

10.31653/smf39.2019.69-77

Кулік В.І.

National University «Odessa marine academy», Ukraine

ПІДВИЩЕННЯ ЦЕТАНОВОГО ЧИСЛА ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА ПРИ ДОМІШКАХ НАНОПОРОШКА ОКСИДА АЛЮМІНІЯ (Al_2O_3)

Abstract. The main trends in modern diesel engines are the increase in fuel efficiency and operational reliability of engines, as well as their environmental safety, mainly related to stringent emission requirements for exhaust gases.

The necessity of the world navy fleet in the non-existent amount of fuel is clarified, the forecast is made, which implies further increase of its consumption. The total capacity of marine engines in the world, and in the long-term perspective, until 2050, is determined. The number of emissions of harmful substances into the atmosphere by the ships of the world fleet is shown, international norms are regulated, which strictly regulate the number of these emissions, as well as the dynamics of the strengthening of norms for the present and for the future.

Certain types of technological emissions and the composition of harmful substances in the exhaust gases of marine engines have been identified. They make up 0.1 - 1.0% of total emissions, are in gaseous state and include carbon monoxide oxides, NO_x nitrogen, SO_x sulfur, and hydrocarbon $CrNy$. Emissions of nitrogen oxides (NO_x) with off-gas from marine diesel engines account for about 14% of global NO_x emissions from the combustion of all types of fossil hydrocarbon fuels

The analysis of methods of their purification is carried out.

An analysis of recent publications has been carried out

It is known that the quality of diesel fuel, its physical and chemical properties, affect the fuel economy and the content of harmful substances in the exhaust gases of the engine. The most common way to ensure the required properties of diesel fuel is the introduction of multifunctional impurities. The groups of impurities to diesel fuel are given. The influence of nano-metal impurity on Al_2O_3 fuel is analyzed. The analysis of diesel fuel with an admixture of aluminum oxide nanopowders (Al_2O_3) gamma-modification. It has been established that the additive to diesel fuel based on Al_2O_3 nanopowders is promising. It is expedient to carry out a complex of motor tests for introduction of an additive on the sea and river fleet

Keywords: world fleet, ship engines, environmental safety, energy efficiency, additives.

ПІДВИЩЕННЯ ЦЕТАНОВОГО ЧИСЛА ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА ПРИ ДОМІШКАХ НАНОПОРОШКА ОКСИДА АЛЮМІНІЯ (Al_2O_3)

Анотація. Базовими тенденціями сучасного дизелебудування залишаються підвищення паливної ефективності та експлуатаційної надійності двигунів, а також їх екологічна безпека, пов'язана головним чином з жорсткими вимогами по емісії випускних газів.

З'ясовано потребу світового морського флоту у необхідній кількості палива, зроблено прогноз, який передбачає подальше збільшення обсягу його споживання. З'ясована сумарна потужність суднових двигунів в світі, і на віддалену перспективу, до 2050р. Показана кількість викидів шкідливих речовин у атмосферу судами світового флоту, наведені міжнародні норми, котрі строго регламентують кількість цих викидів, а також динаміка посилення норм на сьогодні і на майбутнє. Визначені певні види технологічних викидів і склад шкідливих речовин у вихлопних газах суднових двигунів. Вони складають 0,1 – 1,0% загального об'єму викидів, знаходяться у газообразному стані та включають до себе окиси вуглецю CO_x , азоту NO_x , сірки SO_x , і вуглеводні C_xH_y . Проведен аналіз методів їх очищення.

Проведен аналіз останніх публікацій

Відомо, що якість дизельного палива його фізичні і хімічні властивості, впливають на паливну економічність і вміст шкідливих речовин у відпрацьованих газах двигуна. Найбільш поширеним способом забезпечення необхідних властивостей дизельного палива є введення багатофункціональних домішок. Наведено групи домішок до дизельного палива. Проаналізовано вплив нанометалевої домішки до палива Al_2O_3 . Проведено аналіз дизельного палива з домішкою нанопорошку оксиду алюмінію (Al_2O_3) гамма-модифікації.

Ключові слова: світовий флот, суднові двигуни, екологічна безпека, енергоефективність, домішки.

АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ І ПОСТАНОВКА МЕТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У світовому масштабі викиди окислів азоту (NO_x) із суден оцінюються приблизно у 10 мільйонів тонн на рік, що еквівалентно 50 % усіх викидів NO_x на суші у США або 14 % від загального обсягу викидів NO_x усіх природних палив [1].

Морські джерела викидів мають значний вплив на якість повітря на суші, особливо поблизу найбільш завантажених прибережних водних шляхів.

На рис. 1 дано відсотковий розподіл видів речовин в відпрацьованих газах дизельного двигуна [2].

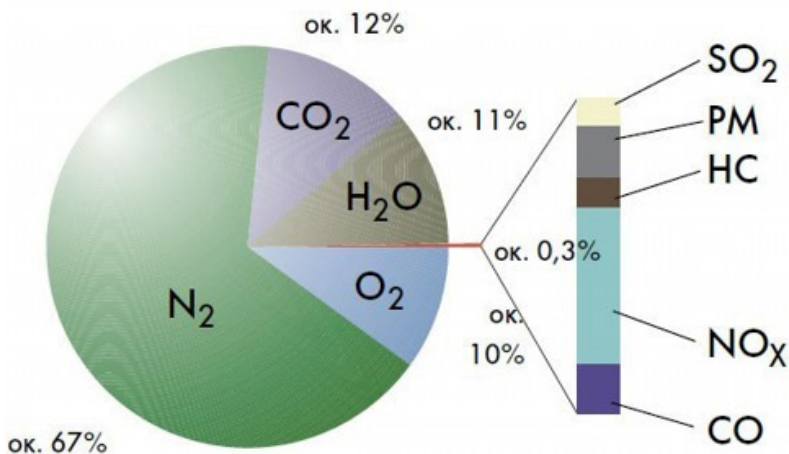


Рис. 1 – Типовий склад відпрацьованих газів суднового дизеля

У додатку VI до МАРПОЛ про забруднення повітря викиди NO_x обмежувалися до 1 січня 2016 року у обсязі 14,4 г/кВт·рік для малооборотних морських дизелів при випробуваннях. Зараз діє ще більша жорсткість вимог по викидах NO_x – 3,4 г/кВт·рік Рис.2 [3].

Відповідно до резолюції МЕРС.203 (62) з 1 січня 2013 р. вступили у дію поправки про введення нових правил по енергоефективності суден.

Міжнародною Морською Організацією (ІМО) вводиться поняття "конструктивного коефіцієнту енергоефективності" (ККЕ). Це поняття поширене на нові судна; судна які зазнали серйозного переобладнання; на нові або існуючі судна, які зазнали настільки серйозного переобладнання, що вважаються морською адміністрацією держави заново сконструйованими.

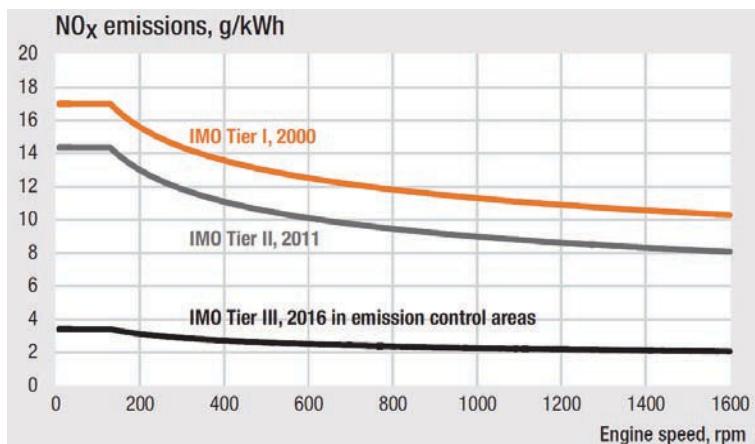


Рис.2 – зниження вмісту NO_x на одиницю потужності по роках

Резолюція вимагає виконати наступне: починаючи з 1 січня 2013 р при первинному огляді нового судна, який потрапив під вимоги глави 4 Додатка 6 до МАРПОЛ, для введення його в експлуатацію слід отримати Міжнародне свідоцтво енергоефективності судна на відповідність вимогам глави 3 Додатка 6 до МАРПОЛ. Один з етапів процесу огляду складається у перевірці стану енергоефективності судна у результаті застосування поліпшуючих заходів за звітний період часу експлуатації судна згідно МЕРС.1 / Circ.684

Вищевикладене вказує на необхідність постійної роботи з поліпшення заходів, які б дозволили поліпшити енергоефективність судна [4].

Основною метою роботи є розробка методу підвищення енергоефективності судна, який укладається в поліпшенні якості дизельного палива.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Судна світового флоту є найбільшими споживачами вуглецевого палива, що видобувається з надр Землі. Річна потреба світового флоту в паливі, на думку фахівців, в найближчій перспективі може скласти близько 400млн. тонн в рік. При цьому сумарна потужність суднових двигунів прогнозується в діапазоні 468,9-502,2 мВт до 2020 року. Підвищення споживання вуглецевого палива неминуче супроводжується підвищенням викидів шкідливих речовин в атмосферу [7].

Введення для суден морського флоту серйозних екологічних обмежень при використанні різних сортів палива, установлених морськими кваліфікаційними товариствами, призвело до масштабного процесу розробок провідними дизелебудівними фірмами нових енергозберігаючих технологій. Передбачається їх використання як на знов споруджуваних суднах, так і при модернізації СЕУ суден, що знаходяться в експлуатації.

До таких заходів належать:

- використання систем очищення випускних газів, що дозволяють знизити кількість шкідливих викидів в атмосферу;
- застосування берегового живлення, при стоянці судна в порту;
- використання на ходовому режимі СЕУ валогенераторов або турбогенераторів працюючих від утилізаційних казанів;
- застосування в системах управління подачі палива і газорозподілу електронних компонентів;
- впровадження системи економхода «Slow Steam Mode»;
- використання системи стисненого повітря (MALS), що подається під корпус судна при його русі[5];
- використання домішок до дизельного палива з метою підвищення експлуатаційних показників двигунів;

Жорсткість вимог до експлуатаційних показників суднових енергетичних установок обумовлює необхідність підвищувати якість палива шляхом використання домішок не тільки в процесі виробництва палива, але і в процесі експлуатації дизелів. Саме тому тривають активні дослідження з розробки сучасних домішок до дизельного палива. Домішки для дизельного палива поділяються на такі групи:

- депресорні-диспергуючі;
- депресорні;
- диспергатори парафінів;
- протизносні (змащувальні);
- цетаноповищуючі (протомотори запалення);
- активатори горіння;
- багатофункціональні;

До числа найбільш важливих відносяться цетаноповищуючі домішки або протомотори запалення, вплив яких визначається цетановим числом, і активатори горіння.

Механізм дії цетаноповищуючих домішок полягає в легкому гомолітичному розпаді їх молекул зі зв'язків O-O або O-N, в прискоренні предпламної реакції, сприянні розгалуження окислювальних

ланцюгів і утворення нових реакційних центрів. Дані домішки діють тільки на початкових стадіях процесу горіння. В результаті збільшується здатність вуглеводнів до більш повного окислювання (згорання) і реакція протікає в умовах, близьких до ідеальних [9]. На відміну від цетанопідвищуючих, домішки активатори (каталізатори) горіння сприяють виникненню сил вільного переходу, ослаблення міжмолекулярних зв'язків і спрощенню просторової структури вуглеводнів. Структура палива стає більш однорідною, з рівномірним просторовим розташуванням вуглеводнів у всьому займаному обсязі (рис.3) [6].

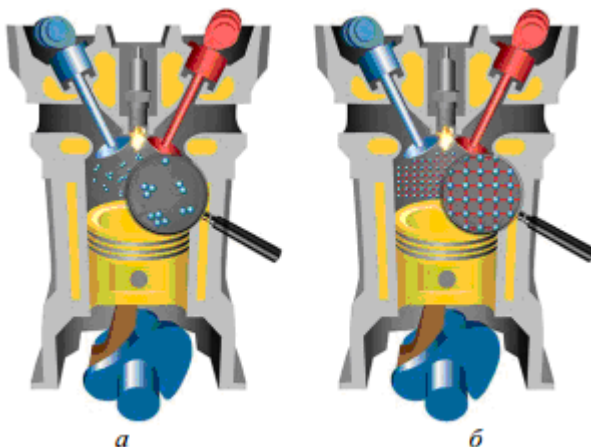


Рис.3 Вплив активатора горіння на структуру топливовоздушної суміші:

а-без активатора горіння; б-з активатором горіння

МЕТА РОБОТИ – розробка методу підвищення енергоефективності судна, який укладається в поліпшенні якості дизельного палива за рахунок використання домішки нанопорошку оксиду алюмінію (Al_2O_3) гамма-модифікації, яка сприяє підвищенню цетанового числа та теплотворної здатності.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Завдання зниження викидів шкідливих речовин судновими двигунами може бути вирішено комплексом заходів, спрямованих на вдосконалення конструкції дизеля, системи технічного обслуговування та

ремонту дизелів, обліку умов експлуатації, підвищення якості дизельного палива і масла, застосування альтернативних видів палива, створення багатофункціональних домішок до дизельного палива.

На кафедрі ТЕФ проведені аналізи присадки до дизельного палива на основі нанопорошків оксиду алюмінію (Al_2O_3) і етанолу. Визначені порівняльні характеристики чистого дизельного палива і палива з домішкою нанопорошку оксиду алюмінію (Al_2O_3) гамма-модифікації, результати зведені в таблицю 1 та рис.4:

Таблиця №1

№п/п	Диз. пальне		№п/п	Диз. пальне з домішкою	
	% -перегонки	Т-ра - °С		% -перегонки	Т-ра - °С
1.	5	137,9	1.	5	112
2.	10	167,8	2.	5	154,6
3.	20	186,1	3.	10	182,6
4.	30	199,0	4.	20	205,6
5.	40	211,7	5.	30	217,9
6.	50	221,2	6.	40	230,8
7.	60	231,8	7.	50	242,3
8.	70	237,7	8.	50	242,6
9.	80	231,6	9.	60	255,6
10.	84	231,6	10.	70	267,8
11.			11.	80	276,4
12.			12.	88	286
13.			13.	89	283,5

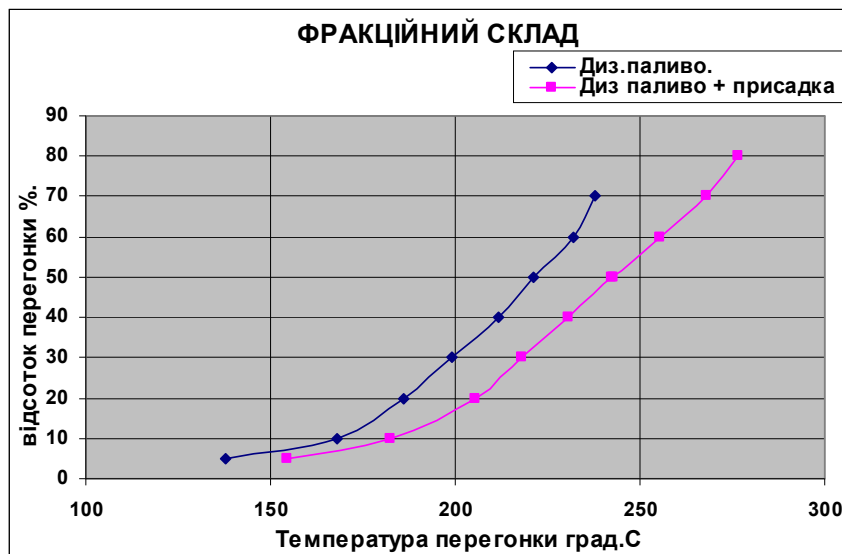


Рис.4 Фракційний склад

1. Фракційний склад: ДТ без домішки перегнано 84% при температурі 231,60С, з домішкою- 89% при температурі 283,50С.

За результатами проведених аналізів бачимо, що випробуване паливо не відповідає стандарту ДСТУ3868 – 99, але паливо з домішкою має кращі показники.

2. Цетанове число визначено розрахунковим методом відповідно до Держстандарту 27768-88.

Дизельное паливо без домішки має ЦЧ = 40 <45, що є неприпустимим.

Дизельне паливо з домішкою має ЦЧ = 45,7 > 45, що є припустимим.

ВИСНОВКИ

Таким чином, в результаті даних досліджень встановлено, що домішка до дизельного палива на основі нанопорошків Al_2O_3 є перспективною. Для впровадження присадки на морському і річковому флоті доцільно проведення комплексу моторних випробувань, мета яких: - вибір оптимальних концентрацій присадки в залежності від ступеня форсування і номінальної частоти обертання колінчастого вала двигуна; - визначення впливу присадки на надійність елементів системи

подачі палива; - визначення складу відпрацьованих газів;- вибір оптимальних налаштувань і регулювань топливоподаючої апаратури. Доцільним представляється також проведення експлуатаційних випробувань присадки на різних типах судових дизелів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1.Riom E., NO(x) emission reduction with the humid air motor concept. CIMAC, Proceedings of the 23rd World Congress on Combustion Engine Technology for Ship Propulsion, Power Generation, Rail Traction. CIMAC, Hamburg / Riom E., Olsson L.O., Hagström U. 2001. P. 430–439.

2.Marine Engine IMO Tier III – MAN Diesei&Turbo, Germany, 2014 MARPOL Annex VI, MEPC.1/Circ.684. Guidelines for voluntary use of the ship energy efficiency operational indicator (EEOI), 17 August 2009

3.MARPOL Annex VI, MEPC.1/Circ.684. Guidelines for voluntary use of the ship energy efficiency operational indicator (EEOI), 17 August 2009

4. Голиков В.А., Модель расчёта конструктивной энергоэффективности морского судна на примере контейнеровоза / В.А. Голиков ., К.Л.Обертюр , В.А.Кирис. - УДК 656.61.052, ОНМА.

5. Половинка Э.М. Показатели эффективности судових енергетических установок по колтчеству продуктов сгорания: Методическое пособие / Э.М. Половинка, И.Н.Табулинский - ОНМА: каф. СЭУ.- Одесса, 2014.-24 с.

6. УДК 621.43 Безюков, В. А.. Современные присадки к дизельному топливу / В.А. Безюков, . М.М. Жуков - Вестник АГТУ. 2016. №1(61)

7. Голубев М.В. Совершенствование процессов фильтрации и охлаждения отработавших выхлопных газов судовой дизельной установки: Дис. Канд. Техн. наук / М.В. Голубев; ОНМА. УДК 621.431.74+621.43.068.4Одесса, 2016. 158с.

8. Громов А.А. Г87 Горение нанопорошков металлов / А. А. Громов, Т.А.Хабас, А.П.Ильин - Томск. Дельтаплан, 2008. — 38с.