

PROSPECTS FOR REDUCING THE TOXICITY AND SMOKE OF THE EXHAUST GASES OF THE DVZ BY THE METHOD OF CONTROLLED SUPPLY OF AIR TO THE COMBUSTION CHAMBER

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.

Artem Shershnov, Serhiy Shum - student of Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine.

Abstract. Requirements for the technical characteristics of ships are determined by international conventions, acts of technical supervision bodies, their implementation affects the safety of navigation and is carefully monitored. The amount of work that needs to be done to inspect a ship by classification societies is constantly growing. From an environmental point of view, the non-toxic off-gas components are of no interest. However, from the point of view of studying processes in catalytic converters, almost all the main components of the exhaust gas are of interest, since when modeling gas cleaning processes, balances for carbon, oxygen, and hydrogen must be observed. Non-toxic components in the composition of the exhaust gas can participate in the processes of catalytic purification in converters and the post-oxidation of particulate matter in particulate filters.

Keywords: harmful emissions, exhaust gases, diesel engine, soot filters.

УДК 621.43.057.2

ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ ГОЛОВНОГО ДВИГУНА 9L48/60В ТАНКЕРА ПРИ ВИКОРИСТАННІ ВОДНЕВИХ ДОБАВОК В ОСНОВНЕ ПАЛИВО

Шалапко Д.О.¹, Шалапко Г.Г.²

¹*к.т.н., доцент кафедри суднового машинобудування та енергетики, Херсонський навчально-науковий інститут Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсон, Україна,*

ORCID: 0000-0002-4311-3908

²*студентка другого курсу ХННІ НУК*

Анотація. На сьогоднішній день розвиток двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ) досяг таких значень ККД, що кожен наступний відсоток збільшення ефективності потребує значних зусиль та наукових результатів. Для суднових ДВЗ стає дедалі актуальніше використання утилізації вторинних енергоресурсів, альтернативних палив та паливних каталізаторів. Мета: провести моделювання модернізації паливної системи головного двигуна 9L48/60DB судна танкера з використанням водневих каталітичних добавок до основного палива для покращення експлуатаційних показників двигуна. Для отримання позитивних результатів запропоновано використання системи подачі водневих добавок, що не перевищують 0,1% від циклової порції палива (за масою). Водень на судні можливо зберігати у вигляді металогідридного акумулятора, або в зрідженому стані. Виконано моделювання використання даної технології на двигуні MAN 9L48/60B. В результаті проведення розрахунків отримано зменшення питомої ефективної витрати палива двигуном на 1,5...3,5% в залежності від режиму роботи двигуна, при чому найбільші значення зменшення витрати палива досягається на часткових режимах роботи. Також варто відмітити збільшення потужності двигуна до 3% відповідно експлуатаційного режиму роботи установки. При цьому ефект досягається за рахунок покращення сумішоутворення в двигуні.

Ключові слова: експлуатація СЕУ, двигун внутрішнього згорання, водень, альтернативне паливо, металогідридний акумулятор.

Водневі добавки можна використовувати в якості паливної домішки для покращення згоряння основного палива, що призводить до зменшення витрати палива та покращення експлуатаційних показників суднового двигуна, особливо на часткових та перехідних режимах.

Проведено дослідження використання водневих домішок до основного палива судна танкера ІМО: 9384447 (рис. 1) з двигуном MAN 9L48/60 [1,8].

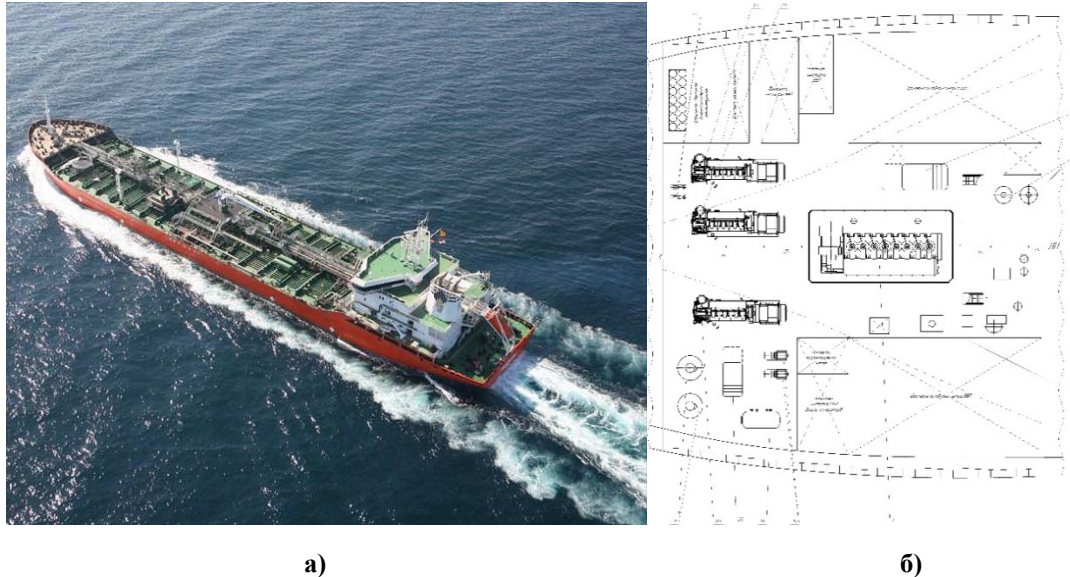


Рисунок 1 Загальний вигляд (а) судна та його машинне відділення (б)

Дане судно призначено для коротких переходів (3...5 тис. км) по транспортуванню нафтопродуктів. Розраховано експлуатаційний режим роботи двигуна з використанням добавки водню до основного палива в розмірі 0,1% за масою, тиском подачі водню 7 МПа.

Спираючись на уточнені розрахунки характеристик згоряння палива та враховуючи показники тепловиділення двигуна за уточненою математичною моделлю отримано залежності витрати палива даного двигуна при використанні малих домішок водню. За рахунок подрібнення крапель розпиленого палива, при вивільненні молекулярного водню, відбувається покращення сумішоутворення, а отже збільшується повнота згоряння палива. Це призводить до зменшення питомої ефективної витрати палива на 3...5 % в залежності від режиму роботи та кількості додаваного водню.

В той же час як показано на рис. 2 відбувається збільшення ефективної потужності двигуна. Для двигуна 9L48/60 отримано значення ефективної потужності 10950 кВт, що більше на 1,5% від базового варіанту.

Значення питомої ефективної витрати палива на номінальній частоті обертання 514 хв^{-1} складають $0,177 \text{ кг/(кВт}\cdot\text{год)}$, що на 3 г менше ніж номінальна витрата палива на даному режимі. Зменшення питомої ефективної витрати палива складають 1,5...4 % в залежності від режиму роботи двигуна, з тенденцією до збільшення на часткових та перехідних режимах роботи двигуна (рис. 2). Дані значення актуальні при коригуванні кута випередження впорскування в бік зменшення та сталих значеннях інших налаштувань роботи двигуна.

Результати дослідження. Головний двигун 9L48/60В судна проекту 214 судноверфі «Factorias Vulcano» працює на дизельному паливі за стандартом ISO 8217, категорія ISO-F-DMB і використовує 1,74 т/годину або 41,7 т палива на добу при 0,85 Ne. При вартості цього палива станом на 07.03.23 900 доларів США за тону, щоденна вартість палива становитиме 37 350 доларів США.

При використанні водневої добавки в обсязі 0,1% за масою, за методикою розробленою в Херсонському ННІ НУК, добова витрата водню складатиме не більше 42 кг. Розрахунки, проведені на основі математичного моделювання з урахуванням експериментальних даних за

методикою економічного розрахунку, розробленою в ХННІ НУК, показують, що у разі добавки 0,1% водню його витрата становитиме 42 кг на добу. Якщо вартість водню, отриманого газовим реформінгом [10], становить 2,4 доларів за кг, щоденна вартість водню становитиме ~100 доларів США.

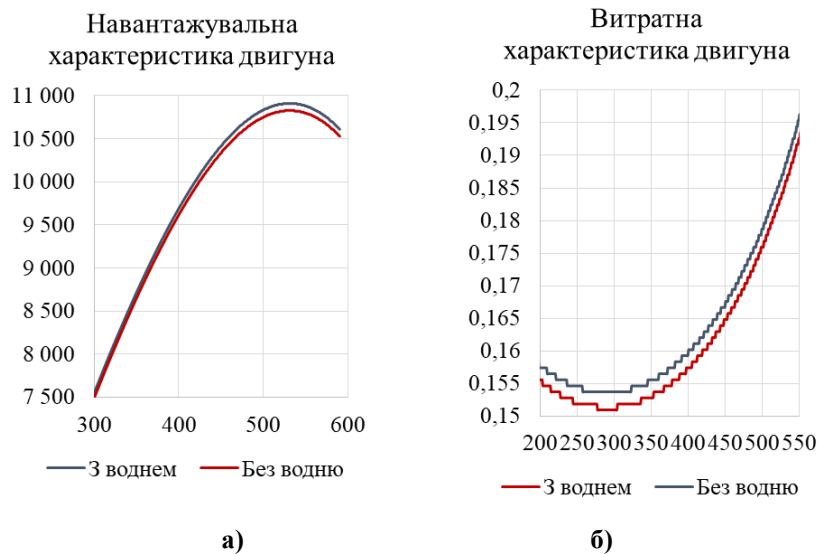


Рисунок 2. Ефективні показники роботи двигуна 6L20 при зміні кількості домішки водню

Таким чином добова економія палива, враховуючи вартість водню і зниження витрати палива на ~3 %, складатиме 1,25 т, що коштуватиме 1000 дол. США. У разі транспортування нафти з портів ближнього сходу до України із середньою довжиною рейсової лінії 5000 миль і середньою швидкістю 14 вузлів, економія за використання водневої добавки складе ~ 16 тис. у.о. за перехід.

Література

- [1]. Тимошевський Б.Г., Ткач М.Р., Шалапко Д.О. Поліпшення робочих характеристик дизельних двигунів за допомогою додавання водню // Водний транспорт. 2018. № 1 (27). С. 24-28. doi.org/10.33298/2226-8553/2018.1.27.03
- [2]. Ткач М.Р., Тимошевський Б.Г., Доценко С.М., Галынкин Ю.Н., Шалапко Д.О. Утилізація теплоти вторичних енергоресурсів судових малооборотних двигателів, працюючих на альтернативному паливі // Двигатели внутреннего сгорания. 2017. №2. С. 8-13. https://doi.org/10.20998/0419-8719.2017.2.02
- [3]. Тимошевський Б.Г., Ткач М.Р., Шалапко Д.О. Основні положення математичної моделі додавання водню на лінії високого тиску паливної апаратури // Вісник Херсонського національного технічного університету. 2017. Т. 1., № 3 (62). С. 233-237.
- [4]. Шалапко Д.О. An experimental study of the wave effect in fuel equipment using hydrogen additives to diesel fuel // Technology audit and production reserves. 2018. Vol 6/1, (44). С. 36 – 40. DOI: 10.15587/2312-8372.2018.152063
- [5]. Tkach M.R., Tymoshevskyy B.G., Shalapko D.O., Proskurin A.Y., Mitrophanov O.M. Methods to improve the performance of diesel engines by adding hydrogen into high pressure line // Shipbuilding & marine infrastructure. 2018. Vol.9., № 1. С. 82 – 86. DOI 10.15589/SMI. 2018.01.12
- [6]. Шалапко Д.О. Непрямі методи дослідження ефекту використання малих домішок водню до основного палива // Авіакосмічна техніка та технологія. 2018. №6 (150). С. 44 – 51. doi: 10.32620/aktt.2018.6.07
- [7]. Шалапко Д.О. Перспективні способи підвищення ефективності експлуатації судових енергетичних установок: навчальний посібник / Д. О. Шалапко, М. А. Пирисунько, А. А. Андрєєв. — Миколаїв: Іліон, 2023. — 298 с.

[8]. 48/60B Project Guide – Marine Four-stroke diesel engines compliant with IMO Tier II. - Wartsila, November 2011. - 520 p. (www.mandieselturbo.com)

[9]. HySTAT® HYDROGEN GENERATORS. 2017. – Oevel, Belgium. 16 с. (режим доступа www.hydrogenics.com)

[10]. <https://www.spglobal.com/marketintelligence/en/news-insights/latest-news-headlines/experts-explain-why-green-hydrogen-costs-have-fallen-and-will-keep-falling-63037203/>

PERFORMANCE INDICATORS OF THE 9L48/60B TANKER MAIN ENGINE USING HYDROGEN ADDITIVES IN THE MAIN FUEL

Denys Shalapko - 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.

Hanna Shalapko - student of Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine.

Abstract. To date, the development of internal combustion engines (ICE) has reached such values of efficiency that each subsequent percentage increase in efficiency requires significant efforts and scientific results. The utilization of secondary energy resources, alternative fuels and fuel catalysts is becoming more and more relevant for marine ICE. To carry out modeling of the modernization of the fuel system of the main engine 9L48/60DB of the tanker vessel using hydrogen catalytic additives to the main fuel to improve the performance of the engine. To obtain positive results, it is proposed to use a system for supplying hydrogen additives, which do not exceed 0.1% of the cyclic portion of fuel (by mass). Hydrogen can be stored on board in the form of a metal hydride battery or in a liquid state. Simulation of the use of this technology on the MAN 9L48/60B engine was carried out. As a result of the calculations, a decrease in the specific effective fuel consumption of the engine by 1.5...3.5% was obtained, depending on the mode of operation of the engine, with the largest values of the reduction of fuel consumption being achieved in partial modes of operation. It is also worth noting the increase in engine power up to 3%, according to the operating mode of the installation. At the same time, the effect is achieved due to the improvement of mixture formation in the engine.

Key words: ship power plant operation, internal combustion engine, hydrogen, alternative fuel, metal hydride battery.

УДК 621.444:629.5.03-8

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ЕЖЕКТОРНОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ В СИСТЕМІ РЕЦИРКУЛЯЦІЇ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ З МЕТОЮ ПОКРАЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ СДВЗ

Пирисунько М.А.¹, Лабушев М.Є.², Кондратюк М.М.²

¹ кандидат технічних наук, доцент кафедри суднового машинобудування та енергетики Херсонського навчально-наукового інституту

Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсон, Україна
maximka1786@gmail.com

² студент, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсонський навчально-науковий інститут, м. Миколаїв, Україна

Анотація. Викиди забруднюючих речовин в атмосферу з суден великого розміру є ключовим фактором стану якості повітря в прилеглих районах до портів. На судноплавство приводиться 13 % щорічних викидів оксиду сірки в усьому світі. На судноплавство також приводиться до 15 % світових викидів NO_x і 3 % викидів CO₂, які, як очікується, значно