

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Кравченка Станіслава Сергійовича на тему "Забезпечення підвищення потужності та обґрунтування довготривалої роботи на надпроектних режимах турбогенераторів теплових електростанцій" поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 13 Механічна інженерія за спеціальністю 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка

На засіданні кафедри аерогідродинаміки за участі:

- голови засідання – д.т.н., професора Обідіна Д.М.; д.т.н., професора Крашаниці Ю.О., к.т.н., доцента Бреги Д.А., к.т.н., доцента Репетенко М.В., к.т.н., доцента Кашенко О.О., к.т.н., Смика С.І., к.т.н., Сургайло М.Л., асистента Соколової В.В., асистента Арефьєвої М.О., асистента Бреги Д.А., асистента Мадоніча А.О.

- запрошених фахівців – к.т.н., доцента Болдовського В. М., першого заступника декана факультету літакобудування; д.т.н., професора Мірошнікова В.Ю., завідувача кафедри міцності літальних апаратів (102); к.т.н., доцента Широкого Ю. В., декана факультету авіаційних двигунів; к.т.н., доцента Лисиці О.Ю., доцента кафедри аерокосмічної теплотехніки (205); к.т.н., доцента Єгорова А. В., завідувача кафедри електричних машин Національного технічного університету «ХПІ»; к.т.н., доцента Пешко В.А., доцента кафедри теплової та альтернативної енергетики Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", (серед присутніх 3 д.т.н. та 10 к.т.н. в галузі 13 – Механічна інженерія) відбулася публічна презентація дисертаційної роботи Кравченка С.С. на тему "Забезпечення підвищення потужності та обґрунтування довготривалої роботи на надпроектних режимах турбогенераторів теплових електростанцій".

На підставі обговорення змісту презентації дисертаційної роботи ухвалено висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації (результати голосування – одноголосно).

1. Актуальність теми дослідження.

В Україні більше 80% усієї електроенергії виробляється тепловими та атомними станціями, де в якості генераторів використовуються турбогенератори великої потужності. У зв'язку з щомісячними масованими обстрілами енергетичних об'єктів України та сталим дефіцитом електроенергії близько 20%, в енергосистемі відбувається постійний перерозподіл генерації, що призводить до роботи турбогенераторів у надкритичних режимах. Проаналізувавши теперішній

стан генеруючого обладнання в Україні, можна дійти висновків, що більшість агрегатів вже добігла кінця терміну експлуатації згідно нормативної документації, або цей термін закінчиться у найближчі роки. У зв'язку з ситуацією, що склалася в країні, єдиним шляхом забезпечення надійної роботи турбогенераторів при номінальних і критичних навантаженнях діючого енергетичного обладнання та при проведенні робіт з його оновлення та модернізації є дослідження напружено-деформованого стану (НДС) з метою точного визначення запасів міцності вузлів та деталей цього обладнання. Складність дослідження НДС елементів конструкцій та вузлів турбогенераторів великої потужності з метою аналізу їх міцності під дією температурних та силових навантажень здебільшого обумовлена необхідністю розв'язання цілого комплексу задач: газодинамічної, температурної та термопружної. При комплексному проектуванні генератора розгляд цього комплексу задач пов'язаний з дослідженням термонапруженого стану конструкцій, який ускладнюється наявністю попередніх натягів та впливом температурних полів, які залежать від параметрів роботи систем охолодження та багатьох інших факторів. Зараз найчастіше для дослідження міцності конструкцій використовують числові методи, основою яких є метод скінченних елементів (МСЕ). Основною особливістю сучасного етапу розвитку тривимірних розрахунків є перехід від простих моделей до більш складних, які дозволяють отримати більшу точність і універсальність при проведенні розрахунків.

Враховуючи вищевикладене, розробка методів розрахунку НДС конструкцій турбогенераторів великої потужності у тривимірній постановці, що дозволять підвищити точність визначення міцності їх вузлів та елементів, дасть можливість надати точну оцінку запасу міцності цих компонентів. У свою чергу точне визначення існуючих резервів міцності забезпечить можливість підвищення потужності та надасть обґрунтування довготривалої роботи на надпроектних режимах турбогенераторів теплових електростанцій, що має велике наукове і практичне значення для України.

Саме вирішенню актуальної задачі розробки методів розрахунку НДС конструкцій турбогенераторів великої потужності у тривимірній постановці, що дозволять підвищити точність визначення міцності їх вузлів та елементів, дасть можливість надати точну оцінку запасу міцності цих компонентів присвячено дисертаційну роботу Кравченка С.С.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконана в Національному аерокосмічному університеті ім. М. Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут".

Робота проводилася відповідно до "Енергетичної стратегії України на період до 2035р.", що схвалена розпорядженням розпорядження Кабінету Міністрів

України № 605-р. від 18.08.2017р. та "Енергетичної стратегії України на період до 2050р.", що схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України №373-р від 21 квітня 2023р.

3. Наукова новизна отриманих результатів.

1. Розвинуті існуючі інженерні методи визначення міцності на основі класичної теорії опору матеріалів та теорії тепло-масо-обміну в двовимірній постановці в частині уточнення запасів міцності на основі ретельного математичного моделювання фізичного стану конструкції та кореляції відносно методів руйнівного контролю фізичних властивостей матеріалів.

2. Створено новий метод розрахунку міцності вузлів та елементів конструкцій турбогенераторів із вирішенням сукупності задач термопружності та теплопровідності у тривимірній постановці із використанням методу скінчених елементів для зв'язаної задачі термопружності в частині уточнення граничних умов III-роду.

3. Створено новий метод розрахунку міцності вузлів та елементів конструкцій турбогенераторів в частині термопружної задачі з додаванням фактичних контактів їх елементів і зіставленням з конструктивною та технологічною особливістю деталей.

4. Вдосконалено алгоритм завдання граничних та початкових умов для тривимірних моделей конструктивних компонентів енергетичного обладнання в частині детального опису конструкції з урахуванням її різножорсткості та особливостей технологічного з'єднання деталей на основі тривимірного моделювання.

4. Практичне значення результатів роботи.

1. Створено методологію розрахунку запасів міцності для вузлів та деталей турбогенераторів та аналогічного енергетичного обладнання, використання якої забезпечує надійну роботу турбогенераторів на номінальних режимах на протязі не менш 27 000 годин. Методологія базується на розроблених в роботі методах тривимірного моделювання.

2. Надане обґрунтування забезпечення підвищення потужності та довготривалої роботи на надпроектних режимах турбогенераторів теплових електростанцій.

3. Встановлені закономірності деформації вузлів та елементів конструкцій статорів турбогенераторів та аналогічного енергетичного обладнання під дією теплових, механічних та вібраційних чинників для фактично вибраних зварних швів. Надане обґрунтування безпеки зварних з'єднань для корпусів турбогенераторів, що працюють під воднем.

Розроблені в роботі методи тривимірного розрахунку міцності можуть бути використані при дослідженні напружено-деформованого стану енергетичного обладнання літаків та аеродромів.

Отримані наукові результати можуть бути використані науково-дослідними та проектними організаціями, конструкторськими бюро, організаціями енергетичної галузі, аерокосмічними університетами та іншими організаціями, які спеціалізуються в області досліджень і експлуатації енергетичного обладнання.

5. Апробація/використання результатів дисертації.

Результати досліджень автора обговорювались на наступних конференціях:

1. Науково-практична конференція "Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering - 2023", (Україна, м. Харків, Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «ХАІ», 2023 р.)

Розроблені автором наукові положення **впроваджені**:

- на АТ "Українські енергетичні машини" (м. Харків) при проектуванні нових та реконструкції існуючих турбогенераторів великої потужності: ТГВ-215 потужністю 215 МВт, ТГВ-200 потужністю 200 МВт, ТГВ-325 потужністю 325 МВт, ТГВ-250 потужністю 250 МВт;

- в науково-методичних процесах кафедри Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут".

- отримано патент на корисну модель № 156013 Україна, МПК H02K9/04 H02K1/20 H02K1/18. "Статор Електричної Машини", номер заявки u202306089, опубліковано 24 квітня 2024.

6. Дотримання принципів академічної доброчесності

За результатами науково-технічної експертизи дисертація Кравченка С.С. визнана оригінальною роботою, яка не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Зміст основних розділів дисертації перевірено 13.10.2024р. на наявність текстових запозичень в системі «StrikePlagiarism». Текст рукопису дисертаційної роботи не містить ознак академічного шахрайства.

7. Перелік публікацій за темою дисертації із зазначенням особистого внеску здобувача.

За результатами досліджень опубліковано 6 наукових публікацій, у тому числі:

- 1 стаття у фахових наукових виданнях (категорії Б);
- 2 статті у виданнях, що реферуються в базі даних Scopus;
- 1 доповідь опубліковано у збірниках матеріалів конференцій;

- 1 розділ монографії;
- 1 патент.

Статті у наукових фахових виданнях, затверджених МОН України:

1. Третяк, О., **Кравченко, С.**, Богожавець, О., Назаренко, В., & Жуков, А. (2023). Методологія визначення натягів бандажних кілець турбогенераторів середньої потужності. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування, (1-2), 37–42. <https://doi.org/10.20998/2078-774X.2023.01.06>;

Особистий внесок: створення методу визначення натягів та розрахунку напружень вузла бандажних кілець як елемента конструкції турбогенератора, що знаходиться під дією механічних та теплових чинників та як деталі, що кріпиться за допомогою попереднього натягу.

Статті у виданнях, що реферуються в базі даних Scopus

1. Tretiak, O., Serhienko, S., Zhukov, A., Gakal, P., Don Y., Arefieva M., Tretiak I., **Kravchenko S.**, Bohozhavets O.: "Peculiarities of the Design of Housing Parts of Large Direct Current Machines," SAE Int. J. Mater. Manf. 17(1):59-72, 2024. (**Scopus Q3**) <https://doi.org/10.4271/05-17-01-0005>;

Особистий внесок: визначення вимог до конструкції великої електричної машини для забезпечення її надійної роботи на номінальних режимах протягом заданого терміну експлуатації; створення методу дослідження НДС корпусу великої електричної машини; аналіз впливу зусиль на зварні з'єднання корпусу великої електричної машини.

2. Tretiak, O., Smyk, S., **Kravchenko, S.**, Smakhtin, S., Brega, D., Zhukov, A., Serhienko, S., & Don, Y. (2024). Devising a calculation method for modern structures of current-conducting elements in large electric machines in a three-dimensional statement. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4(1 (130), 87–96. (**Scopus Q3**) <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.310049>;

Особистий внесок: побудова алгоритму завдання граничних та початкових умов для тривимірних моделей конструктивних компонентів енергетичного обладнання, розрахунок граничних умов для зв'язаної задачі міцності; обчислення тривимірних векторів сил основних навантажень; оцінка НДС струмопровідних елементів статора та визначення максимальних струмових зусиль на основі допустимого фактичного перегріву для нестационарної тривимірної задачі.

Тези у науково-технічних конференціях

1. Tretiak, O., Kovryga, A., Makarov, P., Penkovska, N., **Kravchenko, S.** Mathematical Modeling of the Thermal State of the Brush-Holders Device in a Three-Dimensional Setting. Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering -

2023. ICTM 2023. LNNS, vol 1008, pp. 75–90, Springer, Cham. Print ISBN 978-3-031-61414-9, Online ISBN 978-3-031-61415-6, https://doi.org/10.1007/978-3-031-61415-6_7;

Особистий внесок: аналіз особливостей конструкції та роботи турбогенераторів; аналіз причин виникнення ушкоджень конструкцій та аварій турбогенераторів; розрахунок та визначення механічних втрат в електричній машині для струмопровідних частин з різними типами систем збудження (БТВ або апарат щіткотримача).

Розділи монографії:

1. Третяк О.В., **Кравченко С.С.** Аналіз напружено-деформованого стану турбогенераторів великої потужності при роботі в надпроектних режимах, монографія. Харків: Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ»; – Харків: КП «Міська друкарня», 2024 – 206 с. **ISBN 978-617-619-297-8**;

Особистий внесок: створення, підготовка та верифікація тривимірних моделей вузлів та елементів конструкцій турбогенераторів; створення методу визначення міцності вузлів та елементів конструкцій турбогенераторів з вирішенням сукупності задач термопружності та теплопровідності у тривимірній постановці із використанням МСЕ для зв'язаної задачі термопружності; створення методу розрахунку міцності статорної групи деталей турбогенераторів в частині термопружної задачі з додаванням фактичних контактів їх елементів і зіставленням з конструктивною та технологічною особливістю деталей.

Патенти

1. Третяк О.В., Макаров П.М., Сергієнко С.А., Жуков А.Ю., **Кравченко С.С.** Патент на корисну модель № 156013 Україна, МПК H02K9/04 H02K1/20 H02K1/18. "Статор Електричної Машини", номер заявки u202306089, опубліковано 24 квітня 2024, <https://iprop-ua.com/inv/kbxr8jpi/>.

Особистий внесок: забезпечення міцності конструкції статора електричної машини.

Всі наукові результати дисертації опубліковані, апробація результатів є достатньою, отже вимоги пунктів 8 і Постанови КМУ від 12.01.2022 р. №44 виконані.

8. Загальний висновок

Дисертація Кравченка С.С. є завершеною кваліфікаційною науковою працею, має теоретичну та практичну цінність, в якій викладено авторський підхід до розробки методів розрахунку НДС конструкцій турбогенераторів великої потужності у тривимірній постановці, що дозволять підвищити точність

визначення міцності їх вузлів та елементів, дасть можливість надати точну оцінку запасу міцності цих компонентів. Проведені дослідження характеризують Кравченка С.С. як кваліфікованого та зрілого наукового працівника, здатного проводити теоретичні та практичні дослідження в галузі механічної інженерії на високому рівні. Дисертант володіє методологією наукового пошуку, має широкий науковий кругозір.

Подана дисертаційна робота "Забезпечення підвищення потужності та обґрунтування довготривалої роботи на надпроектних режимах турбогенераторів теплових електростанцій" Кравченка С.С. відповідає спеціальності 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка, відповідає вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії, а саме вимогам пунктів 6, 7, 8 і 9 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. №44.

Враховуючи актуальність, теоретичну та практичну цінність роботи, наукову значущість результатів досліджень, рівень та самостійність досліджень дисертанта, рекомендувати дисертацію Кравченка Станіслава Сергійовича "Забезпечення підвищення потужності та обґрунтування довготривалої роботи на надпроектних режимах турбогенераторів теплових електростанцій", що подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 13 Механічна інженерія зі спеціальності 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка до публічного захисту у разовій спеціалізованій вченій раді в галузі знань 13 Механічна інженерія зі спеціальності 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка.

Головуючий на засіданні
кафедри аерогідродинаміки
Національного аерокосмічного
університету ім. М.Є. Жуковського
"Харківський авіаційний інститут",
доктор технічних наук, професор



Дмитро ОБІДІН