

Висновки. 1. Рациональний кут нахилу жалюзі на кожуху димової труби з підвітряного боку складає $50...60^\circ$, а з навітряного – $30...40^\circ$.
2. Подальші дослідження будуть спрямовані на моделювання процесів змішування при наявності жалюзі з різним кутом нахилу з протилежних боків охолоджувача.

Література:

- [1] Prevention of Air Pollution from Ships Режим доступу <https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Air-Pollution.aspx>
- [2] What happens tomorrow? IMO Tier III (NOx) regulations from 2021 Режим доступу <https://yachtsforsale.nl/yachts-news/what-happens-tomorrow-imo-tier-iii-nox-regulations-2021>
- [3] Kuznetsov V. Improvement of the cargo fleet vessels power plants ecological indexes by development of the exhaust gas systems / Valerii Kuznetsov, Boris Dymo, Svitlana Kuznetsova, Mykola Bondarenko, Andrii Voloshyn // POLISH MARITIME RESEARCH. – 2021. – 1 (109). – Vol. 28; pp. 97-104.
- [4] Дымо Б.В., Волошин А.Ю., Харченко В.И. Исследование газодинамических процессов в газоздушном охладителе корабельной энергетической установки. *Збірник наукових праць НУК*. Миколаїв : НУК, 2010. № 6. С. 81–89.

Determination Of Rational Values Of The Structural Elements Of Exhaust Gases Gas-Air Coolers Of The Marine Power Plants

Kuznetsova S.A.¹, Voloshyn A.Y.²

1 – Admiral Makarov National University of Shipbuilding

2 – State Research and Design Shipbuilding Center

Abstract. The results of the efficiency evaluation of reducing the concentration of hazardous substances in the gas-air coolers of exhaust gases of marine diesel engines by changing the tilt angle of the louvers of the smoke stack casing are presented. The researched tilt angles were $30-60^\circ$. It was found that on the leeward side of the cooler, the rational tilt angle is $50-60^\circ$, on the windward side - $30-40^\circ$, which will reduce the concentration to 35%.

Key words: marine power plant, gas-air cooler, louver, tilt angle, hazardous substances, concentration.

УДК 621.444:629.5.03

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ОЗОНУВАННЯ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ ШКІДЛИВИХ ВИКИДІВ СУДНОВОГО ДВИГУНА

Пирисунько М.А., Шалапко Д.О.

*кандидати технічних наук, доценти кафедри суднового машинобудування та енергетики Херсонського навчально-наукового інституту
Національного університету кораблебудування імені
адмірала Макарова, Херсон, Україна
maximka1786@gmail.com*

Анотація. Вплив шкідливих викидів судових дизелів на глобальний екологічний стан повітряного басейну є обмеженим і оцінюється в 5-7 % від загальної кількості викидів шкідливих речовин стаціонарними енергетичними установками і сухопутними транспортними засобами. Однак через відносно велику агрегатну потужність судові дизелі можуть бути основним джерелами забруднення атмосфери в таких локальних зонах як порти, водні акваторії річок, особливо на території міст. Викиди шкідливих речовин в атмосферу з

відпрацьованими газами суднових дизелів є одним з головних забруднювачів повітряного басейну, прилеглого до судноплавних акваторій річок. В роботі проаналізовано зниження шкідливих викидів судновими дизелями за рахунок використання методу озонування наддувного повітря.

Ключові слова: шкідливі викиди, озонування, випускні гази, судновий двигун.

Погіршення екології повітряного середовища, що спостерігається в даний час, призводить до необхідності посилення норм на токсичні викиди, насамперед від транспортних засобів, у яких досить суттєве місце займають судові енергоустановки і, в першу чергу, судові двигуни внутрішнього згоряння.

Вирішення проблеми забруднення повітряного басейну Світового океану викидами шкідливих речовин з відпрацьованими газами суднових дизелів пов'язано, насамперед, зі створенням високоефективних технологій зниження концентрації шкідливих викидів на випуску з дизельної установки, і це повною мірою відноситься як до суден, що проектується та будуються, так і до суден, що знаходяться в експлуатації.

Екологічні характеристики дизельних двигунів визначаються головним чином вмістом у продуктах згоряння, які за індексом токсичності значно перевершують інші шкідливі компоненти відпрацьованих газів.

Суднові дизелі дають близько 7 % світових викидів і регулярно проводяться дослідження, пов'язані з пошуком ефективних способів зниження шкідливих викидів суднових дизелів у експлуатаційних режимах при одночасному забезпеченні невисоких експлуатаційних витрат. Таким чином, зниження шкідливих викидів з відпрацьованими газами суднових дизелів є однією з найбільш актуальних завдань, що стоять перед дослідниками в галузі підвищення екологічної безпеки суднових енергетичних установок.

Мета дослідження – оцінка ефективності озонування наддувного повітря судового двигуна для покращення його екологічних показників.

Поліпшення експлуатаційних показників дизелів неможливе лише шляхом вдосконалення систем впорскування пального, очистки та нейтралізації відпрацьованих газів. Тому виникає необхідність у вдосконаленні процесів сумішоутворення та горіння пальної суміші. Перспективним методом впливу на процес горіння пального є активація пальної суміші шляхом його попереднього озонування.

Теоретичні та експериментальні дослідження впливу озону на вуглеводневе паливо, в тому числі дизельне були здійснювались як в Україні так і в інших країнах [1-4]. Наявність часткових досліджень у сфері озонування суднових дизельних палив та відсутність теоретичного дослідження з даного питання вказує на актуальність даної роботи.

Дослідження впливу озонування дизельних палив на вміст твердих часток в ВГ дизеля здійснювалось за рахунок аналізу механізму утворення та вигорання сажі. Була розроблена схема хімізму утворення твердих часток в камері згоряння дизеля. Розрахунковим способом знайдена залежність від температури газів в камері згоряння, вмісту сажі у відпрацьованих газах та швидкості утворення сажі.

При згорянні вуглеводневих палив двигунів внутрішнього згоряння у відпрацьованих газах може міститися твердий вуглецевий продукт в дисперсному стані — сажа. Частки сажі — це агломерат кристалітів, які, в свою чергу, складаються з набору окремих сіток графітових шестикутників. Сажа є одним із найбільш шкідливих викидів дизеля. Із врахуванням відносної агресивності токсичних компонентів та масових викидів відпрацьованих газів дизелів на частку твердих часток припадає 44,9 % витрат на компенсацію сумарної шкоди навколишньому середовищу [5, 6].

Утворення сажі є об'ємним процесом термічного розкладу вуглеводнів у газовій або паровій фазі в умовах сильного браку чи відсутності кисню, який може бути виражений рівнянням:



що, однак, не описує дійсного механізму утворення твердого вуглецю.

Переважним механізмом утворення сажі в камері згоряння дизеля є низькотемпературний фенольний механізм [7]. Згідно цього механізму, всі ароматичні вуглеводні з двома ароматичними кільцями залежно від температури:

— конденсуються в високомолекулярні сполуки: утворення сажі реалізується в низькотемпературній області $T < 1000$ К;

— відбувається розрив ароматичних кілець з утворенням ацетилену і радикалів C_2^* , C_2H^* , утворення сажі реалізується в області середніх температур $T = 1500 \dots 1600$ К.

Від кута $\phi_{п.к.в.}$, коли досягається максимальне значення температури, до кута $\phi_{п.к.в.}$, коли відкриваються випускні клапана. Утворення сажі практично завершилося і триває інтенсивне вигорання сажі. Активні радикали OH^* , що утворилися в процесі горіння, вступають у взаємодію з частинками сажі і збільшують товщину граничного шару. Тим самим, збільшуючи вклад в процес окислення частинок сажі. Чим довше триває цей інтервал часу, тим менше залишиться сажі до моменту відкриття випускних клапанів.

Висновки. В результаті дослідження впливу озонування на встановлено, що: в результаті підвищення вмісту кисню в пальному підвищується максимальна температура циклу дизеля, що в свою чергу може призвести до підвищення вмісту оксидів азоту у відпрацьованих газах; озонна активація призводить до підвищення періоду затримки займання пального, що дає додатковий час для сумішоутворення в камері згоряння дизеля; додатковий кисень в складі пального активізує процес вигорання сажі на пізніх стадіях горіння робочої суміші, що призводить до зниження рівня твердих часток у відпрацьованих газах дизеля.

ЛІТЕРАТУРА

- [1]. John Sousanis. World Vehicle Population Tops 1 Billion Units / John Sousanis // WardsAuto. – 2011. – August, 2011 – P. 65
- [2]. Автомобільні двигуни: підручник. / Ф.І. Абрамчук, Ю.Ф. Гутаревич, К.Є. Долганов, І.І. Димченко. – К.: Арістей, 2006. – 476 с.
- [3]. Парсаданов І.В. Наукові основи комплексного поліпшення показників паливної економічності та токсичності відпрацьованих газів дизелів вантажних автомобілів і сільськогосподарських машин: Автореф. дис ... д-ра техн. наук : 05.05.03 / Ігор Володимирович Парсаданов; Нац. техн. ун-т "Харківський політехнічний інститут". – Харків, 2003 – 36 с.
- [4]. Ноженко Е.С. Определение допустимых границ озонирования дизельного топлива. / Е.С. Ноженко, В.И. Могила, О.Л. Игнатьев, Е.Л. Барышева // Вісник СХУ ім. Д.А. Давида – Вип. №4(158) – С. 156 - 160.
- [5]. О.М. Пилипенко. Вплив кута випередження запалювання на паливно-екологічні показники карбюраторного двигуна з озонуванням палива / О.М. Пилипенко, В.Ю. Васильченко; А.Л. Миленко // Вісник Вінницького політехнічного інституту. - Вінниця, 2009 – Вип.5 – С.26 – 28.
- [6]. Анализ эффективности применения озонирования в системе рециркуляции отработавших газов ДВС / А.А. Андреев, М. А. Пирисунько // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: Матеріали IV Міжнародної науково-технічної конференції. – Миколаїв: НУК, 2013. – С. 152–153.
- [7]. Nasser, S. H. A Novel Fuel Efficient and Emission Abatement Technique for Internal Combustion engines [Text] / S. H. Nasser, S. Morris, S. James. — 1998. — SAE Paper 982561. — Available at: \www/URL: <http://dx.doi.org/10.4271/982561>

Prospects For Using The Ozoning Method To Reduce Harmful Emissions Of A Ship Engine

Maxim Pyrysunko - PhD, Lecturer of the Ship Power Plants Operation and Heat-Power Engineering Department, Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine.

Shalapko Denys - PhD, Lecturer of the Ship Power Plants Operation and Heat-Power Engineering Department, Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine.

Abstract. The impact of harmful emissions from marine diesel engines on the global ecological state of the air basin is limited and is estimated at 5-7% of the total emissions of harmful substances from stationary power plants and land vehicles. However, due to the relatively large aggregate capacity, marine diesel engines can be the main source of air pollution in such local areas as ports, water areas of rivers, especially in cities. Emissions of harmful substances into the atmosphere with the exhaust gases of marine diesel engines are one of the main pollutants of the air basin adjacent to the navigable water areas of rivers. The paper analyzes the reduction of harmful emissions from marine diesel engines through the use of the charge air ozonation.

Keywords: harmful emissions, ozonation, exhaust gases, marine engine.

УДК 621.444:629.5.03

**АНАЛІЗ ВПЛИВУ ПРИСАДКИ ВОДНЕВМІСНОГО ГАЗУ НА ШКІДЛИВІ ВИКИДИ
В ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗАХ СУДНОВОГО ДИЗЕЛЯ**

Пирисунко М.А., Шалапко Д.О.

*кандидати технічних наук, доценти кафедри суднового машинобудування та енергетики Херсонського навчально-наукового інституту
Національного університету кораблебудування імені
адмірала Макарова, Херсон, Україна
maximka1786@gmail.com*

Анотація. В останнє десятиліття питання охорони навколишнього середовища вийшли в число найважливіших, які необхідно вирішити людству. Через високу токсичність шкідливих компонентів дизелів, їх зміст в відпрацьованих газах обмежується національними та міждержавними стандартами. Кожна країна або група країн приймають стандарти в залежності від умов навколишнього середовища, специфічних особливостей: економіки, думки різних залучених груп, які захищають свої позиції (економістів, промисловості, науковців) та рішення політиків.

Ключові слова: відпрацьовані гази, двигун внутрішнього згоряння, оксиди азоту, сажа.

Дизельні двигуни в даний час є основою суднової енергетики, і такий стан збережеться в найближчому майбутньому. Працюючий дизель є інтенсивним джерелом хімічного забруднення атмосферного повітря токсичними речовинами, що містяться у відпрацьованих газах.

Останнім часом спостерігається тенденція різкого посилення екологічних норм і стандартів, як в Європі, так і в усьому світі. Наприклад, в Європі заборонено розповсюдження продукції, що не відповідає вимогам міжнародного стандарту ISO 14000 (International Standards Organization).

Одночасно, як найбільш небезпечних компонентів відпрацьованих газів дизелів фахівцями всіх країн приймаються: оксиди азоту, оксиди сірки, окис вуглецю і незгорілі вуглеводні [1]. У зв'язку зі специфічними особливостями суднових, тепловозних і