



**НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ
КОНФЕРЕНЦІЇ**

Національний університет кораблебудування

**СУДНОВА ЕНЕРГЕТИКА:
СТАН ТА ПРОБЛЕМИ**

**МІЖНАРОДНА
НАУКОВО-ТЕХНІЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ**

7–8 листопада 2019 р.

МАТЕРІАЛИ



Миколаїв ■ 2019

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)

«Суднова енергетика: стан та проблеми»

МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

7-8 листопада 2019 року

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

МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ

Миколаїв

Видавець Торубара В.В.

2019

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»
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 публікуються за оригіналами, які представленні авторами.

Претензії щодо змісту та якості матеріалів не приймаються.

Відповідальний за випуск:

Московко Олексій Олексійович

У66 Суднова енергетика: стан та проблеми : Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції. — Миколаїв : Видавець Торубара В.В., 2019. — 360 с.

ISBN 978-617-7472-49-9

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

УДК 62-8

ISBN 978-617-7472-49-9

© Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова, 2019

ЗМІСТ

ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ

Варбанец Р. А., Залож В. И., Абросимов В. Г. Метод аналитической синхронизации данных мониторинга рабочего процесса транспортных дизелей в условиях эксплуатации	3
Коробко В. В., Шевцов А.П., Вен Хуабинг Енергетичні установки з термоакустичними системами утилізації теплових викидів	4
Савчук В.П., Білоусов Є.В., Зінченко Д.О., Дзигар А.К. Аналіз напружено-деформованого стану поршнів дизельних двигунів RT-FLEX 96C фірми Wartsila	9
Кузнецов В.В. Оценка эффективности процессов теплопередачи в теплообменных аппаратах энергетических установок	13
Тимошевський Б.Г., Ткач М.Р., Шалапо Д.О. Исследование волнового эффекта в топливной аппаратуре при использовании добавок водорода к дизельному топливу	16
Чередніченко О. К. Розробка технології термохімічної утилізації вторинних енергоресурсів теплових двигунів суднових енергетичних установок	18

СЕКЦІЯ № 1. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СУДНОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК

Грицук І.В., Погорлицький Д.С., Худяков І.В., Володарець М.В., Черненко В.В., Дзигар А.К. Теплова підготовка двигуна суднової енергетичної установки для покращення її екологічних показників	22
Горобець В.Г., Богдан Ю.О., Троханяк В.І., Антіпов Є.О., Масюк М.Ю. Узагальнення результатів експерименту та чисельного моделювання процесів теплообміну і гідродинаміки компактного пучку гладких труб малого діаметру	25
Mykola Bulgakov Requirements for the circulation oil purity for me engine series.....	30
Чередніченко О.К., Коробейнікова Н.В., Плюсина Д.В., Сапельник П.П. Аналіз умов ефективного використання продуктів термохімічної обробки вуглеводневих палив в суднових енергетичних установках	33
Шостак В.П., Личко Б.М., Манзюк А.Ю. Передача механічної енергії від утилізаційної турбіни на гребний гвинт	35
Мошенцев Ю. Л., Гогоренко А. А., Исследование схем систем охлаждения двс с доохлаждением наддувочного воздуха.....	37
Колесник Д.В. Особенности взаимодействия судового дизеля с винторулевой колонкой.....	43
Шостак В. П., Кісарова А. І. Математична модель для визначення раціонального параметра узгодження ДВЗ-ТК.....	45
Мітенкова В.С. Корнелюк О.М. Покращення техніко-економічних показників пропульсивного комплексу судна шляхом впровадження новітніх розробок інженерії у сучасне суднобудування	48
Шостак В.П., Личко Б.М., Манзюк А.Ю. Ефективність комбінованої пропульсивної установки транспортного судна	52
Свиридов В.І., Бондаренко А.В., Бруйко В.М. Дослідження засобів очищення суднових вод від нафтопродуктів	54
Кісєтов Ю.В., Багіров Е.Я. Виявлення несправностей і пошкоджень підшипників суднових механізмів методами діагностування	59
Кісєтов Ю.В., Кукліна О.Ю., Дзісь П. І. Особливості розслідування аварій енергетичної установки.....	60
Кісєтов Ю.В., Дікусар О.М. До питання підвищення безпеки експлуатації суднової енергетичної установки	63
Кісєтов Ю.В., Довженко О. М. Перспективні напрямки підвищення безпеки експлуатації суднових енергетичних установок	66
Кісєтов Ю.В., Вишнев А. О. Особливості створення інформаційної моделі аварій суднового енергетичного обладнання	68
Кісарова А. І. Рейсові витрати палива судновим головним двигуном.....	70
Єсін І.П., Гіржев І. В. Вибір установки для обробки баластних вод на прикладі танкера дедвейтом 75000 т	73
Соломонюк Д.М., Циганок А.О. Вдосконалення атомних енергетичних установок за рахунок використання газотурбінних двигунів.....	76
Чередніченко О.К., Коробейнікова Н.В., Литвинюк А.О., Работаєв О.В., Старов М.В. Аналіз впливу обмежень, пов'язаних з системою живлення двигуна на енергоефективність термохімічної утилізації.....	79
Личко Б.М., Макаренко О.С. Аналіз сучасних методів очиски відпрацьованих газів суднової енергетичної установки	80
Ратушняк І.О., Ратушняк Л.П. Еколого-економічна ефективність систем очищення суднових нафтовмісних вод та методика її оцінки.....	82
Сагін С.В. Забезпечення оптимального поновлення реологічних характеристик моторного мастила суднових дизелів	85
Куропятнік О.А. Дослідження режимів перепуску випускних газів суднових дизелів.....	91
Севідов С.А., Єлеонська О.С., Бондаренко М.С., Аналіз альтернативних систем очиски стічних вод для судна типу RSD 49.....	95

[4] Cherednichenko, O. C. (2016). Modelirovanie energokompleksov s termokhimicheskoi regeneratsiei tepla dlya sudov-gazovozov [Modeling of efficiency of ship power plants with thermochemical heat recovery for liquefied natural gas carriers]. *Vestnik dvigatelestroeniya – Herald of Aeroenginebuilding*, 2, 36-41.

[5] Cherednichenko, O. C., Tkach, M.R. (2015). Povyshenie effektivnosti kombinirovannoy energeticheskoy ustanovki termokhimicheskoy regeneratsiei tepla. *Aviatsionno-kosmicheskaya tekhnika i tekhnologiya - Aerospace technic and technology*, 7 (124), 94-99. [in Russian].

[6] Cherednichenko, O. C. (2014). Otsenka effektivnosti termokhimicheskoy regeneratsii tepla v dizel-gazoturbinnoy energeticheskoy ustanovke [Evaluation of efficiency of thermochemical heat recovery in diesel-gas turbine power plant]. *Naukovyi visnyk Khersonskoi derzhavnoi morskoi akademii - The scientific bulletin of Kherson state maritime academy*, 2 (11), 89 – 96. [in Russian].

[7] Cherednichenko, O. C. (2017). Povyshenie jeffektivnosti jenergeticheskikh ustanovok sudov-gazovozov primeneniem termokhimicheskikh tehnologiy [Increase of efficiency of ship power plants of gas carriers with application of thermochemical technologies]. *Dvigateli vnutrennego sgoraniya – ICE*, 1, 46-51. [in Russian].

[8] Cherednichenko, O., Oschep, O., (2013). [Pokazateli gazoturbinnoy ustanovki s termokhimicheskoy regeneratsiei tepla \[Indicators of the gas turbine unit with the thermo-chemical heat regeneration\]. *Motrol*, Vol. 15, Issue 2, pp. 165–170.](#) [in Russian].

Cherednichenko O., Korobyinikova N., Plusnina D., Sapelnik P.

Analysis of conditions for use of products of conversion of carbon fuels in ship power plants

The main aim of the research is an analysis of characteristics of innovation marine power plants with the thermo-chemical regeneration of waste heat. Various variants of marine power plants with thermo-chemical heat recovery are presented. The results obtained indicate the effectiveness of the schemes.

Keywords: ship power plant; thermo-chemical recuperation; fuel conversion; syngas

Чередниченко А.К., Коробейникова Н.В., Плюснина Д.В., Сапельник П.П.

Анализ условий эффективного применения продуктов термохимической обработки углеводородных топлив в судовых энергетических установках

Рассмотрены перспективные требования, предъявляемые к судовым энергетическим установкам. Основной целью исследования является анализ условий эффективного применения продуктов паровой термохимической конверсии углеводородного топлива, полученных путем утилизации сбросной теплоты. Результаты исследований могут быть использованы при проектировании энергетических установок перспективных судов.

Ключевые слова: судовая энергетическая установка; термохимическая утилизация; конверсия топлива; синтез газ

УДК 629.01:629.05.

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ОЧИСТКИ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ СУДНОВОЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ

Личко Б.М. канд. техн. наук, доцент,

Макаренко О.С., асистент

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,

Україна, м. Миколаїв

bohdan.lychko@gmail.com, makarenator@gmail.com

Анотація. Проводиться аналіз сучасних методів очистки відпрацьованих газів судових двигунів. Розглянуто метод вологого очищення газів на прикладі скрубера фірми Яра.

Ключові слова: скрубери, очистка відхідних газів, зони контролю викидів в повітря, оксиди азоту.

На протязі останніх трьох десятиріч найбільш відомі дизелебудівні компанії виконують дослідження з підвищення екологічності судових дизелів, які працюють на важких сортах палива. Після згоряння важкого палива в атмосферу викидається велика кількість шкідливих речовин.

В теперішній час частка дизельних двигунів в судових енергетичних установках складає більше 90 % світового флоту.

Сучасні вимоги по обмеженню викидів NO_x та SO_x регламентовані положеннями Додатку VI конвенції МАРПОЛ, яка була прийнята Міжнародною Морською Організацією. Це стосується спеціальних районів контролю

викидів оксидів сірки, в цих районах значно знижені максимально допустимі викиди (сірки до нуля, NO_x до 3,4 г/(кВт·год.). Спеціальні райони діляться на ECA 0.1 і ECA 0.5 [1].

У районах ECA 0.1 допускається робота суднових двигунів на паливах з максимальним вмістом сірки 0,1% або співвідношення кількості SO_x до CO_2 не більше 4,3 при використанні установок для очищення вихідних газів (скрубєрів).

У районах ECA 0.5 допускається робота суднових двигунів на паливах з максимальним вмістом сірки 0,5% або співвідношення кількості SO_x до CO_2 не більше 21,7 при використанні скрубєрів.

З 01 січня 2020 року в силу входять вимоги щодо ECA 0.5 на всій поверхні світового океану згідно положеннями Додатку VI конвенції МАРПОЛ. Це значно збільшить експлуатаційні витрати торговельних суден, що пов'язано з застосуванням більш легких сортів палива і збільшенням вартості легкого палива з вмістом сірки менше 0,5 %.

Технологічні схеми очистки вихідних газів (ВГ) суднових теплових двигунів забезпечують: механічну очистку CO_2 за допомогою поверхньо-активних речовин, домішок NO_x – до 90 %, використовуючи каталізатор, наприклад – аміак (метод SCR), домішок SO_x – на стадіях паливопідготовки і при згорянні палива при генерації механічної енергії.

При аналізі методів, які використовуються для очистки вихідних газів, була складена їх загальна класифікація. Як видно з рисунку, існує три незалежні методи. Перші два відрізняються між собою наявністю рідкої фази, як складової процесу очищення вихідних газів, а третій метод базується на використанні специфічних властивостей електричного поля [2, 3].

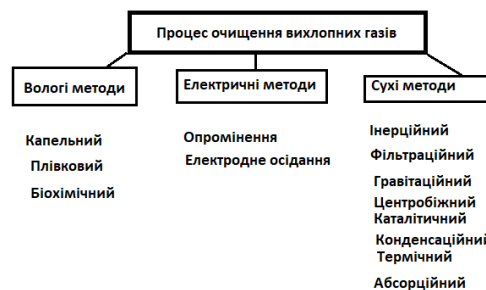


Рис. 1. Класифікація сучасних методів очистки вихідних газів CEY

В практиці експлуатації суден найбільш широке використання отримав вологий метод очищення вихідних газів (скрубєри) [4]. Типова технологічна схема скрубєру приведена нижче на рис. 1. При цьому взаємодія газів відбувається з рідиною. Через товщу вихлопних газів прокачується мілко розпилена прісна або солоня вода великим потоком. Кількість прокачаної води залежить від навантаження двигуна, процентного вмісту сірки у паливі, співвідношення NO_x у вихідних газах до CO_2 . Осідання частинок сажі та молекул сірки відбувається на каплі або на плівку стікаючої рідини. Потім вода стікає в циркуляційний танк (робота у закритому контурі) або викачується за борт (робота у відкритому контурі). При цьому дуже важливим фактором роботи скрубєру є контроль pH на виході із скрубєру, тому що молекули сірки значно знижують pH робочої води на виході із скрубєру. А це в свою чергу знижує спроможність робочої води поглинати атоми сірки, тому знижується степінь очистки вихлопних газів.

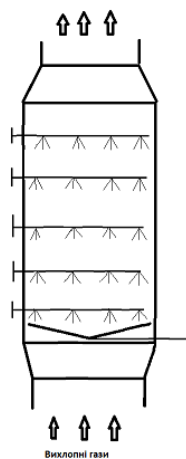


Рис. 2. Принципова схема скрубєрної установки

Перелік використаної літератури:

- [1] Міжнародна Конвенція MARPOL 73/78 [Електронний ресурс]. Режим доступу: www.lr.org/th/marpol-international-convention-for-the-prevention-of-pollution/ (дата звернення: 18.09.2019)
- [2] Голубев, М.В. (2016). Совершенствование процессов фильтрации и охлаждения отработавших выхлопных газов судовой дизельной установки. Автореферат диссертации кандидата технических наук: 05.05.03. Одеса.
- [3] Winnes, H., Fridell, E. (2010). Particle emission from ships: Dependence on fuel type. J. Air Waste Manage, 59, P 1391–1398.
- [4] Технічна документація скуберу фірми YARA тип 2170-30-4 [Електронний ресурс]. Режим доступу: www.yaramarine.com/ (дата звернення: 18.09.2019)

Bohdan M. Lychko, Oleksandr S. Makarenko

ANALYSIS OF MODERN METHODS OF EXHAUST GAS CLEANING IN MARINE POWER PLANTS

Annotation. Analysis of modern methods of exhaust gas cleaning in marine power plants is made.

Keywords: scrubbers, emission control areas, exhaust gas cleaning systems.

Лычко Б.М., Макаренко А.С.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ ВЫХЛОПНЫХ ГАЗОВ СУДОВОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

Аннотация. Проводится анализ современных методов очистки выхлопных газов судовой энергетической установки.

Ключевые слова: скруббер, зоны контроля выбросов, системы очистки выхлопных газов.

УДК 656.13:502.5

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМ ОЧИЩЕННЯ СУДНОВИХ НАФТОВІСНИХ ВОД ТА МЕТОДИКА ЇЇ ОЦІНКИ

Ратушняк Ігор Олександрович, к.т.н., доцент; Ратушняк Любов Петрівна, викладач НУК

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, igor.ratushnyak@nuos.edu.ua

Анотація. Розглянуто особливості методики оцінки еколого-економічної ефективності систем очищення суднових НВВ та проблемні питання її застосування.

Ключові слова: нафтовмісні води, суднові системи очищення, ефективність.

Світовий океан відіграє все більшу роль у житті людства, тому погіршення стану навколишнього морського середовища призводить до значних економічних витрат у результаті деградації природних ресурсів. У світовій статистиці найпоширенішим і небезпечним забруднювачем води є нафта й нафтопродукти, площа покриття якою сягла вже 1/5 загальної поверхні. Якщо врахувати, що до акваторії Чорного моря надходить всього 0,1% загальної кількості нафти, що транспортується, то реальне попадання нафтових компонентів до екосистеми Чорного моря становить приблизно 270 тис. тонн, що вище прийнятих на цей час оцінок у 2–2,5 рази [1]. Згідно зі статистикою, найбільші збитки морському середовищу наносить морський транспорт, однак існування та ефективне функціонування цивілізації неможливо без судноплавства.

Стосовно судноплавства, слід говорити у першу чергу про експлуатаційне забруднення, яке включає як автоматичне скидання забруднюючих речовин у процесі роботи судна, так і навмисні скидання відходів, що утворюються в процесі експлуатації судна. Для зменшення або повного запобігання таких скидань встановлюються норми й стандарти, що стосуються конструкції суден та їх устаткування, а також санкції відносно винних осіб.

Наявність суднової системи очищення НВВ на суднах, що виконують міжнародні рейси, є технічним інструментом у реалізації політики ІМО стосовно захисту морського середовища від забруднення. Аналіз практики національного міжнародного законодавства з питань забруднення моря нафтою з суден показує, що вирішення проблем захисту від забруднень повинно йти з наступних напрямків:

1. поширення на міжнародне судноплавство положень міжнародного морського права стосовно охорони моря;
2. безпосереднє використання у практичній діяльності держав правових норм, що регулюють охорону навколишнього середовища, обов'язкових для торговельних суден і військових кораблів;
3. вдосконалення національних відомчих положень, рекомендацій, інструкцій з охорони та захисту морського середовища від забруднення;