

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»
Регістр судноплавства України
Харбінський інженерний університет (Китай)
Університет науки і технологій Цзянсу (Китай)
Західнопоморський технологічний університет (Польща)
Батумський навчально-навігаційний університет (Грузія)
MV WERFTEN Wismar GmbH (Німеччина)

МАТЕРІАЛИ

X МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

СУДНОВА ЕНЕРГЕТИКА: СТАН ТА ПРОБЛЕМИ

4–5 листопада 2021 року



Видавничий дім
«Гельветика»
2021

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова: *Трушляков Є.І.* – д.т.н., проф. (Україна)

Заступники голови: *Павлов Г.В.* – д.т.н., проф. (Україна); *Сербін С.І.* – д.т.н., проф. (Україна); *Горбов В.М.* – к.т.н., проф. (Україна)

Вчений секретар: *Мітєнкова В.С.* – к.т.н, доцент (Україна)

Члени оргкомітету: *Белоусов Є.В.* – д.т.н., доц. (Україна); *Варбанець Р.А.* – д.т.н., проф. (Україна); *Грицук І.В.* – д.т.н., проф. (Україна); *Димо Б.В.* – к.т.н., проф. (Україна); *Радченко М.І.* – д.т.н., проф. (Україна); *Ткач М.Р.* – д.т.н., проф. (Україна); *Ся Гуйхуа* – prof (КНР); *Хведелидзе П.Г.* – д.т.н. проф. (Грузія); *Чередніченко О.К.* – д.т.н., доц. (Україна); *Чобенко В.Н.* – к.т.н. (Україна); *Шостак В.П.* – к.т.н., проф. (Україна); *Gershanik V.I.* – DSc (Німеччина); *Stachel A.A.* – DSc, Prof (Польща); *Themelis N.J.* – PhD (США)

Матеріали публікуються за оригіналами, поданими авторами. Претензії до організаторів не приймаються.

Відповідальний за випуск Горбов В.М.

Суднова енергетика: стан та проблеми : Матеріали X Міжнародної науково-технічної конференції, 4–5 листопада 2021 року. – Миколаїв : Видавничий дім «Гельветика», 2021. – 358 с.
ISBN 000–000–000–000–0

У збірнику наведені матеріали X Міжнародної науково-технічної конференції, яка відбулась у Національному університеті кораблебудування (м. Миколаїв) 4–5 листопада 2021 року. Розглянуто різні аспекти науково-технічних, організаційних та екологічних питань, пов'язаних з дослідженням, проектуванням, виготовленням та експлуатацією суднових енергетичних установок суден різного призначення, дослідженням робочих процесів у елементах суднових енергетичних установок, а також шляхам удосконалення підготовки фахівців з суднової енергетики у вищих навчальних закладах. Матеріали збірника можуть бути корисними для науковців, інженерно-технічних працівників, викладачів, студентів та аспірантів.

УДК 629.12.03

ЗМІСТ

ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ

<i>Trushliakov E., Radchenko M., Bohdal T., Tkachenko V., Tsaran F.</i> Increasing Performance of Air Conditioning System in Actual Climatic Conditions.....	9
<i>Serbin S., Burunsuz K., Chen D., Zongming Y.</i> Characteristics of a Combustion Chamber of a Gas Turbine Engine Operating on Associated Gas.....	12
<i>Гершаник В. И.</i> Оценка воздействия круизного судна на окружающую среду	15
<i>Варбанець Р.А., Кирнац В.І., Холденко В.І., Александровська Н.І.</i> Моделювання робочого процесу за даними систем DEPAS та IMES. Діагностика циліндрового змащування.....	20
<i>Нікончук С.В.</i> Влияние процесса декарбонизации топлива и выбросов на современный рынок судостроения и процесс подготовки молодых специалистов.....	22
<i>Чередніченко О.К.</i> Адаптація об'єктно-орієнтованих підходів до розв'язання задач дослідження енергетичних установок морських об'єктів нафтогазовидобування	24
<i>Коробко В.В.</i> Термоакустичні системи енергозбереження в судновій енергетиці	29
<i>Горбов В.М., Мітєнкова В.С.</i> Нариси з історії конференції «Суднова енергетика: стан та проблеми»	33

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

<i>Патлайчук В.М., Патлайчук О.В., Борщов О.М.</i> Розробка конструкції газотурбінного агрегату з ежекційним перерозширенням газу в турбіні	51
<i>Патлайчук В.М., Пустовойченко А.Є., Борщов О.М.</i> Методика теплового розрахунку газотурбінного агрегату з ежекційним перерозширенням газу в турбіні	55
<i>Погорлецький Д.С., Голота Є.С.</i> Модернізація системи охолодження гідравлічної рідини суднового крану Macgregor	58

<i>Ратушняк І.О., Ратушняк Л.П.</i> Вдосконалення оцінки еколого-економічної ефективності систем очищення суднових нафтовмісних вод	263
<i>Сагін А.С.</i> Оптимізація експлуатаційних показників роботи циркуляційних систем мащення суднових дизелів	266
<i>Соломонюк Д.М.</i> Утилізація низькопотенційної теплоти ГТУ тепловими насосами, що працюють на водяній парі.....	269
<i>Грич А.В., Остапенко О.В.</i> Система кондиціонування з глибоким двоступеневим охолодженням повітря машинного відділення автономної теплоелектростанції.....	273
<i>Зубко І.В., Булдаков А.В.</i> Застосування спиртових палив в СЕУ	277
<i>Онищенко В.В., Терех Р.В.</i> Утилізація вторинних енергоресурсів як шлях до підвищення ефективності СЕУ.....	282
<i>Іванов А.А., Свиридов В.І.</i> Екологічна безпека при експлуатації морського транспорту	286
<i>Остапенко А.В., Грич А.В.</i> Двухпоточная эжекторно-абсорбционная система трансформации сбросного тепла газопоршневого модуля.....	290
<i>Trofytenko D.S.</i> , Assessment of change in thermal balance of container vessel's post-triple e- class me when switching to ammonia as the main fuel.....	294
<i>Шостак В.П., Личко Б.М., Манзюк А.Ю.</i> Суднові пропульсивні установки з головним поршневим двигуном і утилізаційною паровою або газовою турбіною.....	299
<i>Семенов М.М., Шаповалов Ю.О.</i> Математична модель теплопереносу при сушінні і термічному розкладанні частинок відходів на водному транспорті	302
<i>Ткач М.Р., Галинкін Ю.М., Ключник В.С., Золотой Ю.Г.</i> Удосконалення технології випробування лопаток ГТД методом електронної спекл-інтерферометрії	307
<i>Ключник В.С., Ткач М.Р., Золотой Ю.Г., Галынкин Ю.Н., Проскурин А.Ю.</i> Улучшение метода цифровой спекл-интерферометрии для определения вибрационных характеристик лопаток газовой турбины.....	312
<i>Московко О.О.</i> Оцінка ефективності системи примусового запуску термоакустичного двигуна на прикладі контейнеровозу типу EXPLORER CLASS	316
<i>Колбасенко О.В., Димо Б.В.</i> Результати аналітичних досліджень горіння водопаливних емульсій	320

Секція № 4. ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ

З СУДНОВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ У ВНЗ

<i>Патлайчук О.В.</i> Формування "soft skills" як одне з призначень гуманітарної складової освітніх програм технічних спеціальностей	324
<i>Patlaichuk O.V., Patlaichuk V.M.</i> Soft skills as necessary qualities of a contemporary engineer.....	327
<i>Кісетов Ю.В., Кукліна О.Ю.</i> Деякі питання вивчення курсу комп'ютерної графіки студентами машинобудівних спеціальностей.....	329
<i>Семенов М.М., Соломонюк Д.М., Шаповалов Ю.О.</i> Досвід впровадження віртуального лабораторного практикуму для спеціальності теплоенергетика.....	333
<i>Сорокіна Т.М., Личко Б.М.</i> Сучасні фахові терміни у дизелебудуванні	336
<i>Нікончук С.В., Єлеонська О.С., Мітенкова В.С.</i> Використання CADMATIC у начальному процесі для формування практичних навичок проектування	339

УДК 629.123

СУДНОВІ ПРОПУЛЬСИВНІ УСТАНОВКИ З ГОЛОВНИМ ПОРШНЕВИМ ДВИГУНОМ І УТИЛІЗАЦІЙНОЮ ПАРОВОЮ АБО ГАЗОВОЮ ТУРБІНОЮ

Шостак В.П.

*кандидат технічних наук, професор кафедри
експлуатації суднових енергетичних установок та теплоенергетики
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова*

м. Миколаїв, Україна

shostakvolodymyr7@gmail.com

Личко Б.М.

*кандидат технічних наук, доцент кафедри
експлуатації суднових енергетичних установок та теплоенергетики
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова*

м. Миколаїв, Україна

bogdan.lychko@gmail.com

Манзюк А.Ю.

інженер

м. Миколаїв, Україна

anton.manziuk@gmail.com

Анотація. Аналізується механіка комбінованої рухової установки для сучасних транспортних суден з глибокою утилізацією вторинних енергоресурсів. У якості утилізаційних агрегатів, в яких виробляється механічна енергія, виступають силова газова та парова турбіни. Вони передають енергію на валопровід через редуктор з еластичними демпфіруючими муфтами.

Ключові слова: пропульсивна установка, малообертовий двигун, утилізаційна турбіна, редуктор, планетарна передача, демпфіруюча муфта.

Сучасні транспортні судна значної водотоннажності, наприклад контейнеровози типу Emma Maersk, Marko Polo, McKinny, мають значну швидкість (біля 20 вуз) і потужність головного двигуна понад 50 МВт. Відповідно, в навколишнє середовище відводиться значна кількість низькопотенційної теплоти – з відхідними газами (~ 250 °C) в атмосферу і від наддувного повітря (~ 200 °C) з охолоджувальною водою низькотемпературного контуру в забортну воду. Використання такої теплоти, тобто утилізація вторинних енергоресурсів, – це реальний шлях до зниження витрат палива (близько 10 %) та поліпшення екологічності пропульсивної установки.

У цьому випадку, крім головного двигуна, виробниками механічної енергії являються парова і/або газова турбіни. Найбільш глибока утилізація вторинних енергоресурсів з максимальною енергоефективністю буде забезпечена при передачі цієї енергії безпосередньо на судновий валопровід і, далі, на гребний гвинт. Зазначимо, що привабливе застосування електричної передачі з подвійним перетворенням енергії – механічну в електричну, а потім електричну в механічну – супроводжується втратами 13...16 % і більше.

Застосування лише силової утилізаційної турбіни не забезпечує глибоку утилізацію вторинних енергоресурсів, проте здійснюється найпростішим способом. Утилізаційна парова турбіна обумовлює наявність утилізаційного котла значних габаритів та системи «пар-конденсат», які є достатньо громіздкими, але добре освоєними. При цьому виникає проблема роботоздатності та надійності редукторів, які поєднують поршневий двигун (частота обертання $\sim 100 \text{ хв}^{-1}$), з газовою ($\sim 15000 \text{ хв}^{-1}$) та паровою ($\sim 7000 \text{ хв}^{-1}$) турбінами.

На рисунку зображені принципові схеми пропульсивних установок з головним поршневим двигуном і утилізаційною паровою (I, III) або газовою (II) турбіною.

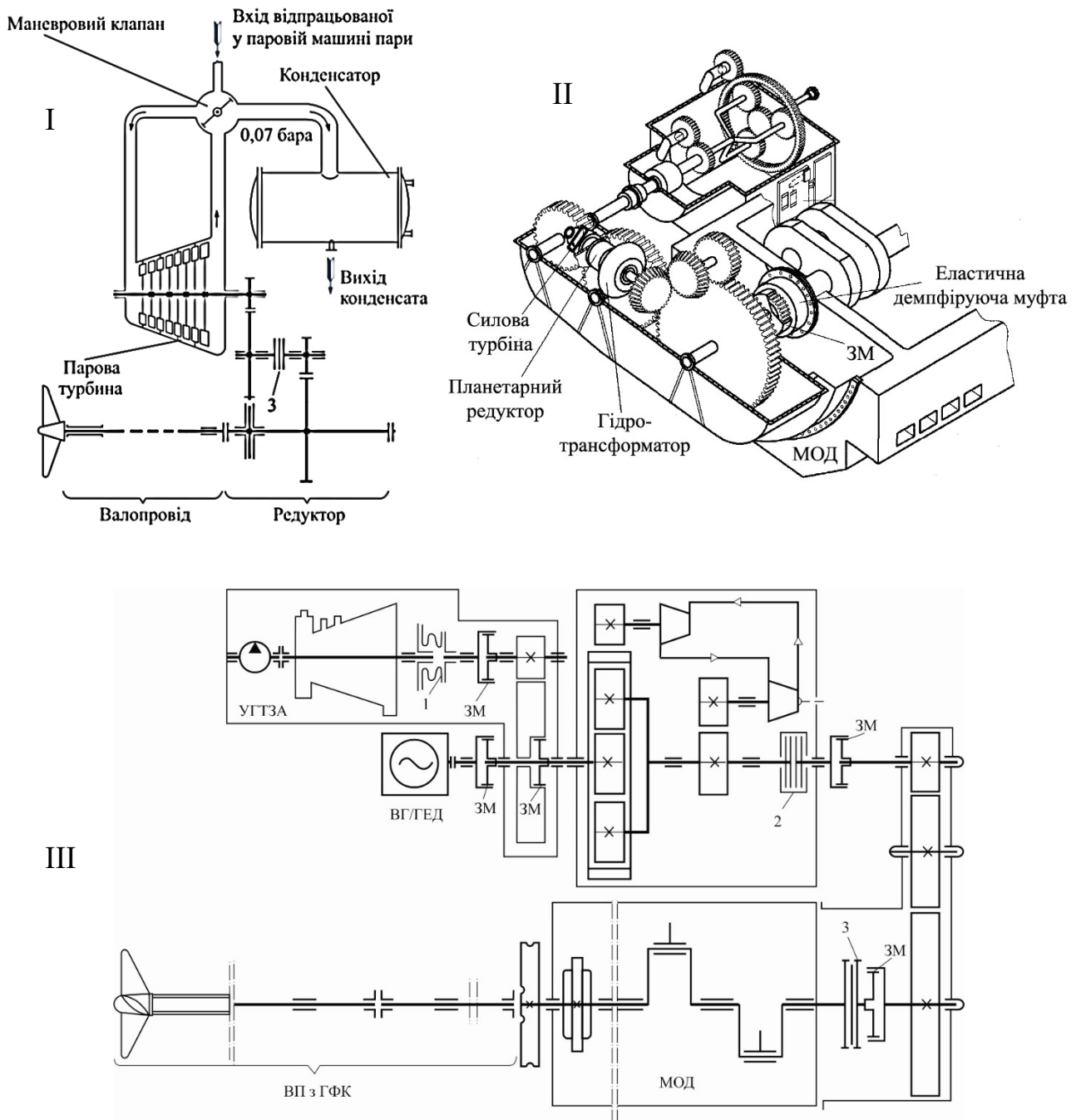


Схема I, з триступеневою поршневою машиною, застосовувалась на рубежі XIX – XX століття, обов'язковим елементом якої була еластична демпфіруюча муфта 3. Наприкінці

минулого століття компанію МАН-дизель-турбо представила схему II, в якій використовується валогенератор з планетарним редуктором компанії Renk, до якого підключена силова газова турбіна. У якості демпфіруючого елемента застосовується еластична муфта. Нами розроблена схема III, яка поєднує малообертовий двигун МОД, зубчасту передачу, планетарний редуктор/мультиплікатор, утилізаційний гребний турбозубчастий агрегат УГТЗА та валогенератор/гребний електродвигун ВГ/ГЕД. Для роботоздатності, надійності та можливості різних режимів роботи використовується напівгнучка муфта 1, зубчасті муфти 3М та дискові демпфіруючі муфти 2 і 3. Уся механічна енергія передається на валопровід з гвинтом фіксованого кроку ВП з ГФК.

Висновок

На даний час забезпечення надійної сумісної роботи турбін з поршневыми малообертовими двигунами на судах може базуватися на досвіді використання валогенераторів, освоєних редукторів, планетарних передач, різноманітних демпфіруючих та зубчастих муфт.

SHIP PROPULSION PLANTS WITH THE MAIN PISTON ENGINE AND RECYCLING STEAM OR GAS TURBINE

Volodymyr P. Shostak, Bohdan M. Lychko, Anton U. Manziuk

Volodymyr P. Shostak.

Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department

operation of ship power plants and heat power

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Mykolayiv, Ukraine

Bohdan M. Lychko.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department

operation of ship power plants and heat power

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Mykolayiv, Ukraine

Anton U. Manziuk.

Engineer

Mykolayiv, Ukraine

Abstract. The mechanics of the combined propulsion system for modern transport vessels with deep utilization of secondary energy resources is analyzed. Power gas and steam turbines are used as utilization units in which mechanical energy is produced. They transfer energy to the shaft line through a gearbox with elastic damping couplings.

Key words: propulsion installation, low-speed engine, utilization turbine, reducer, planetary gear, damping clutch.