



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»-«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)*)

***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

[3] Maersk перше велике судно на метанолі на торговельному шляху Азія – Європа. URL:<https://www.maersk.com/news/articles/2023/12/07/maersk-to-deploy-first-large-methanol-enabled-vessel-on-asia-europe-trade-lane> (дата звернення: 01.09.2025).

[4] JFE Holdings, Inc.; Application of Ammonia as a Fuel to Marine Diesel Engine.

[5] Метанол. URL:<https://www.methanol.org/wp-content/uploads/2024/04/2024-MIs-On-the-Water-and-on-the-Way-.pdf> (дата звернення: 01.09.2025).

[6] Carlos Gervasio Rodríguez, María Isabel Lamas, Juan de Dios Rodríguez and Amr Abbas; Journal of Marine Science and Engineering; Possibilities of Ammonia as Both Fuel and NOx Reductant in Marine Engines: A Numerical Study.

Pohorletskyi Dmytro., Dzygar Anatolii.

Methanol as a fuel for marine engines

The possibility of using methanol as an alternative fuel for marine diesel internal combustion engines is considered, as a fuel with low carbon content, flexibility of use, availability in the bunkering market and level of pollution. The possibility of converting existing marine main diesel engines to use methanol as a fuel, to comply with the Carbon Intensity Indicator (IMO CII), which has aroused interest from shipowners, according to data from MAN Energy Solutions, and MAN, as an engine manufacturer, which reports a rapid increase in the number of requests for conversion to dual-fuel engines for container fleet vessels, is also considered.

Keywords: methanol as a promising fuel, alternative fuels, greenhouse gas emission reduction, dual-fuel marine engines.

УДК 621.4

ВИКОРИСТАННЯ БОКС-КУЛЕРІВ В ЦЕНТРАЛІЗОВАНИХ СИСТЕМАХ ОХОЛОДЖЕННЯ СУДНОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК

В. М. Патлайчук, канд. техн. наук, доцент¹, О. А. Козирко, аспірант²

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна

¹ volodymyr.patlaichuk@nuos.edu.ua, ² oleh.kozyrko@nuos.edu.ua

Анотація. Розглянуті особливості використання теплообмінних апаратів типу «бокс-кулер» в централізованих двоконтурних системах охолодження суднових енергетичних установок. Проаналізовані переваги та недоліки їхнього використання.

Ключові слова: суднова енергетика; теплообмінник; бокс-кулер; система охолодження; теплове навантаження.

Традиційним для сучасних суднових енергетичних установок є використання централізованої двоконтурної системи охолодження водою її складових елементів [1, 2]. Одна из можливих схем виконання такої системи для дизельної установки наведена на рис. 1.

В наведеній схемі усі компоненти енергетичної установки охолоджуються лише очищеною прісною водою, яка циркулює по замкнутому контуру. Охолодження же прісної води у свою чергу здійснюється в центральному охолоджувачі 12 забортною водою.

Використання таких систем, порівняно з одноконтурними, дозволяє зменшити довжину трубопроводів забортної води всередині машинного відділення, мінімізувати кількість

елементів, контактуючих із нею, і тим самим суттєво підвищити надійність енергетичної установки. Як переваги даної схеми, відзначають також те, що використання латуні для виготовлення труб забортної води тепер не призводить до надмірних витрат, а в контурі прісної води в більшості випадків замість кожухотрубчастих теплообмінників тепер можна використовувати більш компактні та ефективні пластинчасті. Централізована система охолодження безумовно не позбавлена недоліків, але за рахунок оптимізації навантаження зберігає високі параметри енергоефективності на всіх режимах роботи [1, 3, 5].

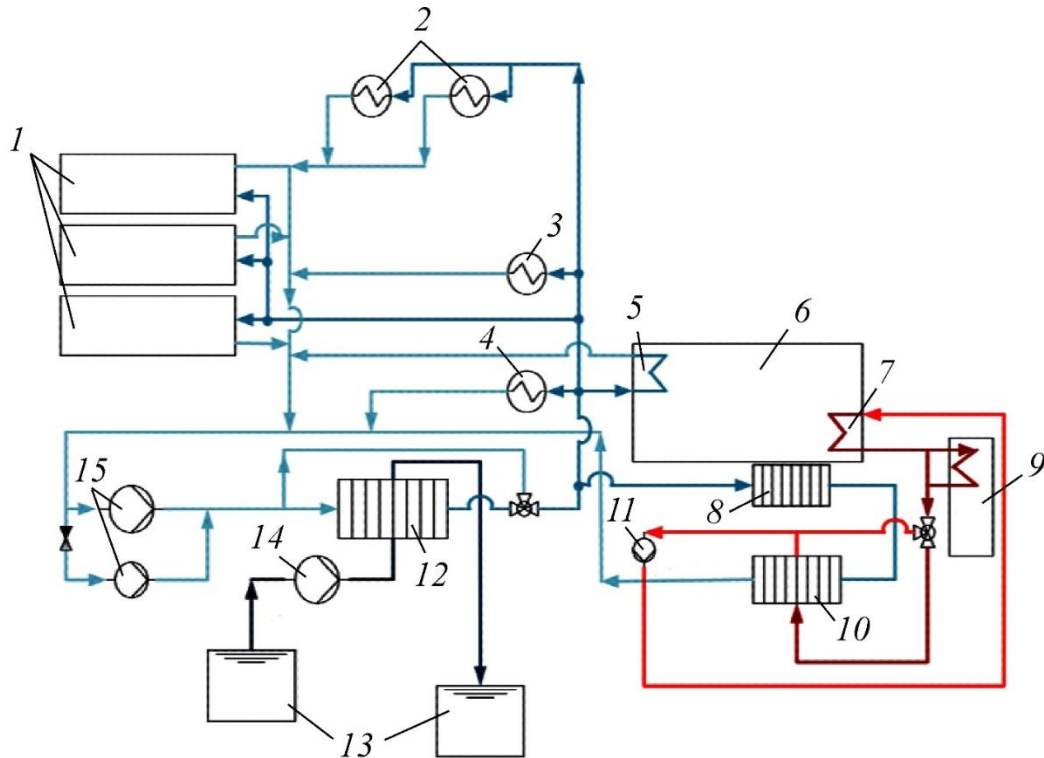


Рисунок 1 – Схема суднової централізованої системи охолодження [3]:

1 – дизель-генератори; 2 – охолоджувачі системи кондиціонування повітря; 3 – охолоджувачі інших суднових елементів; 4 – конденсатор котельної установки; 5 – охолоджувач наддувного повітря головного двигуна; 6 – головний двигун; 7 – охолоджувач кожуха двигуна; 8 – маслоохолоджувач головного двигуна; 9 – генератор прісної води; 10 – охолоджувач води високої температури; 11 – насос охолодження головного двигуна; 12 – центральний охолоджувач забортною водою; 13 – кінгстонні ящики; 14 – насос забортної води; 15 – насоси прісної води

В останні роки намітилася тенденція використання на судах малої і середньої водотоннажності в подібних двоконтурних схемах замість центрального охолоджувача 12 теплообмінних апаратів типу «бокс-кулер» [3, 6].

Бокс-кулер складається з пучка U-подібних труб (рис. 2), вертикально закріплених у кінгстонному ящику судна. Охолодження прісної води, що проходить по цим трубам, здійснюється, головним чином, за рахунок природньої конвекції забортної води в кінгстонному

ящику. Циркуляція та постійне оновлення заборотної води забезпечується спеціальними отворами у вхідній та вихідній решітках. Додаткове підвищення ефективності охолодження може бути досягнуте внаслідок примусової циркуляції заборотної води, викликаной рухом судна.

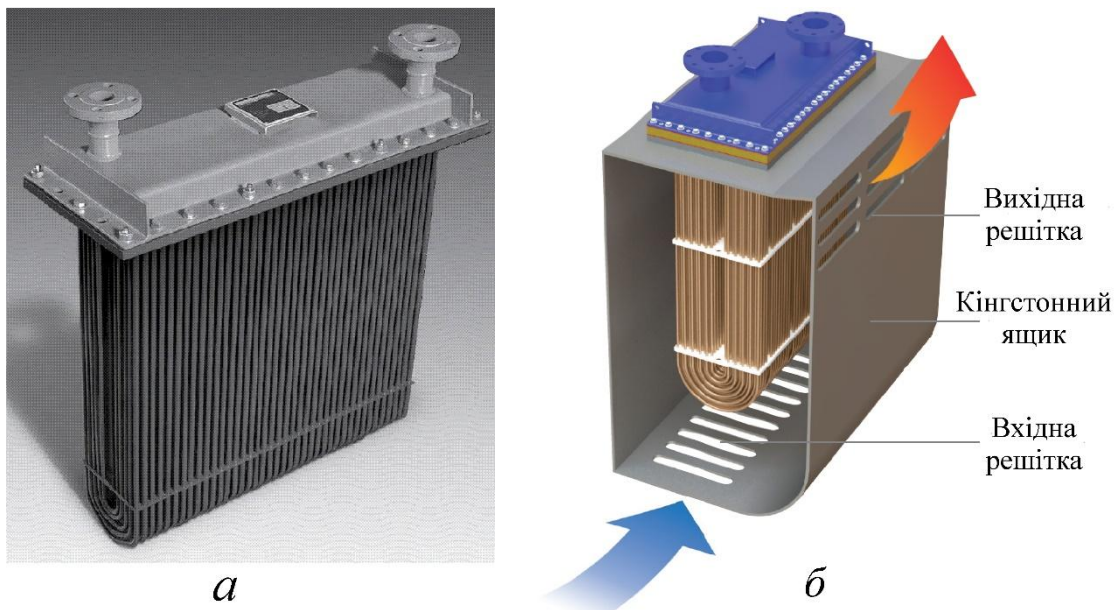


Рисунок 2 – Зовнішній вигляд бокс-кулера (а) та його розташування в кінгстонному ящику (б)

Практична реалізація таких конструкцій вперше почалася в Нідерландах у кінці XX ст. Зараз їх серійне виробництво ведеться рядом нідерландських («WEKA Marine B.V.», «NRF Thermal Engineering B.V.», «VDL Klima B.V.», «Blokland B.V.»), німецьких («Kelvion Holding GmbH») та американських («Duramax Marine LLC») компаній.

Окремі секції бокс-кулера можуть бути включені як паралельно, так і послідовно. Залежно від конкретної конфігурації кінгстонного ящика пучок труб може розташовуватися в ньому поздовжньо або поперечно. З метою оптимізації розміщення в обмеженому просторі секції бокс-кулера за формою можуть бути виконані прямокутними, круглими або ступінчастими.

Труби теплообмінника, які знаходяться у безперервному контакті з морською водою, виконують з корозійно-стійких мідно-нікелевих сплавів. Щоб запобігти їх біологічному обростанню застосовують різні заходи. З них найчастіше перевага віддається системам захисту з використанням струму ICAF (Impressed Current Anti Fouling). Аноди з чистої міді встановлюються у кінгстонному ящику під теплообмінником (рис. 3). Між анодами та корпусом подається постійний струм, що призводить до розчинення міді в морській воді. Іони міді створюють безперервне токсичне середовище, яке запобігає осіданню відкладень.



Рисунок 3 – Схема та зовнішній вигляд розміщення анодів системи ICAF

Дослідники відзначають, що використання бокс-кулерів в системах охолодження має наступні переваги [3].

1. Суттєво зменшується споживання електроенергії в процесі експлуатації судна, оскільки виключаються витрати на роботу насосів циркуляції забортної води. (Баланс спожитої електричної енергії для різних типів суден свідчить про те, що насоси охолоджувальної води є одними з найвитратніших та найбільш використовуваних елементів енергетичної установки, які функціонують на всіх режимах її роботи. Витрата електроенергії на їх привід для деяких суден сягає 10 % від загальної кількості споживаної електрики.)

2. Одними з найменш надійних елементів суднової енергетичної установки є елементи контура охолодження забортною водою (труби, запорна арматура, насоси, контрольно-вимірювальні прилади та ін.). Відсутність цих елементів, внаслідок використання бокс-кулерів, суттєво підвищить надійність енергетичної установки. Також суттєво зменшуються деякі загрози, пов'язані із втратою ходу судна та затопленням машинного відділення.

3. Знижуються витрати на побудову судна через відмову від купівлі насосів забортної води та арматури; зменшуються витрати на монтаж обладнання та насиченість машинного відділення механічним обладнанням; зменшується кількість донно-бортової арматури.

Висновки: На даний момент використання бокс-кулерів зосереджене, головним чином, у складі дизельних установок суден малої водотоннажності. Питання їх використання у складі систем охолодження суднових газотурбінних установок та у складі суден середньої та великої водотоннажності залишаються актуальними і потребують дослідження.

Література

- [1] Dere, C., & Deniz, C. (2019). Load optimization of central cooling system pumps of a container ship for the slow steaming conditions to enhance the energy efficiency. *Journal of Cleaner Production*, vol. 222, pp. 206-217.
- [2] Olsen, A. A. (2023). Central cooling system. In: *Introduction to Ship Engine Room Systems*; Routledge: London, UK, 2023; pp. 211-217.

[3] Aijjou, A., Bahatti, L., & Raihani, A. (2018). Enhanced ship energy efficiency by using marine box coolers. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal*, vol. 3, no. 6, pp. 83-88.

[4] Jeon, T., & Lee, Y. (2025). Energy saving in ship central cooling systems: IMC-tuned PID with feedforward control. *Journal of Marine Science and Engineering*, vol. 13(3), 510.

[5] Kocak, G. & Durmusoglu, Y. (2017). Energy efficiency analysis of a ship's central cooling system using variable speed pump. *Journal of Marine Engineering & Technology*, vol. 17(1), pp. 43-51.

[6] Młynarczyk, A. (2013). Box coolers as an alternative to existing cooling systems. *Scientific Journals of the Maritime University of Szczecin*, vol. 36, no. 108, pp. 131-136.

Using of box coolers in central cooling systems of marine power plants

Patlaichuk V. M., Kozyrko O. A.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine.

Abstract. *The paper considers the features of using heat exchangers of the "box-cooler" type in central dual-circuit cooling systems of ship power plants. The advantages and disadvantages of their use are analyzed.*

Key words: *marine power generation; heat exchanger; box cooler; cooling system; thermal load.*

UDC 621.4

ESTIMATION OF THE THERMAL LOAD ON THE SHIP'S COOLING SYSTEM FROM GAS TURBINE ENGINES AND THEIR SYSTEMS

V. M. Patlaichuk, PhD., Associate Professor ¹, **O. A. Kozyrko**, postgraduate student ²

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Mykolayiv, Ukraine

¹ volodymyr.patlaichuk@nuos.edu.ua, ² oleh.kozyrko@nuos.edu.ua

Abstract. *The thermal load on the central cooling system of the ship from the propulsive gas turbine engines of a simple thermodynamic cycle and their servicing systems was assessed. The possibility of using heat exchangers of the "box cooler" type for cooling these engines was analyzed.*

Key words: *marine power generation; gas turbine unit; heat exchanger; box cooler; cooling system; thermal load.*

In recent years, heat exchangers of the "box cooler" type have gained some popularity in the power plants of small and medium-sized vessels. However, at the moment their use is concentrated exclusively in diesel power plants, where they are used mainly in cooling systems of main engines, as well as for cooling charge air and oil of lubrication systems of main engines and gearboxes. Issues related to the use of box coolers in cooling systems of marine gas turbine power plants remain unresolved at the moment.