параметра повітря.

Однак, вказані недоліки не впливають на загальну позитивну оцінку виконаної роботи.

ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Мінка Олександра Миколайовича «Функціональний взаємозв'язок масогабаритних показників конструкційних частин турбогенератора з електромагнітними навантаженнями» за своїм змістом відповідає паспорту спеціальності 05.09.01 – Електричні машини і апарати. Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, яка у розв'язує важливу наукову задачу, суть якої полягає в встановленні зв'язку масогабаритних і електромагнітних показників турбогенератора з одночасним вирішенням проблеми заміни охолоджуючого середовища (водню на повітря) та підвищення потужності без зміни настановних і приєднувальних розмірів.

Враховуючи новизну, теоретичну і особливо практичну значимість виконаних досліджень, вважаю, що дисертація «Функціональний взаємозв'язок масогабаритних показників конструкційних частин турбогенератора з електромагнітними навантаженнями» відповідає вимогам пп. 9, 11 і 12 положення «Порядок присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого Постановою КМ України № 567 від 24.07.2013 р., щодо кандидатських дисертацій, а її автор, Мінко Олександр Миколайович, заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.09.01 – електричні машини й апарати.

Офіційний опонент: докт. техн. наук, професор,
професор кафедри електричних машин і
експлуатації електрообладнання
Національного університету біоресурсів і
природокористування України, м. Київ



ПІС ЗАСВІДЧУЮ
Головний відділу кадрів
М.В. Михайліченко
12 2017.

Заблодський М. М.