

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U003555

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 14-07-2026

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Шмарков Олександр Андрійович

2. Oleksandr A. Shmarkov

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0001-0916-515

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 142

Назва наукової спеціальності: Енергетичне машинобудування

Галузь / галузі знань: електрична інженерія

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: 142 Енергетичне машинобудування

Дата захисту: 11-08-2026

Спеціальність за освітою: Енергетичне машинобудування

Місце роботи здобувача: Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Код за ЄДРПОУ: 02066753

Місцезнаходження: проспект Героїв України, Миколаїв, Миколаївський р-н., 54007, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: 04ymc1w90

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 16079

Повне найменування юридичної особи: Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Код за ЄДРПОУ: 02066753

Місцезнаходження: проспект Героїв України, Миколаїв, Миколаївський р-н., 54007, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: 04ymc1w90

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Код за ЄДРПОУ: 02066753

Місцезнаходження: проспект Героїв України, Миколаїв, Миколаївський р-н., 54007, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: 04ymc1w90

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 55.37.29.17

Тема дисертації:

1. Ефективність камери згоряння газотурбінного агрегату контактного типу, що працює на водні
2. The efficiency of combustion chambers of contact-type gas turbine engines operating on hydrogen

Реферат/анотація:

1. У роботі: 1. Вперше обґрунтовано ефективність спалювання чистого водню в газотурбінних агрегатах контактного типу вітчизняного виробництва з впорскуванням перегрітої пари в камеру згоряння на основі вдосконаленої тривимірної математичної моделі процесів турбулентного горіння, яка відрізняється від відомих наявністю детального кінетичного механізму окиснення водню з урахуванням ступінчастого підведення пари по довжині жарової труби. 2. Вперше отримано фізико-хімічні закономірності реагування водню в високофорсованій камері згоряння ГТД при підведенні екологічної і енергетичної пари відповідно в первинну зону камери та зону розбавлення для зменшення викидів оксидів азоту і підвищення питомої потужності енергетичної системи. 3. Вперше теоретичним шляхом отримано, що в камері згоряння газотурбінного агрегату контактного типу зі ступінчастим впорскуванням пари раціональні значення відношення масових витрат первинного та вторинного повітря при сталій їх сумарній витраті становлять

0.8–0.9, а відношення масових витрат екологічної та енергетичної пари при сталій їх сумарній витраті становлять 1.0–1.1, що забезпечує емісію оксидів азоту менше 25 ppmvd у перерахунку на суху суміш з 15 % вмістом кисню. 4. Вдосконалено підхід до аналізу основних параметрів, які впливають на характеристики вигорання сумішей водню з повітрям і перегрітою парою, який ґрунтується на використанні реакторної моделі камери згоряння ГТД. 5. Подальшого розвитку набув метод числового тривимірного прогнозування енергетичних і екологічних характеристик камер згоряння ГТД, що працюють на водні, на основі детальних хімічних механізмів реагування, які враховують утворення проміжних нестабільних з'єднань, а також утворення і розкладання оксидів азоту. За розташуванням матеріалу робота побудована наступним чином: Вступна частина присвячена обґрунтуванню тематики дослідження, її актуальності, відповідності світовим тенденціям, показано зв'язок з існуючими дослідженнями, визначено об'єкт та предмет дослідження, його мету і задачі, описано методи, висвітлено головні аспекти методології дослідження та верифікації отриманих даних, визначено наукову новизну й практичне значення роботи, представлено послідовність викладення результатів дослідження у публікаціях та ступінь апробації на конференціях. У першому розділі проаналізовано сучасний стан досліджень на тему використання чистого водню в якості палива контактних газотурбінних двигунів, досліджено підходи до створення високоефективних камер згоряння, розглянуто можливість застосування контактних газотурбінних двигунів на судах типу FPSO та обґрунтовано необхідність проведення дисертаційного дослідження з даної тематики. У другому розділі описана методологія дослідження робочих процесів в камерах згоряння газотурбінних двигунів контактного типу, що працюють на водні. За допомогою математичного апарату описано процеси горіння водневого палива, особливості турбулізації і теплообміну потоків, можливості числового розв'язання систем диференціальних рівнянь за допомогою CFD-комплексів (Computational Fluid Dynamics). Третій розділ присвячено опису розробленої схеми гібридної газо-паротурбінної установки, яка складається з базового ГТД простої схеми з теплоутилізуючим контуром та контактної газотурбінної агрегату з впорскуванням водяної пари в камеру згоряння. Представлено розроблену математичну модель термодинамічних процесів в елементах цієї енергетичної системи та результати теоретичних досліджень закономірностей зміни параметрів гібридної газо-паротурбінної установки в залежності від потужності. У четвертому розділі детально розглядається методологія дослідження робочих процесів в камері згоряння контактної газотурбінної двигуна з двоступінчастим впорскуванням водяної пари і чистим воднем в якості основного палива, дано опис розробленої геометричної та кінцево-елементної тетраедральної моделей камери. Проведено тривимірні розрахунки робочого процесу камери згоряння з впорскуванням пари, що працює на водні, з використанням одноступінчастої схеми горіння, що дозволило виявити раціональні співвідношення витрат екологічної пари і повітря через компресор двигуна. У п'ятому розділі розроблено реакторну модель камери згоряння з впорскуванням пари, що працює на водні, проведено оптимізаційні розрахунки паливоспалюючого пристрою з метою покращення екологічних показників. Виявлено, що ефективним способом зниження викидів оксидів азоту є зменшення прохідного перерізу завихрювача, зменшення відношення витрат первинного та вторинного повітря та збільшення відношення витрат екологічної та енергетичної пари. Знайдено раціональні значення відношень витрат первинного та вторинного повітря, а також витрат екологічної та енергетичної пари через камеру для забезпечення Європейських норм на викиди токсичних компонентів газотурбінними двигунами. Розроблено рекомендації щодо вдосконалення конструктивної схеми камери згоряння для її роботи на водні в складі вітчизняного газотурбінного агрегату контактної типу.

2. In this work: 1. For the first time, the efficiency of pure hydrogen combustion in domestically produced hybrid contact-type gas-steam turbine installations with superheated steam injection into the combustion chamber has been substantiated. This is based on a developed three-dimensional mathematical model of turbulent combustion processes, which differs from existing models by incorporating a detailed kinetic mechanism of hydrogen oxidation with consideration of staged steam injection along the length of the combustor. 2. For the first time, physicochemical regularities of hydrogen reactivity have been obtained for a highly boosted gas turbine combustion chamber with the injection of ecological steam to the primary zone and power steam to the dilution

zone, aimed at reducing nitrogen oxide emissions and increasing the specific power of the energy system. 3. For the first time, theoretical studies have established that in a contact-type gas turbine combustion chamber with staged steam injection, the rational mass-flow ratio of primary to secondary air at a constant total air flow ranges from 0.8 to 0.9. The rational mass-flow ratio of ecological to power steam at a constant total steam flow ranges from 1.0 to 1.1. These ratios ensure nitrogen oxide emissions below 25 ppmvd when recalculated to a dry mixture with 15% oxygen content. 4. The approach to analyzing key parameters affecting the burnout characteristics of hydrogen-air-superheated-steam mixtures has been improved. This approach is based on the use of a reactor model of a gas turbine combustion chamber. 5. The method of three-dimensional numerical prediction of the energy and environmental performance of hydrogen-fueled gas turbine combustion chambers has been further developed. The thesis is structured as follows: The introductory part provides a rationale for the research topic, its relevance, and alignment with global trends. It demonstrates the connection to existing studies, defines the research object and subject, outlines the goals and tasks, describes the employed methods, and highlights key aspects of the research methodology and data verification. The scientific novelty and practical significance of the work are identified. The sequence of research results presentation in publications and the degree of their approval at conferences are also presented. Chapter 1 analyzes the current state of research on the use of pure hydrogen as a fuel for contact-type gas turbine engines, examines approaches to the development of high efficiency combustion chambers, considers the potential application of contact gas-turbine engines on FPSO vessels, and substantiates the need for conducting a dissertation study on this topic. Chapter 2 describes the research methodology for analyzing the working processes in combustion chambers of contact-type gas turbine engines operating on hydrogen. Using mathematical tools, the chapter outlines the hydrogen fuel combustion processes, the specific features of flow turbulization and heat transfer, and the capabilities of numerically solving systems of differential equations using CFD packages. Chapter 3 is dedicated to the description of the developed hybrid gas-steam installation. The chapter presents the developed mathematical model of the thermodynamic processes in the components of this power system, as well as the results of theoretical studies on the regularities of parameter changes in the hybrid gas-steam installation depending on its power output. Chapter 4 provides a detailed examination of the research methodology for analyzing the working processes in the combustion chamber of a contact-type gas turbine engine with two-stage steam injection and pure hydrogen as the main fuel. It includes a description of the developed geometric and tetrahedral finite-element models of the chamber. Three-dimensional calculations of the combustion chamber operation with steam injection using hydrogen as fuel were performed based on a single-stage combustion scheme. Chapter 5 presents the development of a reactor model of a combustion chamber with steam injection operating on hydrogen, and optimization calculations of the fuel-combustion device aimed at improving environmental performance. It was determined that an effective way to reduce nitrogen oxide emissions is to decrease the throat area of the swirler, reduce the mass-flow ratio of primary to secondary air, and increase the mass-flow ratio of ecological to power steam. Rational values of the mass-flow ratios of primary to secondary air, as well as ecological to power steam through the chamber, were identified to ensure compliance with European emission standards for toxic components from gas-turbine engines. Recommendations were developed for improving the design of the combustion chamber for hydrogen operation within a domestically produced contact-type gas turbine unit.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Енергетика та енергоефективність

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Освоєння нових технологій транспортування енергії, впровадження енергоефективних, ресурсозберігаючих технологій, освоєння альтернативних джерел енергії

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- Сербін С. І., Шмарков О. А. Параметри гібридної газопарової установки, що працює на водневому паливі. Збірник наукових праць НУК. Миколаїв: НУК, 2023. № 1 (490). С. 103–110.
- Сербін С. І., Шмарков О. А. Характеристики камери згоряння гібридної газопарової установки, що працює на водневому паливі, для судна FPSO. Shipbuilding and Marine Infrastructure. Миколаїв: НУК, 2023. № 1 (17). С. 22–30.
- Shmarkov O., Serbin S., Bondarenko M. Utilizing CFD technology in the design of the combustion chamber for the hydrogen-powered hybrid energy system. Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering – 2023. ICTM 2023. Lecture Notes in Networks and Systems. Cham: Springer, 2024. Vol. 1008. P. 409–419.
- Serbin S., Shmarkov O. Hybrid Gas and Steam Turbine Power Plant for FPSO Vessel. IET Conference Proceedings. 2023. Vol. 2023. Issue 31. P. 533–536.
- Шмарков О. А. Використання детальних кінетичних моделей горіння водню при CFD-моделюванні процесів у газотурбінних установках офшорних суден. Shipbuilding and Marine Infrastructure. Миколаїв: НУК, 2024. № 1 (18). С. 18–26.
- Shmarkov O., Serbin S., Korobko V. Using Detailed Kinetic Schemes for CFD Calculations of HydrogenFueled Gas Turbine Combustion Chamber Processes. Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering – 2024. Lecture Notes in Networks and Systems. Cham : Springer, 2025. Vol. 1474. P. 205–214.
- Сербін С. І., Шмарков О. А. Оптимізація екологічних параметрів камери згоряння контактного газотурбінного двигуна, що працює на водні, з використанням реакторної моделі. Збірник наукових праць НУК. Миколаїв : НУК, 2025. № 2 (500). С. 119–125.
- Сербін С. І., Діасамідзе Б. Т., Шмарков О. А. Можливості застосування водневого палива при роботі камери згоряння гібридної газотурбінної установки. Суднова енергетика: стан і проблеми: Матеріали XI Міжн. наук.-техн. конференції. Миколаїв : Торубара В.В., 2023. С. 41–44.
- Діасамідзе Б. Т., Шмарков О. А. Можливості використання газотурбінних двигунів у морському транспорті. Суднова енергетика: стан та проблеми: Матеріали Міжн. наук.-техн. конференції. Миколаїв : Торубара В.В., 2023. С. 44–49.
- Сербін С. І., Шмарков О. А. Обґрунтування можливостей використання водню в якості палива для ГТД контактного типу. Сучасний стан та проблеми двигунобудування: Матеріали Міжн. наук.-техн. конференції. Миколаїв : Торубара В.В., 2022. С. 130–132.
- Shmarkov O. Possibilities of using hydrogen fuel in hybrid gas-steam units. Innovative Approaches to Solving Scientific Problems: Proceedings of the XIX International Scientific and Practical Conference. Tokyo, Japan, 16–19 May 2023. С. 421–423.
- Сербін С. І., Шмарков О. А., Daifen Chen., Jianming Zhang. Підвищення якості розрахунків роботи камери згоряння з впорскуванням пари шляхом застосування багаторівневих механізмів окиснення палива. Сучасний стан та проблеми двигунобудування: Матеріали Міжн. наук.-техн. конференції. Миколаїв : Іліон, 2024. С. 144–146.
- Сербін С. І., Шмарков О. А. Використання реакторної моделі для прогнозування екологічних параметрів камери згоряння з впорскуванням пари, що працює на водні. Інновації в суднобудуванні та океанотехніці : Матеріали Міжн. наук.-техн. конференції. Миколаїв : НУК, 2025. С. 382–386.
- S. Serbin, O. Shmarkov, O. Cherednichenko, B. Lychko, N. Korobyeynikova, K. Burunsuz. Hydrogen-Powered Combined Gas and Steam Energy System. Proceedings of 29th International Scientific Conference. Transport Means 2025.Klaipeda: TECHNOLOGIA, 2025. pp. 41–46.

Наукова (науково-технічна) продукція: пристрої; технології

Соціально-економічна спрямованість: поліпшення стану навколишнього середовища; економія енергоресурсів

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Сербін Сергій Іванович
2. Serhii I. Serbin

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.08.05

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-3423-2681

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Код за ЄДРПОУ: 02066753

Місцезнаходження: проспект Героїв України, Миколаїв, Миколаївський р-н., 54007, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: 04umc1w90

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Сагін Сергій Вікторович
2. Sergii Sagin

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.22.20

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-8742-2836

Додаткова інформація: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=58604851200>;
<https://scholar.google.com.ua/citations?user=PPxBceYAAAAJ&hl=ru>

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Одеська морська академія"

Код за ЄДРПОУ: 01127799

Місцезнаходження: вул. Дідріхсона, Одеса, 65029, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Білоусов Євген Вікторович

2. Evgen V. Bilousov

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.08.05

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-8185-8209

Додаткова інформація: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57208404782>

Повне найменування юридичної особи: Одеський національний морський університет

Код за ЄДРПОУ: 01127777

Місцезнаходження: вул. Мечникова, Одеса, 65029, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Гогоренко Олексій Анатолійович

2. Oleksiy A. Gogorenko

Кваліфікація: к. т. н., доцент, 05.05.03

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-9157-6659

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Код за ЄДРПОУ: 02066753

Місцезнаходження: проспект Героїв України, Миколаїв, Миколаївський р-н., 54007, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: 04umc1w90

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кузнецов Валерій Валерійович

2. Valery V. Kuznetsov

Кваліфікація: д. т. н., доц., 05.05.03

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-3678-595X

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Код за ЄДРПОУ: 02066753

Місцезнаходження: проспект Героїв України, Миколаїв, Миколаївський р-н., 54007, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: 04umc1w90

VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради**

Митрофанов Олександр Сергійович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні**

Митрофанов Олександр Сергійович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Шмарков Олександр Андрійович

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна