



ПАРТНЕРИ КОНФЕРЕНЦІЇ



ІНФОРМАЦІЙНІ ПАРТНЕРИ



Науково-дослідна частина
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова

Просп. Героїв України, 9, м. Николаїв, 54025
Тел.: (0512) 70-91-04; <http://conference.nuos.edu.ua>
e-mail: conference@nuos.edu.ua

ІННОВАЦІЇ В СУДНОБУДУВАННІ ТА ОКЕАНОТЕХНІЦІ

2021



НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

ІННОВАЦІЇ В СУДНОБУДУВАННІ
ТА ОКЕАНОТЕХНІЦІ

МАТЕРІАЛИ

XII МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ

30 вересня – 1 жовтня 2021 року

присвяченої пам'яті генерального директора
«Морського Інженерного Бюро» професора Геннадія Єгорова



Миколаїв ■ НУК ■ 2021

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

ІННОВАЦІЇ В СУДНОБУДУВАННІ ТА ОКЕАНОТЕХНІЦІ

XII Міжнародна науково-технічна конференція

МАТЕРІАЛИ

30 вересня – 1 жовтня 2021 р.

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



Миколаїв 2021

ОРГАНІЗАТОРИ КОНФЕРЕНЦІЇ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ
ДЕПАРТАМЕНТ ОСВІТИ І НАУКИ МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ
ДЕРЖАВНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ

ПАРТНЕРИ КОНФЕРЕНЦІЇ

Міністерство інфраструктури України: ДП «Адміністрація морських портів», ДП «Адміністрація річкових портів» (Україна); ДП СК «Ольвія» (Україна); ДП «Дослідно-проектний центр кораблебудування» (Україна); Південний науковий центр НАН України і МОН України (Україна); Головне управління Державної служби з надзвичайних ситуацій України у Миколаївській області (Україна); Національний університет «Одеська національна академія» (Україна); Одеський національний морський університет (Україна); Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка (Україна); Черкаський державний технологічний університет (Україна); Національний авіаційний університет (Україна); Компанія «АМІКО ГРУПП» (Україна); Морське інженерне бюро (Україна); АТ «Завод «Екватор» (Україна); Асоціація ветеранів Військово-морських сил України (Україна); Харбінський інженерний університет (Китай); Університет науки і технологій Цзянсу (Китай); Шаньдунський науково-технічний університет (Китай); Таджикиський технічний університет ім. академіка М.С. Осими (Таджикистан); Гданьський технологічний університет (Польща); Західно-Померанський технологічний університет (Польща); Кошалінський технічний університет (Польща); Батумський навчально-навігаційний університет (Грузія)

ІНФОРМАЦІЙНІ ПАРТНЕРИ

ТОВ «Видавничий дім «Гельветика»; науковий журнал «Shipbuilding & marine infrastructure»; журнал «Судноплавство»

Відповідальний за випуск

Павлов Геннадій Вікторович

Редакційна колегія не несе відповідальності за достовірність наведених даних та посилань. Матеріали публікуються в авторській редакції

Інновації в суднобудуванні та океанотехніці : XII Міжнародна науково-технічна конференція : матеріали. – Миколаїв : НУК, 2021. – 642 с.
ISBN 978-966-321-428-3

У збірнику наведені матеріали XII Міжнародної науково-технічної конференції "Інновації в суднобудуванні та океанотехніці". Збірник становить інтерес для наукових працівників, викладачів, інженерів та студентів.

УДК УДК 001.895:629.5

ЗМІСТ

ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ	3
Єгоров О. Г. Професор Єгоров Геннадій Вячеславович: людина-епоха.....	3
Павлов Г. В., Обрубов А. В., Вінниченко І. Л. Енергоефективна індукційна зарядка суднових тягових батарей.....	5
Нєкрасов В. О. Комплекс методик визначення буксирного забезпечення суден для їх проходу каналами, підхідними каналами, причалювання та відчалювання в морських портах України та зовнішніх рейдах портів в гідрометеорологічних навігаційних умовах, що не обмежують або не забороняють ці операції.....	10
Слободян С. О., Харитонов Ю. М. Формування проєкту підготовки фахівців для впровадження технологічної платформи SHIPBUILDING 4.0.....	19
Гурский С. В., Симутенков И. В., Драган С. В. Перспективы развития судостроительного завода «Океан».....	22
Козловський О. В., Фатєєв М. В. Структура кластерної системи побудови та експлуатації транспортних суден на внутрішніх водних шляхах України.....	24
Король Ю. М., Любичька Н. Г. Цифрові інновації SHIPBUILDING 4.0 в виробництві, навчальному процесі і наукових дослідженнях.....	27
Кузнецов В. В. Розвиток науково-технічних основ підвищення ефективності і компактності енергетичних установок інтенсифікацією теплопередачі в їх елементах.....	30
Секція № 1. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В СУДНОБУДУВАННІ ТА СУДНОРЕМОНТІ	33
Гладченко Д. С., Северин В. В. Модернизация сборочно-сварочного производства на судостроительном заводе «Океан» в рамках программы возрождения судостроения.....	33
Коновалова Г. В., Щедролосєв О. В., Терлич С. В. Підвищення точності виготовлення деталей для малих металевих суден.....	36
Коршиков Р. Ю., Лугінін О. Є., Коршиков Ю. С., Данышина Я. А. Використання еластомірних пружних елементів у суднових опорних пристроях.....	38
Соломонюк Н. С., Копійка С. В., Довженко О. С., Сергєєва Є. Є. Скло- та базальтофібробетон для плавучих доків та інших морських споруд.....	43
Удовичький Д. В., Партас В. К. Розвиток миколаївської школи автоматизації технологічної підготовки виробництва.....	46
Яглицький Ю. К., Кудашев О. О. Інноваційні інструменти вирішення сучасних завдань суднобудівної промисловості.....	50
Секція № 2. СУЧАСНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ У КОНСТРУЮВАННІ І ПРОЕКТУВАННІ СУДЕН ТА ОБ'ЄКТІВ ОКЕАНТЕХНІКИ	53
Єгоров Г. В., Єгоров О. Г., Ільницький І. А. О проектировании современного грузово-пассажирского судна «Адмирал Невельской» проекту Pv22 с высоким льдовым классом.....	53
Єгоров Г. В., Єгоров О. Г. Особливості роботи водного транспорту Китаю.....	56
Єгоров Г. В., Єгоров О. Г. Особливості річкового флоту Китаю.....	59
Єгоров О. Г. Актуальні питання проектування, експлуатації та будівництва річкового круїзного пасажирського флоту Китаю.....	61
Єгоров О. Г. Дослідження характеристик круїзного пасажирського флоту Китаю.....	63
Дмитренко М. О. Огляд конструктивних особливостей ліхтеровозів.....	65
Блінцов В. С., Бабкін Г. В., Войтасик А. М., Клочков О. П., Сірівчук А. С., Алоба Л. Т. Ескізний проект створення вантажного саморухомого підводного носія.....	67
Бондаренко О. В., Михайличенко А. С., Ястреба О. П. Буксирне забезпечення рейдового перевантаження вантажів.....	70
Кузнецов А. И. Особенности проектирования малых судов.....	73
Тимошенко В. Ф. Моделирование сопротивления INSEAN 2340 в OPENFOAM.....	76
Коростильов Л. І., Дядюра Є. Ю., Литвиненко Д. Ю. Про особливості розподілу дотичних напружень по висоті стінки балки з вирізом при її згинанні.....	80
Коростильов Л. І., Мартиченко Я. О. Стійкість квадратної пластини з круглим вирізом при одночасній дії згинального і зсувного напружень.....	83
Соков В. М. Пружно-пластичні деформації в осередку концентрації напружень балки-стінки зі зломом осі.....	86
Васильєва А. В. Дослідження впливу вигину палуби на розрахунок міцності та жорсткості в програмному комплексі ANSYS.....	89

Бурдун Є. Т., Гейко С. П., Юреско Т. А. Сферичні оболонки із кераміки як елементи плавучості підводної техніки	92
Клименков С. Ю., Худяєв О. В. Особливості рішення задачі про згин гофрованої перегородки як конструктивно ортотропної пластини під дією поперечного навантаження	96
Шарун Г. В., Калашник Д. И. О расчете общей ходовой вибрации танкера	99
Кротов О. І., Воробець О. Я. Сучасні фрегати і перспективи їх розвитку	102
Зайцев В. В., Гао Лянтянь, Зайцев Д. В., Зайцев Вал. В. Проектирование, строительство и испытания ледокольной платформы на воздушной подушке	106
Зинкин В. Н., Стоян В. А., Гук М. Н. Некоторые аспекты замены подводных крыльев пассажирского судна на систему реданов, формирующих кавитатор для движения на воздушной каверне	111
Трунін К. С. Математична модель динаміки гнучкого зв'язку морської прив'язної системи з урахуванням впливу кручення гнучкого зв'язку на його силу розтягування	115
Dong Minghai, Guo Yongsheng, Zhao, Chen, Han Fang Dynamic response analysis of mooring floating dock under extreme sea conditions	120
Hao Yongzhi, Han Zhihao, Yang Qilei Automatic generation of water route based on ais big data and eccdis	129
Tokarieva O. V., Labartkava Al. V. Dependences for determination of megayachts main dimensions in the initial approximation	136
Wang Yibing, Zhan Yiting Research on equipment failure prediction and management system development for intelligent ships	137
WU Jia-ling, YANG Yi, WANG Jie Research on the application of uav in maritime safety field	143
Yan Tianming, Ye Sheng, Chen Xingrong On improving the teaching quality of sino-foreign cooperation education	148
Yue Qi, HongTao Yuan, PeiLin Dou The influence of independent meshing acting on free surface in numerical simulation	152
Zhao Chen, Ma Yaozhu, Dong Minghai, Zhang Bo Response analysis of seine boat due to sloshing of fuel oil and fresh water	158
Zhou Chaojie, ZhaoSi Chongyang, Wang Jie Risk analysis and control strategies research of intelligent ship testing	169
Xu Mingwei, Shu Kaiyue Research on the Application of All-optical Seabed Observation Technology and Equipment	179
Секція № 3. НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ І МАТЕРІАЛИ В СУДНОВОМУ МАШИНОБУДУВАННІ	186
Адамчук Ю. О. Вплив швидкості введення енергії в провідник при високовольтному вибуху провідника для синтезу карбідів тугоплавких матеріалів	186
Андрєєв А. А., Уваров В. А., Маханько О. В. Стенд для випробування упорних підшипників	189
Казмиренко Ю. О., Дрозд О. В. Системно-аналітичне дослідження технологій переробки відходів скляного виробництва	190
Карпеченко А. А., Бобров М. М., Савенков О. І., Кондратьєва А. А. Отримання плазмових покриттів з комплексом підвищених фізико-механічних та експлуатаційних властивостей	193
Лебедев В. А., Лой С. А. Процесс плазменного напыления узлов и деталей газотурбинных двигателей и установок	196
Лебедев В. А., Лой С. А., Ермолаев Г. В., Матвиенко М. В. Объективные методы анализа и контроля плазменных покрытий для узлов и деталей газотурбинных двигателей и установок	199
Макруха Т. О., Дубовий О. М. Наноструктурування промислових деформованих сталей передрекристалізаційною термічною обробкою	202
Ошовський В. Я. Установка для дослідження механічного насичення поверхонь тертя «колінчастий вал – вкладиші» алмазними включеннями	204
Спихтаренко В. В., Матвиенко М. В., Бокий О. А., Лепилова М. В. Выбор оптимальных режимов плазменного напыления самофлюсующимися сплавами	207
Торпаков А. С., Липян Є. В., Сизоненко О. М., Трегуб В. О. Електророзрядний синтез наповнювача системи Ti-TiC для епоксиполімерних композитів	209
Секція № 4. ІННОВАЦІЙНІ ЗАСОБИ УДОСКОНАЛЕННЯ СУДНОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК ТА СИСТЕМ	212
Cherednichenko O. K., Lychko B. M., Mitienkova V. S. Use of thermochemical recuperation of waste heat to enhance energy efficiency of lng carriers	212
Jiapei Liu, Ali Raza, Hongzhe Zhang, Zongming Yang, Serhiy Serbin, Daifen Chen An fuel cell stack design combining the advantages of Cross-, Co- and counter flow arrangement patterns	214

Секція № 4. ІННОВАЦІЙНІ ЗАСОБИ УДОСКОНАЛЕННЯ СУДНОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК ТА СИСТЕМ

UDC 621.4:629.5

USE OF THERMOCHEMICAL RECUPERATION OF WASTE HEAT TO ENHANCE ENERGY EFFICIENCY OF LNG CARRIERS

Cherednichenko O.K.¹, Lychko B.M.², Mitienkova V.S.³

¹*Dr. Sc., Assoc. Prof,*

*Department of Ship Power Plants Operation & Heat-power Engineering
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine
oleksandr.cherednichenko@nuos.edu.ua*

²*PhD, Assoc. Prof,*

*Department of Ship Power Plants Operation & Heat-power Engineering
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine
bogdan.lychko@gmail.com*

³*PhD, Assoc. Prof,*

*Department of Ship Power Plants Operation & Heat-power Engineering
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine
vera.mytenkova@nuos.edu.ua*

Abstract. Growth the fleet of LNG carriers will increase carbon dioxide emissions. The International Maritime Organization (IMO) has developed the energy efficiency design index (EEDI) to cut carbon dioxide emission for new ships. To meet the stringent EEDI requirements, applying thermochemical regenerators (TCRs) fed by main engines exhaust gases is suggested on LNG carriers.

Keywords: gas carriers, liquified natural gas (LNG), energy efficiency design index, thermochemical heat recovery.

Global energy demands will continue to grow to meet various needs. Developed countries focus on renewable energy sources. However, despite the proliferation of the technologies using these energy sources, the share of such fossil fuel as natural gas will continue to grow. Gas consumption in the world energy balance will increase from 23% in 2016 to 26% in 2040 [1].

It is predicted that almost 50% of natural gas is expected to be transported by sea as liquified natural gas (LNG) in 2035 [2]. The share of LNG carriers continues to rise and is currently 3% of the world fleet [3]. However, enlarging the number of gas carriers will result in additional emission of carbon dioxide.

The level of carbon dioxide emission from vessels is measured by the energy efficiency design index (EEDI) for new ships. Several groups of parameters have an impact on the attained EEDI: ship's power plant parameters and sea-going qualities, as well as non-dimensional factors that consider the ship design features, region of navigation, and availability of innovative energy saving technologies [4].

It is worth to mention that EEDI calculation for LNG-carriers has distinctive features for ice-class ships, vessels with various propulsion systems (direct diesel-driven, diesel-electrical, steam turbine), those with dual-fuel engines operating on fuel oils and natural gas, and those with a re-liquefaction system or compressors for supplying pressured gas, so-called boil-off gas (BOG). BOG is a part of the cargo, evaporating because of heat exchange between the surfaces of the cargo transportation system and the environment.

In this paper there are results of estimation EEDI for modern 17 LNG carriers. Four out of them are equipped with steam turbine (ST) propulsion systems, the rest are equipped with diesel propulsion systems with dual-fuel engines (DF). Only one ship has a direct diesel-driven propulsion system with

a low-speed engine, while others with diesel propulsion systems have main medium-speed engines. Ships were selected from the Significant Ships issues published by the Royal Institution of Naval Architects in 2011–2017.

A comparison of the EEDI data for LNG carriers operating on fuel oils and natural gas is shown in Fig. 1. The attained EEDI for ships operating on natural gas complies with the current EEDI requirements. However, even operation on natural gas cannot provide the compliance of some LNG carriers with the EEDI requirements of the most rigorous Phase 3.

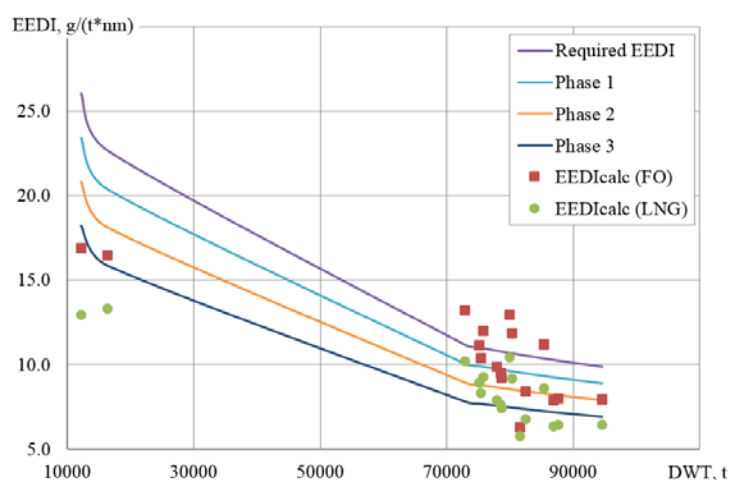


Fig. 1 Comparison of the attained EEDI and the EEDI reference lines for LNG carriers operating on various fuels:
EEDCalc (FO) is the attained EEDI for operation on fuel oils;
EEDCalc (LNG) is the attained EEDI for operation on LNG

A promising solution for reducing carbon dioxide emission is the application of thermochemical regenerators (TCRs) fed by main engine exhaust gases. As indicated by numerous studies, the use of TCRs ensures not only a decrease in specific fuel consumption (SFC) in the propulsion system but also a significant reduction in carbon dioxide generated at fuel combustion.

The estimation of efficiency of TCRs application on LNG-carriers has been made on the example of a ship with the diesel-electrical power plant with a total output of 64.35 MW based on DF four-stroke engines (D4S) [5]. Calculations show that the attained EEDI is 12.89 g/(t·nm) when the engines operate on fuel oils and 10.4 g/(t·m) when they operate on BOG (Fig. 2).

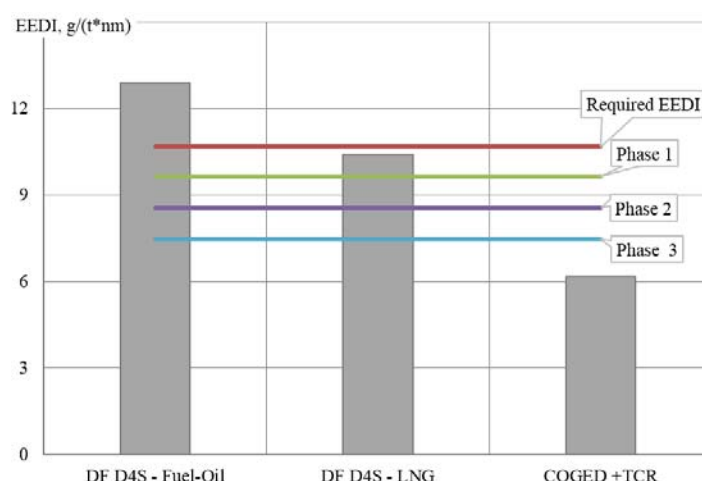


Fig. 2 Comparison of the attained EEDI and the EEDI reference lines for various power plants on the LNG carrier

The alternative combined power plant (COGED) with TCR and total output of 65.55 MW consists of one gas-turbine (GT) engine and five diesel engines. Results show that despite the application

of a GT engine with a considerably lower efficiency than a diesel engine, the total efficiency of the power plant is almost the same and makes up 49% on engine flanges. This is because TCR utilization can reduce specific fuel consumption in the power plant engine by 7%. Thus, the SFC is $0.137 \text{ kg}/(\text{kWh})^{-1}$ for diesel engines and $0.189 \text{ kg}\cdot(\text{kW}\cdot\text{h})^{-1}$ for GT engines (Fig. 2).

Although the hourly fuel consumptions for the basic and alternative plants are almost the same (9.5 tons per hour), TCR utilization can significantly decrease the EEDI by reducing the carbon content in the fuel. According to the calculations, the attained EEDI for the alternative plant is $6.18 \text{ g}/(\text{t}\cdot\text{nm})$.

To summarize, operation on BOG (methane) cannot ensure the energy efficiency of LNG carriers built in 2017, and the carriers are thus subject to the Phase 1 requirements. However, EEDI declines by 20% in this case compared with the EEDI associated with operation on fuel oils. Meanwhile, the application of the COGED with TCR ensures the energy efficiency of LNG carriers at the level of the most stringent requirements for carbon emission, which almost halves.

REFERENCES

- [1] Outlook for Energy, 2018. Outlook for energy: A View to 2040. ExxonMobil, Available from: <https://cdn.exxonmobil.com/~media/global/files/outlook-for-energy/2018/2018-outlook-for-energy.pdf>.
- [2] IGU, 2018. IGU world LNG report — 2018 edition. Available from: https://www.igu.org/sites/default/files/node-document-field_file/IGU_LNG_2018_0.pdf.
- [3] Adeosun M, 2017. Will new LNG trade routes support demand for LNG carriers? Available from: <http://www.maritime-executive.com/editorials/will-new-lng-trade-routes-support-demand-for-lng-carriers>.
- [4] IMO, 2014. Guidelines on the method of calculation of the Attained Energy Efficiency Design Index (EEDI) for new ships. MEPC.245(66). MEPC 66/21/Add.1 p: 1.
- [5] RINA, 2017. Significant Ships of 2016. The Royal Institution of Naval Architects, London, 32–88.

УДК 621.352.6:536.7

AN FUEL CELL STACK DESIGN COMBINING THE ADVANTAGES OF CROSS-, CO- AND COUNTER FLOW ARRANGEMENT PATTERNS

Jiapei Liu¹, Ali Raza¹, Hongzhe Zhang¹, Zongming Yang¹, Serhiy Serbin², Daifen Chen¹

¹ School of Energy and Power, Jiangsu University of Science and Technology,
Zhenjiang 212003, China

² Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine
Email: dfchen@just.edu.cn

Summary. Physics fields distributing characteristics within solid oxide fuel cell (SOFC) stack are greatly affected by the key structure factors. These distribution qualities are essential to the stack performance and durations. In this paper, a new structure design for the SOFC stacks is firstly proposed to achieve high physics fields distribution qualities. A 3D large scale multi-physics model basing on the realistic solid, space and porous components of a 24-cells stack is successful developed with 15,656,579 specially designed meshes. The results show that the special designed interconnect with 27-parallel serpentine fuel rib channels on one side and discrete cylindrical air rib channels on the other side can conveniently divide the N -cells air flow path into two oppositely placed $N/2$ -cells flow paths by 180°C rotating the even interconnects. This is benefit to the construction of big stacks. For a 48-cells stack, all the cell units can be supplied at an average air mass flow rate more than 84%. The deviation of the average temperature among the piled units is only 95 K. Most electrolyte surfaces can obtain the oxygen over 15%. Trapezoidal distributor is important to ensure the similar flow feeding rates among 4 inlet manifolds with a deviation $<3\%$.