

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертаційної роботи *Сергієнко Сергія Анатолійовича* на тему «Створення методів тривимірного моделювання, проєктування, розрахунку та впровадження багатокомпонентних конструкцій у виробництві великих машин постійного струму», представлену на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань 13 Механічна інженерія за спеціальністю 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка

На засіданні кафедри аерогідродинаміки за участі:

- Третяка Олексія Володимировича, д.т.н., доцента, завідувача кафедри аерогідродинаміки «ХАІ»;
- Обідіна Дмитра Миколайовича, д.т.н., професора, професора кафедри аерогідродинаміки «ХАІ»;
- Чмовжа Віталія Віталійовича, к.т.н., доцента, професора «ХАІ», професора кафедри аерогідродинаміки «ХАІ»;
- Бреги Дмитра Андрійовича, к.т.н., доцента, професора кафедри аерогідродинаміки «ХАІ»;
- Репетенка Михайла Володимировича, к.т.н., доцента, доцента кафедри аерогідродинаміки «ХАІ»;
- Кашенка Олександра Олександровича, к.т.н., доцента, доцента кафедри аерогідродинаміки «ХАІ»;
- Сургайло Марії Леонідівни к.т.н., доцента кафедри аерогідродинаміки «ХАІ»;
- Кравченка Станіслава Сергійовича, PhD, старшого викладача кафедри аерогідродинаміки «ХАІ»;
- Арефьєвої Марії Олександрівни, PhD, доцента кафедри аерогідродинаміки «ХАІ»;
- Соколової Вікторії Вікторівни, асистента кафедри аерогідродинаміки «ХАІ»;
- Мадонича Андрія Олексійовича, асистента кафедри аерогідродинаміки «ХАІ»;
- Мірошнікова Віталія Юрійовича, д.т.н., професора, завідувача кафедри міцності літальних апаратів «ХАІ»;
- Лисиці Олексія Юрійовича, к.т.н., доцента, доцента кафедри конструкції аерокосмічної теплотехніки «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;
- Пешка Віталія Анатолійовича, к.т.н., доцента, в.о. завідувача кафедри теплової та альтернативної енергетики Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського";

відбулася публічна презентація дисертаційної роботи *Сергієнко Сергія Анатолійовича* на тему «**Створення методів тривимірного моделювання, проєктування, розрахунку та впровадження багатокomпонентних конструкцій у виробництві великих машин постійного струму**».

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 створенню методів тривимірного моделювання та проєктування багатокomпонентних конструкцій у виробництві великих машин постійного струму (ВМПС) для вирішення актуальних питань щодо підвищення надійності їх конструкції та забезпечення гнучкості виробництва. Було виконано розрахунок розподілу напружень та деформацій в межах станини ВМПС для визначення критичних навантажень, пов'язаних з особливостями виконання технологічних операцій. Розглянуто проєктування та розрахунок напружено-деформованого стану корпусних частин ВМПС під час виготовлення та експлуатації. При цьому вперше враховано як класичні електромагнітні сили, так і зусилля при виконанні технологічних операцій, необхідних для механічної обробки та складання таких об'єктів, а також в процесі транспортування. В частині визначення механічних напружень було встановлено, що запаси міцності спроектованої конструкції дозволяють забезпечити міцність елементів станини під час виготовлення ВМПС та безпечну роботу під час експлуатації без обмежень за навантаженнями та режимами роботи.

Тривимірний аналіз напружено-деформованого стану конструкції при виконанні технологічних операцій, а саме нахилу, підйому та переміщення станини ВМПС без полюсів і з полюсами, показав, що значення механічних напружень та деформацій, які виникають у з'єднаннях станини базового виконання, перевищують допустимі межі, що призводить до значної деформації конструкції. У роботі спроектовано конструкцію станини з додатковими ребрами жорсткості та виконані розрахунки напружено-деформованого стану вузла. Проведений аналіз посиленої конструкції показав, що при виконанні технологічних операцій механічні напруження, які виникають, не перевищують допустимих, а всі деформації знаходяться в пружній зоні для використаного матеріалу.

Додатково розглянуті питання випробувань електричних машин з урахуванням впроваджених сучасних європейських стандартів, що вимагають оновлення існуючих методів випробувань електричних машин та засобів випробувань.

Метою дисертаційної роботи є розробка методів дослідження напружено-деформованого стану елементів конструкції ВМПС, зокрема станини, у тривимірній постановці із використанням методу скінченних елементів, застосування яких дозволить досягти зменшення залишкових напружень станини у процесі її виробництва.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами
Дисертаційна робота виконана в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут».

3. Наукова новизна отриманих результатів

У дисертації вперше одержані такі нові наукові результати:

1. Вперше створений новий метод розрахунку напружено-деформованого стану станини великої машини постійного струму, що на відміну від існуючих дозволяє враховувати технологічні та основні силові фактори у тривимірній постановці.

2. Удосконалено алгоритм завдання граничних умов для тривимірних моделей конструктивних компонентів електричних машин у частині детального опису навантажень в різні моменти циклу виробництва та експлуатації.

3. Удосконалено алгоритм та методика проведення випробувань електричних машин в частині їх відповідності вимогам впроваджених сучасних європейських стандартів.

4. Набули подальшого розвитку існуючі інженерні методи визначення напружено-деформованого стану на основі класичної теорії міцності в частині удосконалення точності розподілу напружень на основі математичного моделювання конструкції з врахуванням тривимірного розподілу технологічних та основних силових факторів.

4. Теоретичне та практичне значення результатів роботи

1. Розроблений метод визначення напружено-деформованого стану станини ВМПС з урахуванням навантажень, що виникають при технологічних операціях в процесі виготовлення, та під час експлуатації готового виробу, дозволяє підтвердити працездатність конструкції корпусів не тільки для основних режимів роботи, а також для технологічних операцій (підйом, кантування).

2. На основі розробленого методу обґрунтовано створення додаткових ребер жорсткості, що забезпечує посилення конструкції станини ВМПС для запобігання недопустимих деформацій під час технологічних операцій.

3. Розроблені рекомендації щодо проведення випробувань електричних машин постійного струму, що базуються на впроваджених сучасних європейських стандартах.

Розроблені в роботі методи тривимірного розрахунку розподілу напружень можуть бути використані при дослідженні напружено-деформованого стану іншого електромашинного обладнання.

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

5. Апробація/використання результатів дисертації

Основні результати роботи представлені на конференціях:

1. О.В. Третяк, С.С. Кравченко, П.Г. Гакал, Б.К. Шестак, **С.А. Сергієнко**, В.В. Назаренко. Аналіз напружено-деформованого стану бандажного вузла для оцінки можливості підвищення потужності турбогенератора. XXX - міжнародний конгрес двигунобудівників: – Харків: Нац. аерокосмічний ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2025 – 65 с. <https://doi.org/10.32620/IPEC.25>;

2. Tretiak O., Kravchenko S., Zhukov A., **Serhiienko S.**, Application of the finite element method to determine the limit geometric dimensions of the shaft journal of a synchronous electric motor: Collection of Scientific Papers with Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference. International Scientific Unity. October 8-10, 2025. Seville, Spain. 149-154 p. <https://isu-conference.com/en/archive/the-integration-of-research-innovation-and-economy-08-10-25/>;

3. Oleksii Tretiak, Viacheslav Nazarenko, **Serhii Serhiienko**, Anton Zhukov, New methods for calculating of cooling systems of direct current electric machines: Міжнародна науково-практична інтернет-конференція на тему «Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення» (випуск 103), 14-15 жовтня 2025 р. <http://www.konferenciaonline.org.ua/ua/article/id-2321/>;

Отримано патенти на корисну модель:

1. Патент на корисну модель UA 156013 Україна, МПК H02K 9/04, H02K 1/20, H02K 1/18. Статор електричної машини / Третяк О.В., Макаров П.М., **Сергієнко С.А.**, Жуков А.Ю., Кравченко С.С. – № u202306089; заявл. 14.12.2023; опубл. 24.04.2024; Бюл. № 17. – 4 с. <https://iprop-ua.com/inv/kbxxr8jpi> ;

2. 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., Арефьєва М.О., Третяк І.І. – № u202401526; заявл. 25.03.2024; опубл. 22.01.2025; Бюл. № 4. – 5 с., <https://iprop-ua.com/inv/beurpjyg4> .

Розроблені автором наукові положення реалізовані:

- на ТОВ "Харківський електро-машинобудівний завод" (м. Харків) при проектуванні нових та реконструкції існуючих великих машин постійного струму;

- в науково-методичних процесах кафедри Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут».

6. Дотримання принципів академічної доброчесності

За результатами науково-технічної експертизи дисертація Сергієнко С. А. 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.

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

За результатами досліджень опубліковано 13 наукових публікацій, у тому числі:

– одна стаття у науковому фаховому виданні затвердженому МОН України

– шість 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;

– три тези доповідей на міжнародних наукових конференціях;

– одна монографія;

– два патенти на корисну модель.

Статті у наукових фахових виданнях затверджених МОН України:

1. Tretiak, O., Kravchenko, S., Gakal, P., Shestak, B., **Serhiienko, S.**, & Nazarenko, V. (2025). Створення методу визначення запасів міцності елементів конструкцій бандажних вузлів турбогенераторів. *Авіаційно-космічна техніка і технологія*, 0 (4sup2), 149-159. <https://doi.org/doi.org/10.32620/aktt.2025.4sup2.17>.

Здобувачем виконано обчислення та завдання початкових та граничних умов міцнісного розрахунку в частині аналізу та розрахунку багатофакторних термонапружених чинників у тривимірній постановці.

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:

2. Tretiak O, Arefieva M, Krytskyi D, Kravchenko S, Shestak B, Smakhtin S, Kovryga A, **Serhiienko S**. Features of Three-Dimensional Calculation of Gas Coolers of Turbogenerators. *Computation*. 2025; 13(8):192. (**Scopus Q3**) <https://doi.org/10.3390/computation13080192>;

Здобувачем виконано впровадження комбінованого підходу розрахунку газоохолоджувачів турбогенератору, заснованого на аналітичних розрахунках та обчислювальній гідродинаміці, для детальної оцінки теплообміну між ребрами охолоджуючої труби і воднем.

3. Tretiak, O., Arefieva, M., Makarov, P., **Serhiienko, S.**, Zhukov A., Shulga I., Penkovska N., Kravchenko S., Kovryga A. "Study of Different Types of Ventilation and Cooling Systems of Bulb Hydrogenerators in a Three-Dimensional Setting", *SAE International Journal of Materials and Manufacturing*. 18(3):2025. (**Scopus Q3**) <https://doi.org/10.4271/05-18-03-0020>;

Здобувачем виконано створення тривимірних моделей корпусів гідрогенераторів з впровадженням нових конструктивних рішень побудови систем охолодження; формування математичної моделі радіальної та тангенціальної систем вентиляції.

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>;

Здобувачем виконана підготовка розрахункової сітки скінченних елементів достатньої збіжності для деталей великих електричних машин з значними геометричними відмінностями за характерними розмірами.

5. Tretiak, O., **Serhiienko, 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>.

Здобувачем проведений аналіз напружено-деформованого стану станини ВМПС в тривимірній постановці з використанням методу скінченних елементів за допомогою програмного комплексу SolidWorks; створений новий методу розрахунку, що вперше враховує технологічні та конструктивні чинники у тривимірній постановці.

6. Tretiak, O., Smyk, S., Kravchenko, S., Smakhtin, S., Brega, D., Zhukov, A., **Serhiienko, 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>

Здобувачем проведено обчислення тривимірних силових факторів, викликаних дією конструктивних навантажень, створено метод завдання граничних умов для контактних термонапружених задач з елементами різного модуля пружності.

7. Tretiak, O., Kovryga, A., Kravchenko, S., Shpitalnyi, D., Zhukov, A., **Serhiienko, S.**, Arefieva, M., Penkovska, N., Madonych, A. (2024). Estimating the influence of the rigidity of support assemblies on the resonance phenomena and the vibration state of a hydraulic unit. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6(7 (132)), 53–64. (**Scopus Q3**) <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.316778>.

Здобувачем виконано визначення основних параметрів та аналіз існуючих європейських стандартів в частині випробувань та забезпечення необхідного контролю параметрів при тривимірних розрахунках великих електричних машин;

Список публікацій, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

8. О.В. Третяк, С.С. Кравченко, П.Г. Гакал, Б.К. Шестак, **С.А. Сергієнко**, В.В. Назаренко. Аналіз напружено-деформованого стану бандажного вузла для оцінки можливості підвищення потужності турбогенератора. *XXX - міжнародний конгрес двигунобудівників*: – Харків: Нац. аерокосмічний ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2025 – 65 с. <https://doi.org/10.32620/IPEC.25>;

Здобувачем виконано аналіз фізичних властивостей існуючих матеріалів, використаних в роторах генераторів великої потужності; обчислення фактичних меж плинності, текучості та модуля пружності в відповідності для розрахованих теплових режимах.

9. Tretiak O., Kravchenko S., Zhukov A., **Serhiienko S.**, Application of the finite element method to determine the limit geometric dimensions of the shaft journal of a synchronous electric motor: *Collection of Scientific Papers with Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference. International Scientific Unity*. October 8-10, 2025. Seville, Spain. 149-154 p. <https://isu-conference.com/en/archive/the-integration-of-research-innovation-and-economy-08-10-25/>

Здобувачем виконано аналіз можливості використання різних типів сітки для міцнісного розрахунку елементів конструкції електричних машин.

10. Oleksii Tretiak, Viacheslav Nazarenko, **Serhii Serhiienko**, Anton Zhukov, New methods for calculating of cooling systems of direct current electric machines: *Міжнародна науково-практична інтернет-конференція на тему «Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення»* (випуск 103), 14-15 жовтня 2025 р. <http://www.konferenciaonline.org.ua/ua/article/id-2321/>

Здобувачем виконано створення конструкції, що складаються з системи ребер, що забезпечують роботу ефективних каналів для корпусів електричних машин з різним типом вентиляції, заснованих на введенні додаткових нагнітальних компонентів, за умови виключення локацій з нульовими швидкостями повітря;

Список публікацій, які додатково відображають наукові результати дисертації:

11. Третяк О. В., Арефьєва М. О., Кобзар І. В., Репетенко М. В., **Сергієнко С. А.**, Жуков А. Ю., Пеньковська Н. С., Селевко В. Б., Назаренко В. В. Методи та концепції розрахунку турбо- та гідрогенераторів у тривимірній постанові: монографія - Харків: КП «Міська друкарня», 2023 – 138 с. ISBN 978-617-619-284-8.

Здобувачем створено метод розрахунку корпусних деталей крупних електричних машин з врахуванням специфічних факторів, позначених в європейських нормативних матеріалах, та ретельної проробки геометрії;

12. Патент на корисну модель UA 156013 Україна, МПК H02K 9/04, H02K 1/20, H02K 1/18. Статор електричної машини / Третяк О.В., Макаров П.М., **Сергієнко С.А.**, Жуков А.Ю., Кравченко С.С. – № u202306089; заявл. 14.12.2023; опубл. 24.04.2024; Бюл. № 17. – 4 с., <https://iprop-ua.com/inv/kbxr8jpi>;

Здобувачем виконано обчислення міцності конструкції статору електричної машини.

13. 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., Арефьєва М.О., Третяк І.І. – № u202401526; заявл. 25.03.2024; опубл. 22.01.2025; Бюл. № 4. – 5 с., <https://iprop-ua.com/inv/6eurjyg4>.

Здобувачем виконано математичний аналіз ефективності використаних нововведень в конструкцію гідрогенератору в частині можливої роботи згідно з нормативними документами України та Європейських норм.

8. Висновок наукового керівника

Виконання індивідуального навчального плану, індивідуального плану наукової роботи, досягнення результатів навчання за відповідною науково-освітньою програмою та написання дисертації Сергієнко Сергієм Анатолійовичем 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 автор Сергієнко Сергій Анатолійович – до присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка.

Отже, вважаємо, що дисертаційна робота Сергієнко Сергія Анатолійовича на тему «Створення методів тривимірного моделювання, проектування, розрахунку та впровадження багатокомпонентних конструкцій у виробництві великих машин постійного струму», 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 в галузі знань 13 Механічна інженерія за спеціальністю 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка.

Головуючий на засіданні
д.т.н., професор,
професор кафедри аерогідродинаміки
Національного аерокосмічного університету
«Харківський авіаційний інститут»

 Дмитро ОБІДІН