

14-ї

МАТЕРІАЛИ МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ



2023
СЕУТТОО

СУЧАСНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ
УСТАНОВКИ НА ТРАНСПОРТІ,
ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ
ДЛЯ ЇХ ОБСЛУГОВУВАННЯ

Міністерство освіти і науки України
Херсонська державна морська академія
Одеський національний морський університет
Національний університет «Одеська морська академія»
Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова
Державний університет інфраструктури та технологій
Литовська морська академія (Литовська Республіка)
Akademia Morska w Szczecinie (Республіка Польща)
Batumi State Maritime Academy (Грузія)
Крюїнгова компанія «Marlow Navigation» (Республіка Кіпр)

МАТЕРІАЛИ

14-ї Міжнародної науково-практичної конференції
***«СУЧАСНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ УСТАНОВКИ НА
ТРАНСПОРТІ, ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ
ЇХ ОБСЛУГОВУВАННЯ»
(СЕУТТОО-2023)***



Херсон – 2023

ЗМІСТ

Слово голови організаційного комітету конференції, ректора Херсонської державної морської академії Чернявського Василя Васильовича.....	9
Секція 1. ПРОБЛЕМИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК І ДОПОМІЖНОГО ОБЛАДНАННЯ НА ТРАНСПОРТІ.....	12
Гнатів А.В., Аргун Щ.В., Сохін П.А., Ульянець О.А. <i>Комбінована силова установка з індукційним підігрівом повітря у циліндрах для міських транспортних засобів</i>	13
Худяков І.В., Грицук І.В., Погорлецький Д.С., Черненко В.В., Поліщук О.В. <i>Особливості використання систем моніторингу енергетичних установок суден змішаного району плавання «ріка-море»</i>	17
Погорлецький Д.С., Грицук І.В., Худяков І.В. <i>Особливості експлуатації лубрикаторної системи мащення суднового двигуна MAN-B&W 5S70ME-C</i>	22
Шалапко Д.О., Андреев А.А., Свиридов В.І. <i>Покращення експлуатаційних показників СЕУ танкера за рахунок використання водневих добавок</i>	27
Шалапко Д.О., Андреев А.А., Пирисунько М.А. <i>Експлуатаційні показники суднового дизельного двигуна при використанні водневих домішок</i>	31
Андреев А.А., Шалапко Д.О., Свиридов В.І. <i>Покращення експлуатаційних характеристик суднових систем інертних газів</i>	34
Андреев А.А., Пирисунько М.А., Андреева Н.Б. <i>Підвищення паливної ефективності суднових МОД охолодженням наддувного повітря тепловикористовуючою установкою</i>	38
Свиридов В.І., Андреев А.А., Шалапко Д.О. <i>Діагностування суднового устаткування під час його роботи</i>	41
Варбанець Р.А., Мінчев Д.С., Псарюк С.П., Братченко П.В. <i>Передбачення впливу нерегулярності паливоподачі на параметри роботи головного суднового двигуна з використанням цифрового двійника</i>	45
Савчук В.П., Білоусов Є.В., Курносенко Д.В., Таран М.В. <i>Вплив форсування дизелів ZA40S на експлуатаційні обмеження шатунних підшипників</i>	49
Kisietov J., Kozlov A. <i>Some issues of fuel preparation on ships</i>	55

ІНФОРМАЦІЙНЕ ПОВІДОМЛЕННЯ.....	117
Секція 2. ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ, НАДІЙНОСТІ ТА БЕЗПЕКИ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК І ДОПОМІЖНОГО ОБЛАДНАННЯ НА ТРАНСПОРТІ, НЕТРАДИЦІЙНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ СИСТЕМИ.....	118
Шостак В.П., Личко Б.М. <i>Друге дихання утилізації вторинної теплоти ма-лообертових дизелів.....</i>	119
Врублевський Р.Є. <i>Використання гомогенізатору для підвищення економії палива та екологічних показників головного двигуна.....</i>	123
Зіпунніков М.М. <i>Особливості роботи електролізної комірки в умовах імпульсного електролізу.....</i>	126
Авраменко А.М., Левтеров А.М. <i>Проблеми використання водень вмістких сумішей для поліпшення екологічних показників дизельних двигунів.....</i>	130
Настасенко В.О., Проценко В.О., Бабій М.В. <i>Сучасний розвиток суднових вітряних систем.....</i>	133
Воїнов О.П., Самохвалов В.С., Кобалава Г.О. <i>Можливості оновлення судно-вих котельних установок.....</i>	137
Чорна В.О., Кудряшов О.О., Біленко С.С. <i>Аналіз існуючих методик оцінки температурного поля тягових електричних двигунів.....</i>	139
Грич А.В., Остапенко О.В. <i>Аналіз впливу ступеневого кондиціювання пові-тря машинного відділення на ефективність газових двигунів.....</i>	141
Грич А.В., Остапенко О.В. <i>Система кондиціювання з глибоким двоступене-вим охолодженням повітря машинного відділення газових двигунів тепло-електростанції.....</i>	144
Шарко О.В., Клевцов К.М., Степанчиков Д.М., Яненко А.В. <i>Організація мо-ніторингу прогнозування технічного стану вузлів турбокомпресорів із вико-ристанням ланцюгів Маркова.....</i>	148
Скосар В.Ю., Ворошилов О.С., Бурилов С.В., Дзензерський В.О. <i>Паливні комірки - необхідний елемент енергетичної безпеки.....</i>	151
Скосар В.Ю., Ворошилов О.С., Бурилова Н.В., Бурилов С.В., Дзензерсь-кий В.О. <i>Питання безпеки на магнітолевітаційному транспорті.....</i>	154
Чередніченко О.К., Личко Б.М., Басов О.Ю. <i>Реалізація об'єктно-орієнтова-них підходів при розв'язанні задач дослідження суднових енергетичних комплексів з термохімічними системами.....</i>	157

ДРУГЕ ДИХАННЯ УТИЛІЗАЦІЇ ВТОРИННОЇ ТЕПЛОТИ МАЛООБЕРТОВИХ ДИЗЕЛІВ

Шостак В.П., Личко Б.М. 

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Україна

Анотація

Ключові слова:

пропульсивна суднова установка, малообертотний двигун, утилізаційна парова турбіна, силова газова турбіна, поршнева парова машина, теплова схема, редуктор.

Аналізується ситуація, що склалася протягом минулого століття і на початку поточного у царині використання вторинної теплоти на транспортних дизельних судах шляхом її глибокої утилізації.

У 70-ті роки минулого століття спостерігалась поява транспортних суден з глибокою утилізацією вторинної теплоти (УВТ), перш за все теплоти відхідних від малообертотного двигуна (МОД) газів.

На виході з МОД, після його турбокомпресорів, у режимі повного ходу температура газів складала близько 400 °С. Вони мали значну ексергію, що робило їх привабливими для одержання електроенергії в утилізаційних турбогенераторах (УТГ), які споживали пару від утилізаційних котлів.

В той же час вітчизняний флот – флот Радянського Союзу – поповнювався серіями танкерів зарубіжної побудови з головними суднами: "Леонардо да Вінчі" (Італія), "Спліт" (Югославія) і "Лисичанськ" – "Луганськ" (Японія). На цих судах були встановлені УТГ. У Херсоні будувалась серія середньотоннажних танкерів типу "Командарм Федько" – "Дмитро Медведев", окремі судна якої, наприклад "Володимир Коккінак" оснащувались також УТГ [5]. І не тільки вказані судна мали подібні системи так званої глибокої утилізації вторинної теплоти (СГУ ВТ).

Таким чином, вказана утилізація із теорії перейшла в практичну площину, коли УТГ покривали в значній мірі потреби суден в електроенергії на ходових режимах. Широке застосування утилізаційних котлів (УК) значних габаритів і УТГ свідчили, що утилізація вторинної теплоти, так би мовити, дихала на повні груди.

Розробки по глибокій утилізації базувались на досвіді минулого. На початку минулого століття парові поршневі машини (ППМ) значної потужності досягли вершини свого розвитку. І подальше збільшення пропульсивної потужності обумовило появу комбінованої пропульсивної установки: "поршнева машина – парова

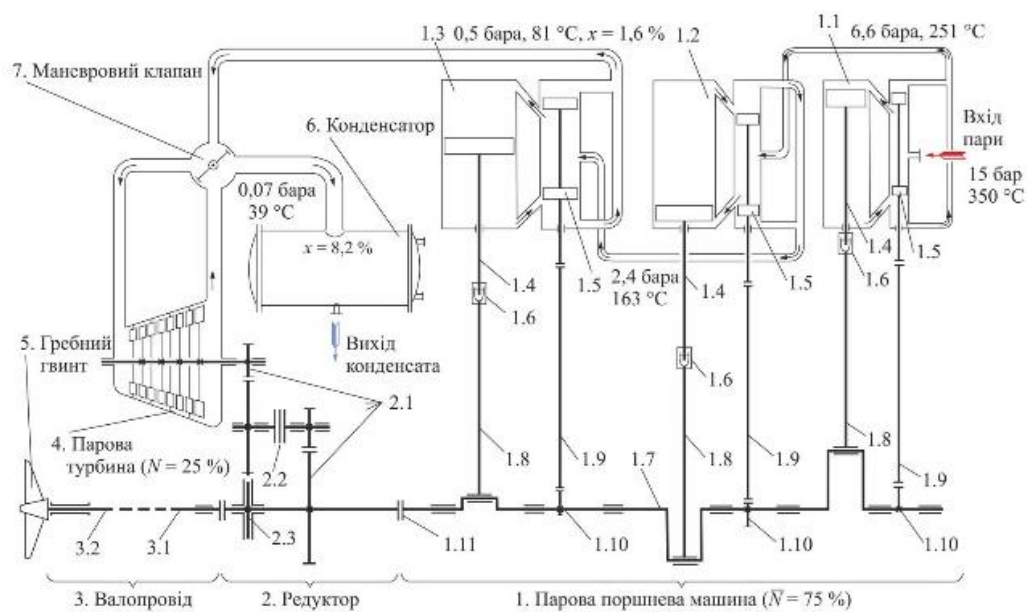
турбіна". Остання споживала низькопотенційну пару, яка вже відпрацювала в трициліндровій ППМ – рис. 1 [1, 6]. Отже, така парова турбіна по суті утилізувала низькопотенційну вторинну теплоту, тобто так само як і УТГ. У цьому випадку вся механічна енергія передавалась на гребний гвинт з застосуванням відповідного редуктора (поз. 2 на рис. 1,а).

Нами була запропонована у 70-х роках дизельна пропульсивна установка з утилізаційним гребним турбозубчастим агрегатом (УТГЗА) з максимально можливим охолодженням відхідних газів (до 140 °С) [2], але інертна радянська суднобудівна галузь не була спроможна це реалізувати.

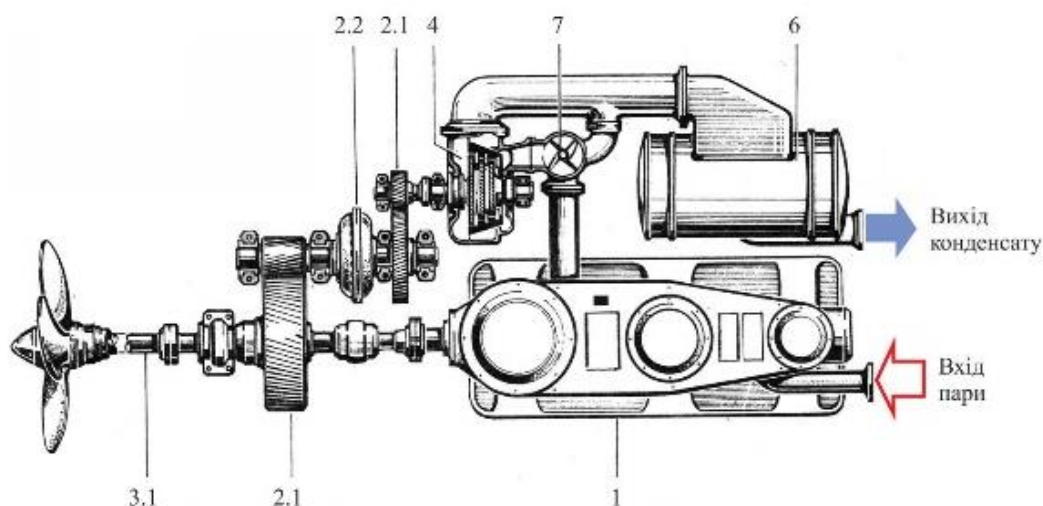
Наприкінці 80-х років минулого століття МОД були суттєво удосконалені. Їх ККД від 40 % досягнув 50 %, що знизило температуру відхідних газів до 250-280 °С. І глибока утилізація захлинулась: "перестала дихати". Таким чином, 60-70-ті роки минулого століття – це перше дихання, такої привабливої, утилізації вторинної теплоти.

Початок поточного століття характеризується появою крупних контейнеровозів (довжина ~ 400 м, ~15000 TEU) з проектною швидкістю ходу біля 25 вуз., що обумовило значну потужність головного двигуна – МОД.

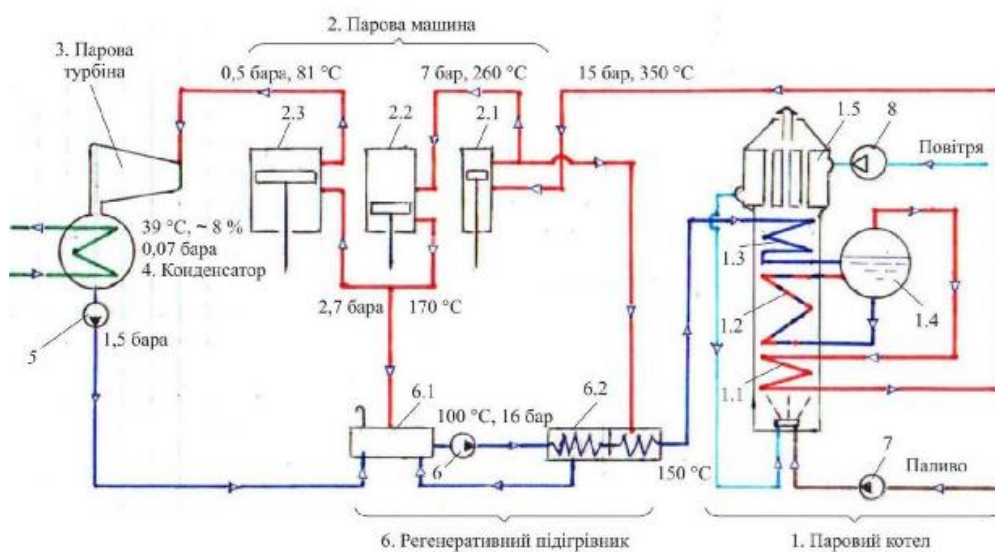
Вдала комерційна діяльність датської компанії Maersk дозволила застосувати на судах цієї компанії СГУ ВТ, що базувалось на теоретичних розробках закордонних фахівців (наприклад [9], [10]). Зокрема, на серійних контейнеровозах типу "Emma Maersk" на валопроводі, на його валах, було встановлено по два електродвигуна. Вони живляться від групового розподільного щита, до якого надходить електроенергія і від УТГ, який обертається завдяки газовій і паровій турбінам.



а)



б)



в)

Рисунок 1. Пропульсивна установка з паровою поршневою машиною і паровою турбіною:
а – теплова схема без регенерації теплоти; б – об’ємне зображення; в – принципова схема основних систем регенеративної установки

Таким чином, початок поточного століття – це друге дихання глибокої утилізації вторинної теплоти на судах з МОД.

Нами запропоновано суттєву (по своїй глибині) утилізацію не тільки теплоти відхідних газів, а й теплоти стисненого в турбокомпресорах повітря, оскільки його температура перевищила 200 °С [3, 4, 7, 8]. Крім того, спостерігається стабільне її зростання.

На рис. 2 зображена розроблена нами теплова схема, в якій реалізується термодинамічний цикл "пар–конденсат" з максимально можливим охолодженням і газів, і повітря. До утилізаційної турбіни (позиція 8 на рис. 2) підводиться пара трьох тисків. Турбіна є складовою УГТЗА. Він під'єднується до валопроводу через редуктор-мультиплікатор німецької фірми Renk [4, 6]. Застосування сучасних систем автоматизації забезпечить роботу такої, значно ускладненої, пропульсивної установки.

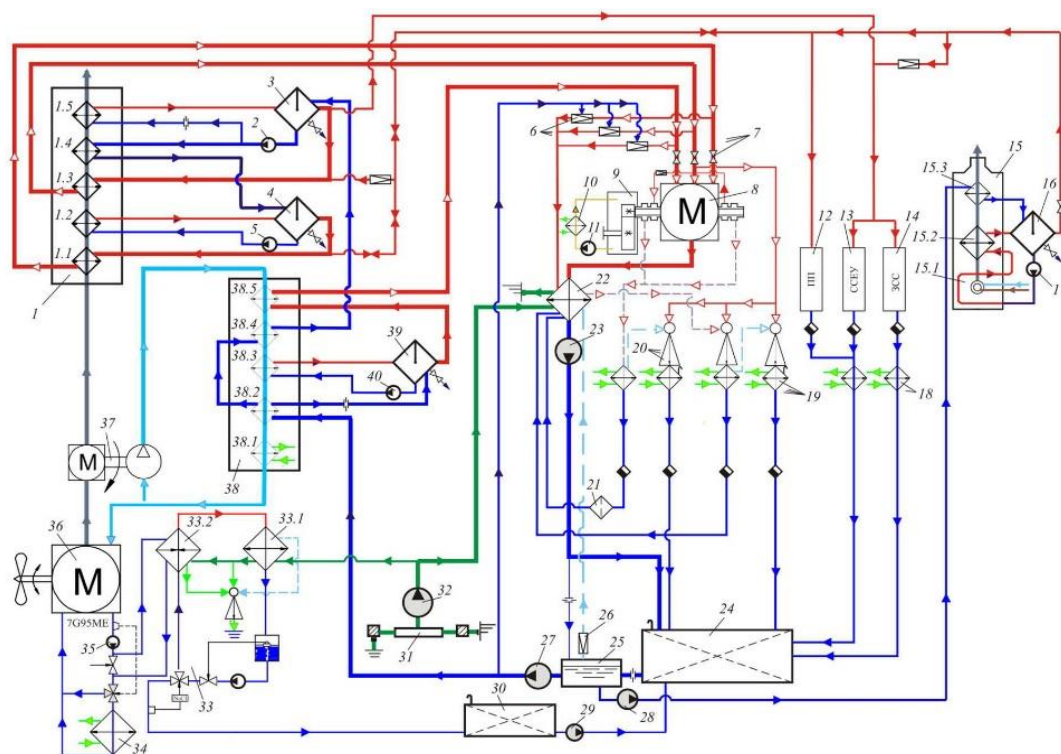


Рисунок 2. Розгорнута теплова схема УВТ для контейнеровоза Е-класу

Висновки

На думку закордонних дослідників і на наш погляд (на підставі чисельних теоретичних розробок) потужність утилізаційної турбіни сягає ~ 10 % потужності МОД.

На це треба зважити фахівцям ІМО й запровадити безперечні заходи поетапного впровадження глибокої утилізації вторинної теплоти на цивільних судах з прямою передачею потужності на гвинт. Адже йдеться про зменшення шкідливих викидів у морське довкілля на 10 %.

Друге дихання утилізації вторинної теплоти не повинно зупинитися!

Література

[1] Допатка Р. Книга о судах [Текст]: пер. с нем. / Р. Допатка, А. Перепечко. – Л.: Судостроение, 1981. – 208 с.

[2] Захаров, Ю.В. Анализ экономической эффективности способов утилизации тепла отходящих газов судовых дизелей [Текст] / Ю.В. Захаров, В.П. Шостак // Судостроение, № 8, 1972. – С. 31–35.

[3] Шостак, В.П. Глибока утилізація теплоти відхідних газів і стисненого повітря сучасного малооборотного двигуна [Текст] / В.П. Шостак, А.Ю. Манзюк // Віс. НУК. – Миколаїв, 2016., – С. 21-25.

[4] Шостак, В.П. Передача механічної енергії від утилізаційної турбіни на гребний гвинт [Текст] // В.П. Шостак, Б.М. Личко, А.Ю. Манзюк // "Суднова енергетика: стан та проблеми" – Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції 7-8 листопада 2019 р. – Миколаїв: НУК. – С. 35-37.

[5] Шостак, В.П. Практична підготовка суднових механіків: навчальний наочний посібник [Текст] // В.П. Шостак, Ю.В. Кісетов. – Миколаїв:

НУК і ФОП Ємельянова Т.В., 2020 – 199 с.

[6] Шостак, В.П. Системи суднових дизельних установок. Робочий зошит [Текст]: навчально-наочний посібник / В.П. Шостак, А.І. Кісарова. – Миколаїв: НУК, 2021. – 128 с.

[7] Шостак, В.П. Споживачі теплової енергії в суднових системах глибокої утилізації вторинних енергоресурсів [Текст] // В.П. Шостак, А.Ю. Манзюк // Зб. докладів на конференції НУК, 2016.

[8] Шостак, В.П. Суднові пропульсивні установки з головним поршневим двигуном і утилізаційною паровою або газовою турбіною [Текст] // В.П. Шостак, Б.М. Личко, А.Ю. Манзюк // "Суднова енергетика: стан та проблеми". – Матеріали X Міжнародної науково-технічної конференції 4-5 листопада 2021 р. – Миколаїв: НУК. – С. 299-301.

[9] Schmid, H. Less Emissions Through Waste Heat Recovery [Tex] / Heinrich Schmid// Switzerland: Wärtsilä Corporation, 2004. – p. 10.

[10] Waste Heat Recovery System (WHRS) for Reduction of Fuel Consumption, Emission and EEDI [Tex] / MAN Diesel & Turbo // Copenhagen, Denmark, p. 30.

Відомості про авторів

Володимир Шостак, к.т.н., професор кафедри експлуатації суднових енергетичних установок та теплоенергетики, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна, [ORCID ID: 0000-0002-8071-389X](https://orcid.org/0000-0002-8071-389X).



Богдан Личко, к.т.н., доцент, в.о. завідувача кафедри експлуатації суднових енергетичних установок та теплоенергетики, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна, [ORCID ID: 0000-0003-3943-9689](https://orcid.org/0000-0003-3943-9689).

