



НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ КОНФЕРЕНЦІЇ
SCIENTIFIC AND TECHNICAL CONFERENCES

Національний університет кораблебудування
Admiral Makarov National University of Shipbuilding

**СУДНОВА ЕНЕРГЕТИКА:
СТАН ТА ПРОБЛЕМИ
МАТЕРІАЛИ**
**XII МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ**

05–07 листопада 2025 року

**SHIP POWER ENGINEERING:
STATE AND PROBLEMS
PROCEEDINGS**

OF THE XII INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND TECHNICAL CONFERENCE

November 05 - 07, 2025



Миколаїв (Mykolaiv) 2025

Міністерство освіти і науки України (*Ministry of Education and Science of Ukraine*)
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
(*Admiral Makarov National University of Shipbuilding*)
ДП «Дослідно-проектний центр кораблебудування»
(*State Research and Design Shipbuilding Centre*)
ДП НВК газотурбобудування «Зоря»-«Машпроект»
(*Gas Turbine Research & Production Complex "Zorya" - "Mashproekt"*)
Одеський національний морський університет (*Odessa National Maritime University*)
Херсонська державна морська академія (*Kherson State Maritime Academy*)
Batumi Navigation Teaching University (Georgia)
(*Батумський навігаційний навчальний університет (Грузія)*)
Kielce University of Technology (Poland) (*Келецький технологічний університет (Польща)*)
Jiangsu University of Science and Technology (China) (*Університет науки і технологій Цзянсу (Китай)*)
Bureau Veritas (Marine & Offshore) (Canada) (*Бюро Верітас: (Морські та шельфові споруди) (Канада)*)
Aalborg University (Denmark) (*Ольборзький університет (Данія)*)

СУДНОВА ЕНЕРГЕТИКА: СТАН ТА ПРОБЛЕМИ

XII Міжнародна науково-технічна конференція

МАТЕРІАЛИ

05-07 листопада 2025 року

*Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова, вул. Героїв України, 9*

*Машинобудівний навчально-науковий інститут,
вул. Ковальська, 5*

Миколаїв
Видавець Ємельянова Т.В.
2025

УДК 629.5:62
С 89

ОРГАНІЗАТОРИ КОНФЕРЕНЦІЇ

Міністерство освіти і науки України (*Ministry of Education and Science of Ukraine*)

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
(*Admiral Makarov National University of Shipbuilding*)

ДП «Дослідно-проектний центр кораблебудування» (*State Research and Design Shipbuilding Centre*)

ДП НВК газотурбобудування «Зоря»–«Машпроєкт»
(*Gas Turbine Research & Production Complex "Zorya"–"Mashproekt"*)

Одеський національний морський університет (*Odessa National Maritime University*)

Херсонська державна морська академія (*Kherson State Maritime Academy*)

Batumi Navigation Teaching University (Georgia) (*Батумський навігаційний навчальний університет (Грузія)*)

Kielce University of Technology (Poland) (*Келецький технологічний університет (Польща)*)

Jiangsu University of Science and Technology (China) (*Університет науки і технологій Цзянсу (Китай)*)

Bureau Veritas (Marine & Offshore) (Canada) (*Бюро Верітас: (Морські та шельфові споруди) (Канада)*)

Aalborg University (Denmark) (*Ольборзький університет (Данія)*)

**Матеріали публікуються за оригіналами, які представлені авторами.
Претензії щодо змісту та якості матеріалів не приймаються.
Відповідальність за зміст несе автор.**

Відповідальний за випуск
Личко Богдан Михайлович

С 89 Суднова енергетика: стан та проблеми: матеріали XII Міжнародної науково-технічної конференції. – Миколаїв: Вид. Ємельянова Т. В., 2025. – 405 с.

У збірнику наведенні матеріали XII Міжнародної науково-технічної конференції «Суднова енергетика: стан та проблеми». Збірник становить інтерес для наукових працівників, викладачів, інженерів та студентів.

ISBN 978-966-2650-50-1

Ship Power Engineering: State and Problems: Proceedings of the XII International Scientific and Technical Conference. – Mykolaiv: Publisher Yemelyanova T. V., 2025. – 405 p.

The volume contains the proceedings of the XII International Scientific and Technical Conference «Ship Power Engineering: State and Problems». The collection is of interest to scientists, lecturers, engineers, and students.

УДК 629.5:62

© Національний університет кораблебудування, 2025
© Admiral Makarov National University of Shipbuilding 2025

Секція № 2. УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ У ЕЛЕМЕНТАХ СУДНОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК

УДК 621.45.034

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СЛАБКОСТРУМОВОГО ПЛАЗМОВОГО ІНТЕНСИФІКАТОРА В СИСТЕМІ ДВОПАЛИВНОЇ КАМЕРИ ЗГОРЯННЯ ГТД

А. В. Козловський¹, Б. Т. Діасамідзе²

¹канд. техн. наук, доцент кафедри турбін,

²PhD, викладач кафедри експлуатації суднових енергетичних установок та
теплоенергетики

Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна

¹artem.kozlovskiy@nuos.edu.ua, ²badri.diasamidze@nuos.edu.ua

Анотація. У роботі подано результати експериментальних досліджень слабкострумowego плазмowego інтенсифікатора, призначеного для використання в двопаливних камерах згоряння газотурбінних двигунів. Досліджено вольт-амперні характеристики плазмотрона при варіюванні витратами плазмоутворюючого та розпилювального повітря, а також при введенні рідкої фази, що імітує паливо. Встановлено особливості формування стабільного факела плазми та визначено діапазон стійкої роботи генератора. Показано перспективність використання плазмових інтенсифікаторів для підвищення надійності та ефективності роботи сучасних газотурбінних установок.

Ключові слова: газотурбінний двигун, двопаливна камера згоряння, плазмовий інтенсифікатор, стабільність горіння, експериментальні дослідження.

Вступ. Сучасний розвиток енергетичного машинобудування визначається тенденціями до підвищення ефективності та екологічності газотурбінних двигунів (ГТД), які широко застосовуються в авіаційній, судновій та енергетичній галузях [1–4]. Важливим завданням є вдосконалення процесів згоряння палива, зокрема у двопаливних камерах, що працюють як на рідких, так і на газоподібних видах палива [5]. Використання плазмових технологій відкриває нові можливості для інтенсифікації процесів займання, стабілізації полум'я та зниження емісії шкідливих речовин [6].

Актуальність даних досліджень зумовлена необхідністю створення високоефективних і надійних енергетичних установок нового покоління, які відповідатимуть вимогам щодо універсальності застосування та зменшення екологічного навантаження.

Постановка задачі та мета роботи. Одним із перспективних напрямів розвитку двопаливних камер згоряння є застосування низькотемпературної плазми, що формується в слабкострумowych плазмотронах. Проте для практичного впровадження таких систем необхідно

експериментально визначити їхні робочі характеристики, дослідити вплив параметрів живлення і подачі робочих середовищ на стабільність горіння дуги.

Метою роботи є експериментальне визначення вольт-амперних та енергетичних характеристик слабкострумowego плазмowego інтенсифікатора при його роботі з повітрям як плазмоутворюючим середовищем та з подачею рідкої фази, що імітує паливо.

Для досягнення мети вирішувалися такі завдання:

- дослідити вольт-амперні характеристики плазмотрону при різних витратах плазмоутворюючого та розпилювального повітря;
- оцінити вплив введення рідкої фази на процес пробую дуги та зону стабільної роботи;
- визначити діапазон стійкого функціонування генератора для подальшого використання у двопаливних камерах згоряння.

Методика досліджень. Для досягнення поставленої мети створено експериментальну установку, до складу якої входив слабкострумний плазмотрон постійного струму, система подачі повітря й води, блок живлення та вимірювальні прилади. Під час експериментів здійснювалося регулювання витрати плазмоутворюючого повітря, додаткового розпилювального повітря та рідини. Використовувалися як прямі методи вимірювання (сила струму, напруга, витрати), так і опосередковані (зважування, візуальні спостереження факела).

Особлива увага приділялася визначенню області стабільного горіння електричної дуги, що має ключове значення для роботи плазмowego інтенсифікатора у складі камери згоряння.

Основні результати. Отримані вольт-амперні характеристики генератора свідчать про крутопадаючий характер залежності напруги від струму за всіх режимів роботи. Установлено, що зі збільшенням витрати плазмоутворюючого повітря зростає довжина та потужність електричної дуги.

При введенні додаткового розпилювального повітря і води, яка імітувала рідке паливо, напруга пробую дуги зростала пропорційно до витрат середовищ, а зона стабільного горіння розширювалася з 0,1–0,9 А до 0,3–0,9 А. Максимальне значення робочої напруги досягало 1,3 кВ.

Слід відзначити, що при постійному значенні витрати води, зміни параметрів, а саме, плазмоутворювального повітря та розпилювального повітря, обмежувалися діапазоном стійкої роботи плазмотрона та потужністю джерела живлення. При витраті води 2,75 г/с, напруга пробую дуги зростала від 0,5 до 1,3 кВ, відповідно при струмі 0,1–0,3 А (рис. 1). Зростання напруги пробую зі збільшенням витрати води та розпилювального повітря може бути пояснене підвищенням тиску в системі каналів перерізу та на вихідному соплі під час змішування відповідних робочих середовищ. Цей фактор необхідно враховувати під час проектування джерел живлення для плазмотрона, призначеного для роботи як стабілізуючий елемент у процесах спалювання рідкого палива в камерах згоряння газотурбінних двигунів.

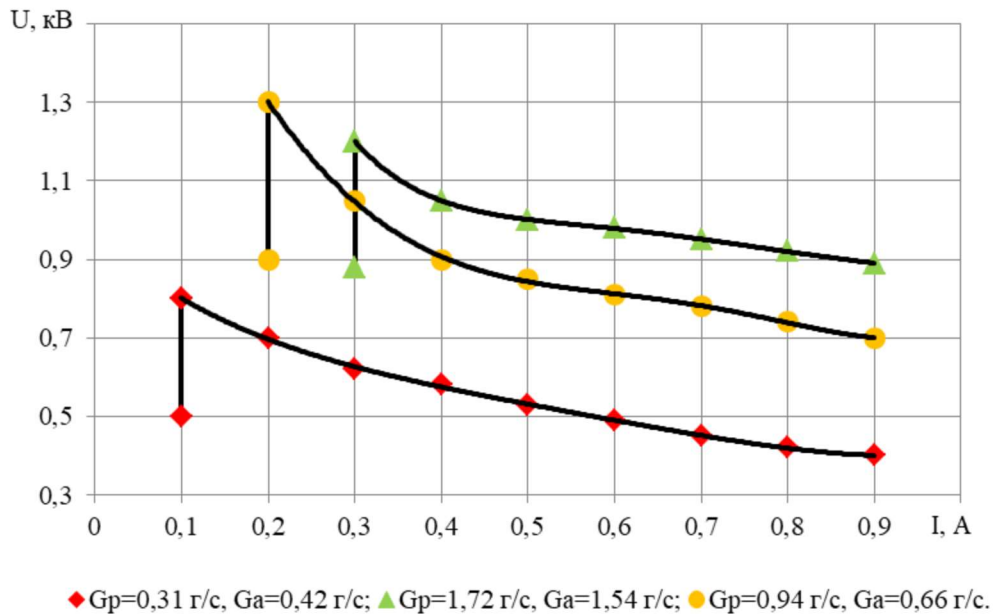


Рисунок 1 – Вольт-амперні характеристики плазмового інтенсифікатора при різних витратах плазмоутворюючого G_p та розпилюючого G_a повітря та подачею води $G_w = 2,75$ г/с

Встановлено, що стійке функціонування плазмового інтенсифікатора забезпечується в межах струмів 0,1–0,9 А за витрати плазмоутворюючого повітря до 1,6 г/с. При подачі розпилювального повітря нижня межа робочого струму підвищувалася до 0,3 А.

Візуальні спостереження підтвердили формування стійкого плазмового факела з рівномірним розподілом і достатньою довжиною для ефективного займання паливно-повітряної суміші.

Експериментальні дослідження підтвердили перспективність використання плазмових інтенсифікаторів у двопаливних камерах згорання. Крутопадаючий характер вольт-амперних характеристик свідчить про стабільність роботи плазмотрона, а вплив додаткових агентів дозволяє регулювати межі робочої зони.

Практична значимість роботи полягає у можливості вдосконалення конструкцій камер згорання для забезпечення їхньої ефективної роботи при переході між видами палива, а також у зниженні емісії та підвищенні надійності запуску ГТД.

Висновки. 1. Розроблено та випробувано слабкострумовий плазмовий інтенсифікатор, призначений для застосування в двопаливних камерах згорання ГТД. 2. Отримано вольт-амперні характеристики генератора за різних витрат плазмоутворюючого та розпилювального повітря і рідини. У всіх випадках спостерігався крутопадаючий характер залежностей. 3. Визначено діапазон стабільного горіння дуги: 0,1–0,9 А при подачі лише плазмоутворюючого повітря та 0,3–0,9 А при додатковому введенні повітря і води. 4. При витраті води 2,75 г/с, напруга пробую дуги зростала від 0,5 до 1,3 кВ, відповідно при струмі 0,1–0,3 А. 5. Результати можуть бути

використані для удосконалення конструкцій камер згоряння, що працюють на рідкому і газоподібному паливі, а також для створення ефективних систем плазмової підтримки займання.

Література:

- [1] Serbin, S., Kozlovskyi, A., & Burunsuz, K. (2023). Influence of plasma-chemical products on process stability in a low-emission gas turbine combustion chamber. *International Journal of Turbo & Jet-Engines*, 40(2), 203–213. <https://doi.org/10.1515/tjj-2020-0046>.
- [2] Serbin, S. I., Kozlovskyi, A. V., & Burunsuz, K. S. (2016). Investigations of nonstationary processes in low emissive gas turbine combustor with plasma assistance. *IEEE Transactions on Plasma Science*, 44(12), 2960–2964. <https://doi.org/10.1109/TPS.2016.2620983>.
- [3] Сербін, С. І., & Козловський А. В. (2021). Підвищення стійкості низькоемісійної камери згоряння газотурбінного двигуна. *Збірник наукових праць НУК імені адмірала Макарова*, 4(487), 7–13. [https://doi.org/10.15589/znp2021.4\(487\).2](https://doi.org/10.15589/znp2021.4(487).2)
- [4] Сербін, С. І., & Козловський А. В. (2025). Вибір моделі турбулентності для числового аналізу нестационарних процесів в газотурбінних камерах згоряння. *Збірник наукових праць НУК імені адмірала Макарова*, 2(500), 111–118. [https://doi.org/10.15589/znp2025.2\(500\).16](https://doi.org/10.15589/znp2025.2(500).16)
- [5] Сербін, С. І., & Козловський А. В., Вілкул С. В., & Діасамідзе Б.Т. (2025). Експериментальні дослідження енергетичних характеристик плазмохімічного інтенсифікатора. *Збірник наукових праць НУК імені адмірала Макарова*, 1(499), 76–82. [https://doi.org/10.15589/znp2025.1\(499\).11](https://doi.org/10.15589/znp2025.1(499).11)
- [6] Сербін, С. І., & Козловський А. В., Вілкул С. В., & Діасамідзе Б.Т. (2025). Експериментальні дослідження плазмового інтенсифікатора для двопаливної камери згоряння газотурбінного двигуна. *Авіаційно-космічна техніка і технологія. Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут»*, 3(203), 40–48. <https://doi.org/10.32620/aktt.2025.3.04>

Experimental investigations of a low-current plasma intensifier in the system of a dual-fuel gas turbine combustion chamber

Kozlovskyi A., Diasamidze B.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv

Abstract. The paper presents the results of experimental investigations of a low-current plasma intensifier intended for application in dual-fuel gas turbine combustion chambers. The volt-ampere characteristics of the plasma torch were obtained under varying air and liquid supply conditions. It was established that the arc discharge demonstrates a falling voltage-current dependence, while the introduction of atomizing air and water increases the arc breakdown voltage and extends the stable operating range. The results confirm the feasibility of plasma-assisted technologies to improve ignition reliability, combustion stability, and efficiency of modern dual-fuel gas turbine engines.

Keywords: gas turbine engine, dual-fuel combustion chamber, plasma intensifier, combustion stability, experimental studies.