

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертаційної роботи *Третяк Ірини Ігорівни* на тему «Підвищення потужності та надійності генераторів за рахунок вдосконалення теплових процесів», представлену на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 14 Електрична інженерія за спеціальністю 142 Енергетичне машинобудування

На засіданні кафедри аерокосмічної теплотехніки за участі:

Єпіфанова Костянтина Сергійовича, к.т.н., доцента, в.о. завідувача кафедри аерокосмічної теплотехніки «ХАІ»;

Гакала Павла Григоровича, д.т.н., професора, професора кафедри аерокосмічної теплотехніки «ХАІ»;

Горбенка Геннадія Олександровича, д.т.н., професора, професора кафедри аерокосмічної теплотехніки «ХАІ»;

Амброжевич Майї Володимирівни, к.т.н., доцента, доцента кафедри аерокосмічної теплотехніки «ХАІ»;

Лисиці Олексія Юрійовича, к.т.н., доцента, доцента кафедри аерокосмічної теплотехніки «ХАІ»;

Михайленка Тараса Петровича, к.т.н., доцента, доцента кафедри аерокосмічної теплотехніки «ХАІ»;

Петухова Іллі Івановича, к.т.н., доцента, доцента кафедри аерокосмічної теплотехніки «ХАІ»;

Чорної Наталі Анатоліївни, к.т.н., доцента, доцента кафедри аерокосмічної теплотехніки «ХАІ»;

Шкабури Володимира Анатолійовича, к.т.н., старшого викладача кафедри аерокосмічної теплотехніки «ХАІ»;

Мірошнікова Віталія Юрійовича, д.т.н., професора, завідувача кафедри міцності літальних апаратів «ХАІ»;

Воробйова Юрія Анатолійовича, д.т.н., професора, професора кафедри технології виробництва літальних апаратів;

Широкого Юрія Вячеславовича, к.т.н., доцента, декана факультету авіаційних двигунів, професор кафедри теоретичної механіки, машинознавства та роботомеханічних систем «ХАІ»;

Костікова Андрія Олеговича, член-кореспондента НАН України, д.т.н., професора, лауреата Державної премії України в галузі науки і техніки, заступника директора з наукової роботи Інституту енергетичних машин і систем ім. А.М. Підгорного НАН України;

Єгорова Андрія Володимировича, к.т.н., доцента, завідувача кафедри електричних машин Національного технічного університету "ХПІ";

відбулася публічна презентація дисертаційної роботи *Третяк Ірини Ігорівни* на тему «Підвищення потужності та надійності генераторів за рахунок вдосконалення теплових процесів».

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

1. Актуальність теми дослідження

Дисертаційну роботу присвячено актуальному питанню підвищення надійності роботи гідрогенераторів, в тому числі гідрогенераторів-двигунів, та забезпечення підвищення їхньої потужності шляхом створення нових методів тривимірного розрахунку теплового стану вузлів та деталей. Було виконано розрахунок розподілу температур в вузлах гідрогенератора-двигуна з реконструйованою системою охолодження для визначення потенційної можливості підвищення його потужності.

Запропонований варіант реконструкції системи охолодження гідрогенератора-двигуна полягає в заміні окремо встановлених нагнітачів на відцентрові нагнітачі, встановлені безпосередньо на роторі, що дозволить суттєво підвищити надійність цього обладнання. В ході проектування нового нагнітача було визначено його оптимальну конструкцію з урахуванням особливостей конструкції гідрогенератора-двигуна та його робочих режимів. Для підтвердження надійної роботи було обчислено напірну характеристику нагнітача, а також виконано аналіз напружено-деформованого стану робочого колеса вентилятора від впливом діючих на нього відцентрових навантажень у всіх можливих режимах роботи.

За результатами аеродинамічного та теплового розрахунків було встановлено, що запаси за температурами вузлів гідрогенератора-двигуна дозволяють розглянути питання потенційного збільшення потужності реконструйованого гідрогенератора-двигуна на 5...7% при забезпеченні відповідної потужності насос-турбіни, з якою він з'єднаний. Остаточна можливість збільшення потужності гідроагрегату має бути підтверджена шляхом виконання повного комплексу розрахунків гідрогенератора-двигуна і насос-турбіни.

Метою дисертаційної роботи є підвищення потужності та надійності гідрогенератора-двигуна за рахунок використання сучасних методів скінченних елементів та обчислювальної гідрогазодинаміки.

Результатом проведених досліджень стали розроблені ефективні методи моделювання аеродинамічних параметрів системи охолодження, теплового стану вузлів гідрогенераторів, в тому числі гідрогенераторів-двигунів.

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

Дисертаційна робота виконана в Національному аерокосмічному університеті "Харківський авіаційний інститут".

Робота проводилася відповідно до "Енергетичної стратегії України на період до 2035 р.", що схвалена розпорядженням розпорядження Кабінету Міністрів України № 605-р. від 18.08.2017 р., та "Енергетичної стратегії

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

3. Наукова новизна отриманих результатів

У дисертації вперше одержані такі нові наукові результати:

1. Вперше створений новий метод розрахунку системи охолодження гідрогенераторів у тривимірній постановці для симетричної задачі, що враховує всі конструктивні особливості конструкції, розподіл аеродинамічних параметрів повітря та характеристики нагнітача.

2. Удосконалено алгоритм формування граничних умов для тривимірних моделей конструктивних компонентів гідрогенераторів в частині визначення аеродинамічних параметрів повітря, конструктивних властивостей вузлів та елементів гідрогенераторів, теплофізичних властивостей повітря.

3. Вперше обґрунтовано підвищення надійності та потужності гідрогенератора-двигуна за рахунок відмови від окремо встановлених нагнітачів в системі охолодження та введення в якості нагнітача спеціальних лопатей, розташованих на роторі, які можуть створювати необхідний напір при напрямку обертання ротора як за годинниковою стрілкою, так і проти неї.

Теоретичне та практичне значення результатів роботи

1. Розроблений метод розрахунку теплового та аеродинамічного стану гідрогенератора-двигуна з використанням відцентрового нагнітача, встановленого безпосередньо на ободі ротора гідрогенератора-двигуна, може бути використано для створення більш потужних та надійних гідрогенераторів.

2. Розроблена конструкція відцентрового нагнітача може бути використана для підвищення ефективності систем охолодження, що в свою чергу дасть змогу збільшити потужність та надійність гідрогенераторів.

3. Запропонований метод може бути використаний при проектуванні та розрахунку багатокомпонентних високоефективних систем охолодження авіаційної та аерокосмічної техніки.

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

4. Апробація/використання результатів дисертації

Результати роботи доповідалися, обговорювалися і отримали позитивну оцінку на: науково-практичній конференції "Сучасні проблеми двигунобудування, енергетики та інтелектуальної механіки" (Україна, м. Харків, Національний аерокосмічний університет «ХАІ», 2025 р.) та науково-практичній конференції "Integrated Computer Technologies in

Mechanical Engineering - 2023", (Україна, м Харків, Національний аерокосмічний університет «ХАІ», 2023 р.).

Отримано патенти на корисну модель:

1. Патент на корисну модель UA 158317 Україна, МПК H02K 9/04, H02K 9/08. Система охолодження гідрогенератора капсульного типу / Третяк О.В., Сергієнко С.А., Жуков А.Ю., Кравченко С.С. Шульга І.М., Ареф'єва М.О., **Третяк І.І.** – № u202401526; заявл. 25.03.2024; опубл. 22.01.2025; Бюл. № 4. – 5 с., <https://iprop-ua.com/inv/6eurjyg4>.

Розроблені авторкою наукові положення реалізовані:

- на ТОВ "ХЕМЗ" (м. Харків) при проєктуванні нових та реконструкції існуючих гідрогенераторів, гідрогенераторів-двигунів та інших типів електричних машин;

- в науково-методичному процесі кафедри аерокосмічної теплотехніки Національного аерокосмічного університету "Харківський авіаційний інститут".

5. Дотримання принципів академічної доброчесності

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

6. Перелік публікацій за темою дисертації із зазначенням особистого внеску здобувачки.

За результатами досліджень опубліковано 8 наукових публікацій, у тому числі:

- п'ять статей у наукових періодичних виданнях включених до категорії «А» Переліку наукових фахових видань України або у закордонних виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science та/або Scopus;
- дві тези доповідей на міжнародних наукових конференціях;
- один патент на корисну модель.

Статті у наукових періодичних виданнях включених до категорії «А» Переліку наукових фахових видань України або у закордонних виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science та/або Scopus:

1. Tretiak O., Kritskiy D., Kobzar I., Arefieva M., Selevko V., Brega D., Maiorova K., **Tretiak I.** (2023). Stress-Strained State of the Thrust Bearing Disc of Hydrogenerator-Motor. *Computation*, 11(3), 60. (**Scopus Q2**) <https://doi.org/10.3390/computation11030060>;

Здобувачкою виконано створення сітки скінченних елементів та побудова методу розрахунку на міцність елементів конструкції гідрогенератора в тривимірній постановці.

2. Tretiak O., Kritskiy D., Kobzar I., Sokolova V., Arefieva M., **Tretiak I.**, Hromenko D., Nazarenko V. Modeling of the Stress-Strain of the Suspensions of the Stators of High-Power Turbogenerators. *Computation*. – 2022. – Vol. 10, iss. 11, 191. – P. 1–13. (**Scopus Q2**) <https://doi.org/10.3390/computation10110191> ;

Здобувачкою виконано аналіз термічних факторів та розрахунок граничних умов для аналізу напружено-деформованого стану конструкції.

3. Tretiak O., Kravchenko S., Shestak B., Shpitalnyi D., Arefieva M., **Tretiak I.**, Serhiienko S., Kovryga A. (2025). Devising a method for designing multicomponent diffusers of compressors in turbogenerators with hydrogen cooling. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 4. 26-38. (**Scopus Q3**) <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.337285> ;

Здобувачкою виконано створення методів розрахунку елементів систем охолодження з аналізом та верифікацією результатів шляхом порівняння з експериментальними даними.

4. Tretiak O., Kravchenko S., Mykhailychenko O., Nazarenko V., Smyk S., Vasyliiev O., Arefieva M., **Tretiak I.**, Serhiienko S., Selevko V. (2025). Devising a method for calculating the structure of efficient cooling systems for thrust bearings and guide bearings in hydrogenerators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3(1 (135), 38–50. (**Scopus Q3**) <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.329021>;

Здобувачкою виконано створення алгоритмів та побудова тривимірних моделей для аналізу елементів системи охолодження конструктивних компонентів гідрогенератора.

5. Tretiak O., Serhiienko S., Zhukov A., Gakal P., **Tretiak I.** et al., "Peculiarities of the Design of Housing Parts of Large Direct Current Machines", *SAE Int. J. Mater. Manf.* 17(1):2024. ISSN: 1946-3979, e-ISSN: 1946-3987, (**Scopus Q3**) <https://doi.org/10.4271/05-17-01-0005> .

Здобувачкою виконано створення та розробка корпусних елементів електричних машин великої потужності в тривимірній постановці.

Список публікацій, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

6. Гакал П., **Третяк І.**, Ареф'єва М. (2024). Дослідження процесів теплопередачі в системах охолодження гідрогенераторів. Відкрита науково-практична конференція "Сучасні проблеми двигунобудування, енергетики та інтелектуальної механіки"; Харків: Нац. аерокосмічний ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2024
<https://dspace.library.khai.edu/xmlui/bitstream/handle/123456789/7872/90-91.pdf?sequence=1> ;

Здобувачкою виконано дослідження процесів теплопередачі в системах охолодження гідрогенераторів в тривимірній постановці.

7. Gakal P., **Tretiak I.**, Arefieva M., Nazarenko V. (2024). Thermal State Determination of the Heat Exchanger in the Three-Dimensional Setting, *Integrated*

Computer Technologies in Mechanical Engineering - 2023. ICTM 2023. V. 1008. Lecture Notes in Networks and Systems. PP. 327–336. https://doi.org/10.1007/978-3-031-61415-6_28 .

Здобувачкою виконано розрахунок параметрів теплообмінників для задачі охолодження генераторів.

Список публікацій, які додатково відображають наукові результати дисертації:

8. Патент на корисну модель UA 158317 Україна, МПК H02K 9/04, H02K 9/08. Система охолодження гідрогенератора капсульного типу / Третяк О.В., Сергієнко С.А., Жуков А.Ю., Кравченко С.С. Шульга І.М., Ареф'єва М.О., **Третяк І.І.** – № u202401526; заявл. 25.03.2024; опубл. 22.01.2025; Бюл. № 4. – 5 с., <https://iprop-ua.com/inv/6eurjyg4>.

Здобувачкою виконано створення моделей та креслеників нової конструкції.

7. Висновок наукового керівника

Виконання індивідуального навчального плану, індивідуального плану наукової роботи, досягнення результатів навчання за відповідною науково-освітньою програмою та написання дисертації Третяк Іриною Ігорівною вважаю успішним. Дисертаційна робота є результатом самостійного дослідження, завершеною науковою працею, яка містить наукову новизну. Вона виконана на високому науковому рівні та відповідає всім установленим вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії й може бути рекомендована до захисту, а її авторка Третяк Ірина Ігорівна – до присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 142 Енергетичне машинобудування.

Отже, вважаємо, що дисертаційна робота Третяк Ірини Ігорівни на тему «Підвищення потужності та надійності генераторів за рахунок вдосконалення теплових процесів», представлена на здобуття ступеня доктора філософії, відповідає вимогам Порядку присудження наукового ступеня доктора філософії (Постанова Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. №44). Відтак, вона може бути представлена до захисту в разовій спеціалізованій раді для присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 14 Електрична інженерія за спеціальністю 142 Енергетичне машинобудування.

Головуючий на засіданні
в.о. завідувача кафедри
аерокосмічної теплотехніки
Національного аерокосмічного
університету «Харківський
авіаційний інститут»
к.т.н., доцент



Костянтин ЄПІФАНОВ