



НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ КОНФЕРЕНЦІЇ

Національний університет кораблебудування

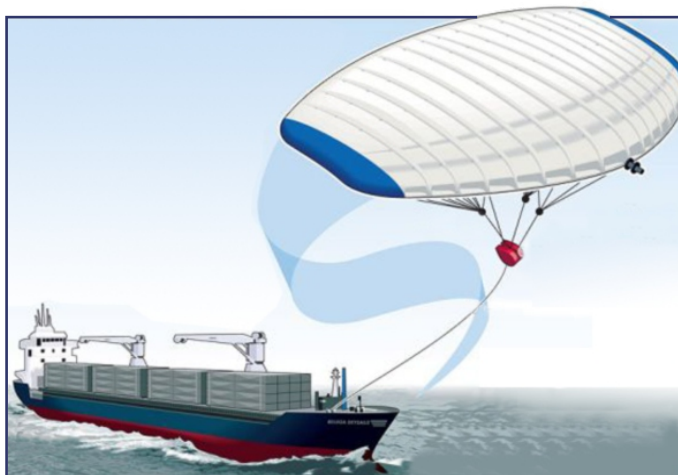
**СУДНОВА ЕНЕРГЕТИКА:
СТАН ТА ПРОБЛЕМИ**

МАТЕРІАЛИ

**ХІ МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ**

**присвяченої пам'яті професора
Горбова Віктора Михайловича**

07–08 листопада 2023 р.



Миколаїв ■ 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
ДП «Дослідно-проектний центр кораблебудування»
Одеський національний морський університет
Херсонська державна морська академія
ДП Науково-Виробничий Комплекс Газотурбобудування
«Зоря»-«Машпроект»
Kielce University of Technology (Poland)
Jiangsu University of Science and Technology (China)
Batumi Navigation Teaching University (Georgia)
Bureau Veritas (Marine & Offshore) (Canada)

СУДНОВА ЕНЕРГЕТИКА: СТАН ТА ПРОБЛЕМИ

**XI Міжнародна науково-технічна конференція
*присвячується пам'яті професора Горбова Віктора Михайловича***

07-08 листопада 2023 року

*Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова, вул. Героїв України, 9
Машинобудівний навчально-науковий інститут
вул. Кузнецька, 5*

МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ

Миколаїв
Видавець Торубара В.В.
2023

УДК 62-8
С89

ОРГАНІЗАТОРИ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
ДП «Дослідно-проектний центр кораблебудування»
Одеський національний морський університет
Херсонська державна морська академія
ДП Науково-Виробничий Комплекс Газотурбобудування
«Зоря»-«Машпроект»
Kielce University of Technology (Poland)
Jiangsu University of Science and Technology (China)
Batumi Navigation Teaching University (Georgia)
Bureau Veritas (Marine & Offshore) (Canada)

*Матеріали публікуються за оригіналами, які представлені авторами.
Петенції щодо змісту та якості матеріалів не приймаються.*

Відповідальний за випуск:
Личко Богдан Михайлович

С89 Суднова енергетика: стан та проблеми : Матеріали XI Міжнародної науково-технічної конференції. — Миколаїв : Видавець Торубара В.В., 2023. — 240 с.

ISBN 978-617-8355-03-6

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

© Національний університет
кораблебудування, 2023

ISBN 978-617-8355-03-6

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Isles J. Gearing up for a new supercritical CO₂ power cycle system. *Gas Turbine World*. 2014. Vol. 44 (6). P. 14-18.
- [2] Breaking ground for a groundbreaker: the first Allam Cycle power plant. *Modern Power Systems*. URL: <https://www.modernpowersystems.com/features/featurebreaking-ground-for-a-groundbreaker-the-first-allam-cycle-power-plant-4893271>.
- [3] Dodge E. CCS Breakthrough: CO₂ Power Cycles Offer Improved Efficiency and Integrated Carbon Capture. *Breaking Energy*. URL: <https://breakingenergy.com/2014/11/14/ccs-breakthrough-sco2-power-cycles-offer-improved-efficiency-and-integrated-carbon-capture>.
- [4] Allam R., Martin S., Forrest B., Fetvedt J., Lu X., Freed D., Brown G., Sasaki T., Itoh M., Manning J. Demonstration of the Allam Cycle: An Update on the Development Status of a High Efficiency Supercritical Carbon Dioxide Power Process Employing Full Carbon Capture. *Energy Procedia*: 13th International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies, GHGT-13, 14–18 November 2016. Vol. 114. P. 5948–5966.

Analysis of the parameters of a power plant made according to the Allam cycle

Patlaichuk V. M., Kutnyak I. V.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine.

Abstract. The thermal scheme of the power plant, which is made on the basis of the Allam thermodynamic cycle, is considered. Mathematical modeling and parametric research of such a power plant were carried out.

Keywords: Allam cycle; power plant; zero emissions; turbine; combustion chamber; carbon dioxide; thermal balance.

УДК 62-713

РОЗРОБКА СУЧАСНИХ ОХОЛОДЖУВАЧІВ НАДДУВНОГО ПОВІТРЯ

Гогоренко О. А.

в.о. завідувача кафедри Двигунів внутрішнього згоряння, установок та технічної експлуатації, кандидат технічних наук, доцент

Мошенцев Ю. Л.

професор кафедри Двигунів внутрішнього згоряння, установок та технічної експлуатації, кандидат технічних наук

Немченко А. В.

*здобувач освіти другого (магістерського) рівня
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна*

Анотація. Представлені рекомендації щодо конструювання, виготовлення з використанням низькотемпературних олов'янистих припаїв та результати випробувань конструкції сучасного охолоджувача наддувного повітря. Результати випробувань свідчать про можливість переходу до подібних теплообмінників. Цей крок сприятиме зменшенню витрат під час їх виробництва і одночасно допоможе досягти максимального зниження температури наддувного повітря в ресивері двигуна. При цьому буде досягнуто зниження повітряного опору при інших рівних умовах експлуатації.

Ключові слова: водяний канал, коефіцієнт теплової ефективності, охолоджувач наддувного повітря, пучок, теплообмінний елемент.

Чимало двигунів, які використовують наддув і охолодження наддувного повітря, призначені для загального використання як на суші, так і на водному транспорті. Як наслідок, охолоджувачі наддувного повітря (ОНП) для таких двигунів у всьому світі

зазвичай виготовляються так, щоб їх можна було використовувати для охолодження як прісною, так і морською водою. Основою для створення поверхонь теплообміну (ПТ) в таких ОНП є міцні трубні пучки з товстими стінками. З'єднання трубок із трубними дошками виконується шляхом вальцювання. Для здійснення вальцювання товщина трубних дошок повинна становити не менше 1,5 зовнішнього діаметра трубок.

Останнім часом спостерігається тенденція до відмови від охолодження наддувного повітря забортною водою навіть для головних суднових двигунів [1]. З метою забезпечення надійності функціонування та можливості регулювання температури наддувного повітря, основні теплообмінні компоненти охолоджуються прісною водою. За необхідності, окремі доохолоджуючі секції іноді використовують забортну воду для охолодження. Це також стосується і допоміжних двигунів. Звісно, якщо відпадає необхідність використовувати забортну воду для більшості двигунів, це відкриває можливість проектувати охолоджувачі наддувного повітря з іншими урахуваннями і вимогами. Водяні канали таких ОНП можуть бути спроектовані з мінімально можливим перерізом, стінки каналів можуть мати мінімальну товщину, трубні дошки можуть бути тоншими. Якщо компактність ПТ для ОНП попередніх поколінь у середньому становила $600 \dots 650 \text{ м}^2/\text{м}^3$, то для сучасних ОНП цей параметр можна довести до $2000 \text{ м}^2/\text{м}^3$ і навіть більше. Маса пучків сучасних ОНП можуть бути зменшені приблизно в 3 рази, а застосування тонких трубних дошок замість товстих, необхідних для вальцювання, знижує масу теплообмінного елемента ще більше.

Такі зміни дозволяють істотно підвищити ККД ОНП при збереженні колишніх розмірів теплообмінника і забезпечити низький повітряний опір. У цьому випадку виникла потреба створення сучасного ОНП для двигуна типу MTU 20V4000G63 [2]. Якщо ОНП попереднього покоління мав ККД близько 0,83 і повітряний опір близько 300 мм вод. ст., то для сучасного ОНП ККД сягає 0,97 (при середньому рівні забруднення) і повітряний опір – менше 150 мм вод. ст.

Формування пучків ОНП на основі тонких трубних дошок можливе за допомогою різних методів, включаючи паяння або спікання з використанням технологій, таких як CuproBrazе [3] або аналогічних до них.

Відповідно була потрібна розробка життєздатної конструкції на цій основі. Сучасний ОНП був створений за розрахунками авторів. Вкладом авторів у розробку конструкції був вибір геометрії ПТ та визначення параметрів ОНП на розрахунковому режимі. При розробці конструкції слід було гарантувати збереження розмірів корпусу, оскільки ОНП повинен бути взаємозамінним із попередніми варіантами конструкції. Пучок був виконаний паяним, ребра з'єднувалося з трубками спіканням, з'єднання трубок із трубними дошками виконувалося паянням занурення, трубні дошки двошарові, із товщиною кожного листа латуні 1,5 мм. Верхня трубна дошка відігнута по периметру вгору і відгин дошки припаяний до товстостінної проставки, притисненої до корпусу болтовим нерозбірним з'єднанням. Загальний вигляд ОНП представлено на рис. 1.

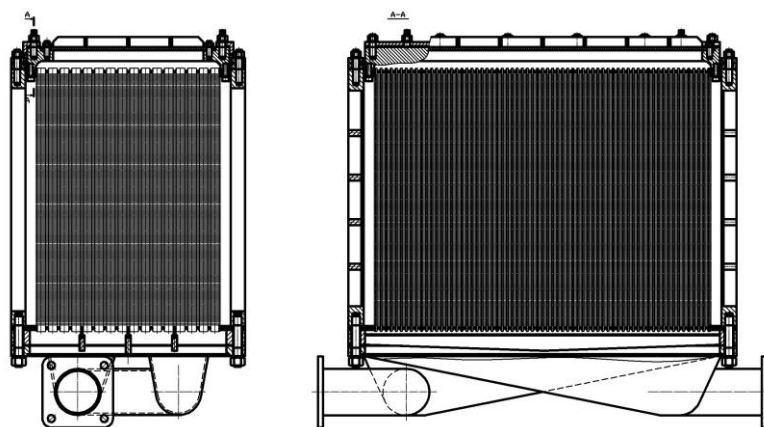


Рис. 1. Охолоджувач наддувного повітря двигуна MTU 20V4000G63

Представлений ОНП був випробуваний в лабораторії кафедри ДВЗ, У та ТЕ на вібростенді, що забезпечує умови вібраційної дії, еквівалентні таким як і на двигуні. ОНП випробовувався заповненням охолоджуючою рідиною з постійно температурою, що відповідає температурі стінки ПТ на номінальному режимі роботи двигуна. Водяна порожнина ОНП при цьому навантажувалася постійним тиском, рівним різниці тисків у повітряній і водяній порожнинах під час роботи двигуна. Тривалість випробувань становила 200 годин. Випробування підтвердили працездатність конструкції в рамках відповідності дійсним умовам експлуатації, яка могла бути забезпечена на вібростенді.

Наступним етапом передбачається провести експерименти ОНП на двигуні, щоб перевірити та підтвердити розрахункові теплотехнічні параметри. У разі успішних результатів цих випробувань, ОНП буде вироблятися масово і постачатися для встановлення на двигунах вказаного типу.

Література

1. MAN Energy Solutions. Two-stroke project guides [Електронний ресурс]. Режим доступу – <http://surl.li/mngsd>.
2. Diesel Generator MTU Series 4000 [Електронний ресурс]. Режим доступу – <http://surl.li/mngpy>.
3. CuproBraz Heat Exchanger Technology [Електронний ресурс]. Режим доступу – <https://cuprobraz.com>.

DEVELOPMENT OF MODERN CHARGE AIR COOLERS

Oleksiy Gogorenko

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Internal Combustion Engines, Installations and Technical Operation Department

Yuriy Moshentsev

Candidate of Technical Sciences, Professor of Internal Combustion Engines, Installations and Technical Operation Department

Andrii Nemchenko

second (master's) level student

*Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Mykolayiv, Ukraine*

Abstract. Recommendations for design, manufacture using low-temperature tin solders and test results of the design of a modern supercharged air cooler are presented. The test results indicate the possibility of switching to similar heat exchangers. This step will contribute to the reduction of costs during their production and at the same time will help to achieve the maximum reduction of the temperature of the supercharged air in the engine receiver. At the same time, a reduction in air resistance will be achieved under other equal operating conditions.

Key words: bundle, charge air cooler, coefficient of thermal efficiency, heat exchange element, water channel

ЗМІСТ

ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ

Бондаренко М.С. Світлій пам'яті Віктора Михайловича Горбова присвячується	3
Volodymyr Lopatnov Climate-Friendly Technologies In The Canadian Shipping Industry: Current Implementation And Charting A Path To 2030	5
R. Varbanets, D. Minchev, I. Savelieva, A. Rodionov, T. Mazur, S. Psariuk, V. Bondarenko, N. Aleksandrovska Improved Methods for Diagnosing Issues in Marine Diesel Engines to Meet IMO Decarbonization Standards	7
Чередніченко О.К., Личко Б.М. , Сучасний стан та шляхи підвищення енергоефективності суднових енергетичних установок	10
Кузнецов В.В. , Підвищення ефективності і компактності енергетичних установок інтенсифікацією теплопередачі в їх елементах	16
Чернявський В.В., Акімов О.В., Носов П.С. , Етапи імплементації фахової морської платформи OTG OLP та природничо-наукової LABSTER в освітній процес Херсонської Державної Морської Академії	18
Коробко В.В., Безушко С.О., Стельмах О.І. , Концептуальний проект гібридної ЕУ контейнеровозу PERFECt III	22

СЕКЦІЯ №1. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СУДНОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ
УСТАНОВОК ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Дощенко Г.Г., Наговський Д.А. , Підвищення надійності суднових енергетичних систем	25
Шемчук В.О. , Використання роторних вітрів в пропульсивному комплексі рудовоза «SAO DIANA»	28
Шалапко Д.О. , Інтеграція водневих систем до суднових енергетичних комплексів	31
Бутко В.П., Білоусов Є.В. Аналіз відмов головних двигунів типу MAN-B&W 9L21/31 в процесі їх експлуатації на судах проекту 17620	35
Шостак В.П., Самохвалов В.С., Личко Б.М. Енергетика, паливо й екологія транспортних суден	38
Сербін С.І., Діасамідзе Б.Т., Шмарков О.А. Можливості застосування водневого палива при роботі камери згоряння гібридної газопарової установки	41
Діасамідзе Б. Т., Шмарков О.А. Можливості використання газотурбінних двигунів у морському транспорті	44
Худяков І.В., Грицук І.В., Погорлецький Д.С., Поліщук О.В., Літвінов М.Є. Протидія низькотемпературній корозії гільзи циліндрів суднових двигунів	49
Казарєзов А.Я. , Оцінка потужності головного двигуна моторної яхти	52
Чередніченко О.К., Коробейнікова Н.В., Басов О.Ю. , Критерії вибору складу енергокомплексу плавучої електростанції	55
Маховський А.А. , Модернізація енергетичної установки судна CON-RO «EL COQUI»	57
Костюк А.І. , Розробка гібридної пропульсивної установки LNG танкера «BRITISH PARTNER»	62
Семенов М.М., Шановалов Ю.О., Качмар А.С., Попенко М.І. Дослідження можливості використання теплонасосних установок в стічних системах морських суден	66
Орлов М.В. , Розробка системи повітряного змащення корпусу судна газовозу «BW TULIP»	69
Єніфанов О. А. Пацурковський П.А. Підвищення екологічної ефективності суднових котельних установок	72
Мессер Д.О. , Вдосконалення пропульсивного комплексу хімовозу «FURE VINGA»	74

Гурин К.Ю., Андреев А.А. , Доцільність обробки палива суднових дизелів магніто-гідродинамічними активаторами	205
Андреев А.А., Андреева Н.Б. , Використання надлишкової енергії продуктів згоряння для охолодження наддувного повітря ДВЗ	207
Patlaichuk V.M. , Oxy-fuel Combustion Power PLANTs as an Alternative to Conventional Power Generation	210
Патлайчук В.М., Кутняк І.В. , Аналіз параметрів енергетичної установки, виконаної за циклом Аллама	212
Гогоренко О. А., Мошенцев Ю. Л., Немченко А. В. Розробка сучасних охолоджувачів наддувного повітря.....	215

СЕКЦІЯ №4. ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ З СУДНОВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ У ВНЗ

Ворчакова І. Є., Личко Б. М. Важливість вивчення англійської мови за професійним спрямуванням під час підготовки фахівців з морського судноплавства у ВНЗ	218
Кісєтов Ю. В. Підготовка суднових механіків в умовах декарбонізації флоту	221
Семенов М.М., Шаповалов Ю.О., Дмитрякова І.О., Варваринець А.Л. Стейкхолдери, запит та очікування	225
Новошицький А. В., Євдокимов К.С., Очерedyкo Д.А., Швидкий Р.О. Виготовлення тонкостінних профілів з малопластичних матеріалів	227
Новошицький А. В., Павлов О.О., Репіна О.С. Установка для виготовлення тонкостінних профілів з малопластичних матеріалів	229
Halina Kobalava, Yurii Safin, Yurii Petrokhaus The Influence Of Thermopressor Design Characteristics On The Performance Of A Gas Turbine Multistage Compressor	231