

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Мінко Олександра Миколайовича

на тему: «Функціональний взаємозв'язок масогабаритних

показників конструкційних частин турбогенератора з

електромагнітними навантаженнями»,

представлену на здобуття наукового ступеня

кандидата технічних наук

за спеціальністю 05.09.01 – електричні машини й апарати

Актуальність обраної теми. Прогрес енергетичного машинобудування визначається конкурентоспроможністю його продукції, одним із важливих критеріїв якої є відповідність маси і габаритів потужних електричних машин, зокрема, турбогенераторів, їх енергетичним характеристикам. Більшість досліджень у цій області направлені на покращення електромагнітних та енергетичних показників турбогенераторів шляхом перепроектування активної зони. При цьому питання вдосконалення конструктивної зони турбогенераторів залишається практично недослідженим.

Доцільність покращення геометрії конструктивної частини турбогенераторів додатково викликана необхідністю переходу від водневої до повітряної системи охолодження, що відповідає світовій практиці. За цих умов урахування підвищення теплових навантажень на системи охолодження турбогенераторів, які встановлені на теплових електростанціях, потребує застосування комплексного підходу до їх модернізації в існуючих габаритах.

Тому оцінювання функціонального взаємозв'язку масогабаритних показників конструкційних частин турбогенератора з його електромагнітними навантаженнями та пошук показників для отримання раціональних масогабаритних параметрів є актуальним науковим завданням.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота безпосередньо пов'язана з тематикою науково-дослідних робіт кафедри електричних машин Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», направлених на створення і модернізацію турбогенераторів, які задовольняють сучасним вимогам електроенергетичних систем, що зазначено у тексті дисертації та автореферату.

У даних роботах автор був співвиконавцем, що підтверджується відповідними актами впровадження.

Наукова новизна одержаних результатів не викликає сумнівів і полягає у формулюванні критеріїв взаємозв'язку показників маси і габаритів конструктивної частини турбогенераторів з електромагнітними навантаженнями, що дозволяє проектувати турбогенератори з мінімальним показником питомої маси; удосконаленні математичної моделі повітроохолоджувача для турбогенераторів з повітряною системою охолодження, яка дозволяє мінімізувати їх масогабаритні показники з урахуванням реальних фізичних параметрів охолоджуючого середовища; удосконаленні системи проектування повітроохолоджувача за рахунок застосування математичного моделювання та отриманих критеріїв взаємозв'язку показників маси і габаритів конструктивної частини турбогенераторів з його електромагнітними навантаженнями.

Практичне значення одержаних результатів. Основними практичними результатами дисертаційної роботи є: розробка комплексу інженерно-технічних заходів, які дозволяють проектувати елементи неактивної зони конструкції турбогенератора з мінімальними масогабаритними показниками за умови достатнього охолодження, мінімальної матеріаломісткості та високого ступеня технологічності конструкції; розробка програмного комплексу, який надає можливість проектувати повітроохолоджувачі турбогенератора із забезпеченням їх мінімальної геометрії і маси з урахуванням заданої потужності; випробовування повітроохолоджувача в основних режимах його роботи.

Розробки пройшли експериментальну перевірку і є готовим продуктом для практичного застосування. Результати роботи прийняті для впровадження у виробництво на ДП заводі «Електроважмаш», в АТ «Міжрегіональна електроенергетична асоціація» «Елта» (м. Харків), підходи до розрахунків сучасних турбогенераторів використовуються у навчальному процесі при підготовці спеціалістів і магістрів за спеціальністю «Електричні машини і апарати».

Результати роботи можуть бути використані при розробці документації з проектування нових конструкцій, плановій підготовці виконання ремонтів та модернізації турбогенераторів, при удосконаленні конструкційних елементів їх неактивній зони в умовах підприємств, що проектують, виробляють,

експлуатують та забезпечують ремонт потужних турбогенераторів, а також у наукових установах та на виробництві при їх дослідженні.

Ступінь обґрунтованості основних положень, висновків та результатів роботи. Ступінь обґрунтованості отриманих у дисертації наукових положень, висновків та рекомендацій є достатнім через коректне застосування відомих методів досліджень, а саме: теорія подібності, теорія електричних машин, статистичні методи, закони термо- й аеродинаміки у газоподібному середовищі, метод скінчених елементів, методи комп'ютерного моделювання та оптимізації.

Достовірність сформульованих у дисертації висновків та наукових положень забезпечується коректністю прийнятих припущень і підтверджується 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 складають 143 сторінки друкованого тексту, що містить вступ, чотири розділи та висновки.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету та задачі дослідження, висвітлено наукову новизну та положення, які виносяться здобувачем на захист, практичну цінність отриманих результатів досліджень та їх зв'язок з науковими програмами та планами, наведено інформацію щодо апробації роботи, публікацій та впровадження результатів.

У першому розділі проведено аналіз існуючих методів та моделей, що дозволяють покращити масогабаритні показники турбогенераторів. Серед них окрему увагу приділено методам та моделям вдосконалення неактивної зони турбогенераторів із повітряною системою охолодження. Розглянуто шляхи та критерії вибору показників маси та габаритів конструкційної зони турбогенераторів. Доведено, що перспективним засобом моделювання функціонального взаємозв'язку масогабаритних показників конструкційної частини турбогенератора з електромагнітними навантаженнями є встановлення критерію вибору, пов'язаного із покращенням металомісткості та технологічності. Отримані результати дозволили сформулювати основні задачі досліджень.

У другому розділі, на основі аналізу масогабаритних показників конструкції турбогенераторів із повітряною системою охолодження, підтверджено можливість суттєвого вдосконалення їх конструкції за умови

зниження масо габаритів та підвищення потужності в установленому масогабариті при заміні теплоносія. На основі машинної сталої Арнольда розроблено простий у застосуванні критерій вибору масогабаритних показників, встановлено його взаємозв'язок з основними електричними та енергетичними параметрами турбогенератора та визначено особливості його застосування при проектуванні турбогенераторів.

У третьому розділі представлено розробку математичної моделі теплообмінника, що дозволяє встановити залежність його габаритних розмірів від ефективності охолодження, у тому числі шляхом зміни конструкції та проведено ряд досліджень з її використанням. У результаті розроблено програму, що дозволяє проводити ефективні розрахунки параметрів газоохолоджувачів для турбогенераторів. Оцінка технологічності та трудомісткості виготовлення неактивної частини конструкції турбогенератора із повітряною системою охолодження на прикладі реальних турбогенераторів довела більшу ефективність модернізованих конструкцій.

У четвертому розділі обґрунтовано конструкцію випробувальної установки для дослідження принципів охолодження турбогенератора та досліджено особливості його охолодження в основних експлуатаційних режимах. У результаті доведено ефективність запропонованих конструкцій охолоджувачів.

У висновках узагальнено основні отримані у роботі наукові та практичні результати. Висновки пов'язані із матеріалом роботи та основними 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 повністю відповідає змісту дисертації.

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.

Основний зміст дисертації достатньо повно відображений у 30 наукових публікаціях, з яких дві монографії, 18 статей у наукових фахових виданнях України (чотири публікації у виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз даних), дві статті у закордонних періодичних фахових виданнях, один патент України, одне свідоцтво на твір (комп'ютерна програма), 6 публікацій – у матеріалах конференцій. Результати дисертаційної роботи доповідались на 15 науково-технічних конференціях в Україні та за кордоном, що включали секції за напрямом наукової спеціальності. Наявність

чисельних публікацій із науковим керівником свідчить про ефективну роботу автора у складі наукової групи, а наявність одноосібних публікацій – про високий рівень його самостійності.

Важливість одержаних у дисертаційній роботі результатів для науки й народного господарства полягає у вирішенні актуальної наукової задачі покращення масогабаритних показників потужних турбогенераторів за рахунок визначення функціонального взаємозв'язку масогабаритних показників конструкційних частин турбогенераторів з повітряною системою охолодження з їх електромагнітними навантаженнями.

Недоліки та зауваження по роботі.

1. Сформульована задача модернізації системи охолодження турбогенератора, поставлена на початку першого розділу, дозволила б значно спростити подальший аналіз існуючих методів, моделей та взаємозв'язків, який є надлишковим.

2. Метод скінчених елементів переважно використовується для розрахунків та визначення просторових розподілів електромагнітних полів, у чому немає потреби при розв'язанні поставленої задачі (третій та четвертий абзац на стор. 27).

3. Висновок 4 за першим розділом (стор. 35) у роботі не доведений, а просто задекларований.

4. З урахуванням унікальності конструкцій турбогенераторів, викликані переважно різними вимогами замовників, є сумнівним застосування положень теорії подібності (останній абзац на стор. 47), що може внести відповідні корективи у співвідношення та висновки, отримані у пункті 2.2.

5. Яким чином можна оцінити вірогідність та межі застосування результатів, отриманих за розробленими автором критеріями, наприклад, відповідно до табл. 2.2 на стор. 64?

6. У роботі задекларовано можливість підвищення потужності турбогенератора зі 120 до 200 МВт, що приймається надалі при порівняльних розрахунках (табл. 2.6 на стор. 78 і далі по тексту) але це ніде не враховується у плані впливу на збільшення тепловиділення. І тільки у четвертому розділі (перший абзац на стор. 134), у загальних словах зазначено, що для цього змінюються розміри активної частини, що потребує повторного аналізу отриманих у роботі результатів з урахуванням цього факту.

7. Існуючий досить суттєвий ряд принципових обмежень щодо можливих конструкцій та типів охолоджувачів, використовуваних у досліджуваних турбогенераторах, вносить суттєві обмеження у задачу вибору раціональних параметрів такої системи, що значно зменшує можливості застосування запропонованих автором методів (пункт 3.4)

8. Незрозуміло, чому задача розрахунку необхідної швидкості руху води, яка принципово не є складною, не була розв'язана теоретично або шляхом математичного моделювання (останній абзац на стор. 129).

Загальний висновок.

Наведені зауваження і запитання щодо тексту дисертації та автореферату не знижують рівня роботи та не впливають на основні одержані наукові результати. Дисертаційна робота Мінко Олександра Миколайовича «Функціональний взаємозв'язок масогабаритних показників конструкційних частин турбогенератора з електромагнітними навантаженнями» є завершеною роботою, в якій отримані нові науково обґрунтовані результати, спрямовані на розвиток теорії та практики проектування турбогенераторів.

Дисертаційна робота на основі актуальності теми, змісту та обсягу проведених досліджень, за рівнем новизни, науковим та практичним значенням отриманих результатів відповідає вимогам п.п. 9, 11 і 12 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 р. №567, стосовно до кандидатських дисертацій, а її автор Мінко Олександр Миколайович заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.09.01 – електричні машини й апарати.

Офіційний опонент,

доцент кафедри електричних машин та апаратів

Кременчуцького національного університету

імені Михайла Остроградського,

кандидат технічних наук, доцент

Підпис Пруса В.В. ЗАСВІДЧУЮ

Вчений секретар



В.В. Прус

Т.Ф. Козловська