

Dudchenko S.V.

IMPROVEMENT OF THE MATHEMATICAL MODEL OF THE NAVIGATION ENVIRONMENT FOR PLANNING A GUARANTEED WIRING LANE AND PLANNING THE OPTIMUM ROUTE OF THE PASSAGE OF VESSELS

A systematic planning process ensures the development of a detailed and appropriate transition plan, which allows the shipmaster to respond in advance to critical situations and important areas during the ship's movement. The assessment process consists in collecting, processing and analyzing all information about the navigational situation. This process allows the shipmaster to clearly and accurately identify and delineate all areas where dangerous situations may arise. The navigation situation is characterized by a high intensity of territorial activity (freight and passenger transportation, mining, research, defense activities, fishing, etc.), a multitude of navigational hazards (the bottom has a complex topography, shallow depths, ice, currents, the influence of land) and the variability of hydrometeorological conditions. Various geo-information tools are used on the drawbridge to display and analyze the territorial situation. A feature of ship geoinformation systems is their focus on solving a wide range of problems. However, to implement a holistic and systematic approach to the implementation of the concept of e-Navigation. Harmonized collection, integration, exchange, presentation and analysis of navigational information between ship and shore services by electronic means should be carried out. Therefore, it is expedient to consider the possibility of creating an apparatus for formalizing the navigation situation, which allows unambiguous separation of information and mechanisms of its processing in the modeling process. The work improves the mathematical model of the navigation situation for planning the guaranteed routing lane and planning the optimal route for the passage of vessels, the basis of which, unlike the known ones, is the formalism of discrete effective systems with elements of fuzzy logical derivation, which allows to increase the efficiency and accuracy of modeling a complex navigation situation with a large the number of navigational hazards.

Keywords: *voyage planning, e-Voyage, e-Navigation, navigation situation, transition route, wiring lane.*

УДК 621.431.017.7.018.2

doi.org/10.33298/2226-8553.2023.2.38.30

Шапран Ю.Є.

АНАЛІЗ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ ДИЗЕЛЯ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ВОДИ В ЯКОСТІ ПРИСАДКИ ДО ПАЛИВА

Дане дослідження полягає у поліпшенні екологічних властивостей суднових дизельних установок за допомогою використання водопаливної емульсії. У ході проведеного дослідження виконано аналіз стану екологічності сучасних суднових енергетичних установок (СЕУ), визначено норми викидів шкідливих речовин; обґрунтовано застосування водопаливної емульсії для підвищення екологічності СЕУ; проведено теоретичне дослідження процесу кавітації у краплі водопаливної емульсії та досліджено робочий процесу дизеля на дизельному паливі з присадкою води.

Ключові слова: суднова енергетична установка, паливо, екологічність, екологія, енергетична ефективність.

Актуальність дослідження

На початку XXI століття екологи всього світу б'ють на сполох через проблему глобального потепління та втрату контролю над викидами шкідливих речовин (в першу чергу газів) у повітря. Зростання транспортної інфраструктури, збільшення кількості автомобілів, локомотивів, суден, призводить до підвищення об'ємів викидів парникових газів та оксидів азоту NO_x й оксидів сірки SO_x , які є основними забруднювачами повітря.

Збільшення об'ємів морських перевезень призводить до збільшення кількості суден на водних шляхах. Тому зменшення викидів забруднюючих речовин працюючим дизелем є одним з найважливіших завдань забезпечення екологічності експлуатації водного транспорту, від вирішення якої залежить не тільки стан здоров'я людини в найближчій перспективі, а й безпеки всієї планети. Отже дане дослідження, що спрямоване на підвищення екологічних характеристик суднових дизелів, є *актуальними*.

Метою дослідження є поліпшення екологічних характеристик судового дизеля за рахунок використання водопаливної емульсії.

Аналіз джерел. Питання екологічності СЕУ достатньо повно розглядається у роботах як вітчизняних, так і закордонних фахівців, що умовно можна розділити на ряд груп:

- роботи з дослідження конструктивних особливостей СЕУ та вдосконалення саме конструкції двигунів для підвищення їх екологічності;
- роботи з конструювання додаткових елементів СЕУ, які можуть бути розміщені в корпусах суден без суттєвих змін їх конструкції;
- роботи зі зміни виду палива (застосування домішок) для СЕУ, що призводить до підвищення їх екологічності;
- роботи з підвищення екологічності інших двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) (автомобільних, тракторних тощо);

Виклад основного матеріалу. Наявність множини суперечливих відомостей щодо застосуванням ВПЕ обумовлює необхідність провести додаткові комплексні теоретичні та експериментальні дослідження в галузі вивчення робочого процесу дизеля на паливах з присадкою води різної дисперсності.

Якщо вміст води в паливі становить 15–40% від обсягу використовуваного палива, то димність знижується в 3–4 рази, а концентрація оксидів азоту на виході стає значно меншою – від 30 до 50%. [40, 41].

Проте, результати наукових досліджень інших авторів, метою яких було скорочення концентрації оксидів азоту хоча б на 20% – були негативними [42].

Загалом, при аналізі опублікованих результатів випробувань можна зробити висновок про те, що залежність даних показників пов'язана безпосередньо з кількістю води у паливі. При збільшенні частки води у ВПЕ – знижується температура та димність відпрацьованих газів, а також відбувається зменшення концентрації оксидів азоту.

Також за рахунок застосування ВПЕ максимальна температура циклу зменшується на 150–200 градусів, а локальні температури в обсязі камери згоряння знижуються на 400–500 градусів, що призводить до зменшення концентрації оксидів азоту.

Існує також протиріччя щодо впливу застосування ВПЕ на питому ефективну витрату палива. Одні дослідження стверджують про економію палива під час використання ВПЕ: на 4–10% у високооборотних двигунах (ВОД) і на 3–6% у середньооборотних (СОД) та малооборотних (МОД) суднових двигунах. Також зафіксовано зниження температури ВГ на 2–3%. Отриманий результат пояснюється вдосконаленням процесу сумішоутворення та підвищенням ефективності процесу згоряння палива.

В інших роботах стверджується, що при використанні ВПЕ порівняно з безводним паливом витрата дизельного палива збільшується. Це явище пояснюється тим, що деяка кількість теплоти, що виділяється в процесі згоряння втрачається, оскільки спрямовується на нагрівання й випаровування води, що знаходиться у ВПЕ.

Розбіжність результатів досліджень пояснюють різними умовами під час проведення випробувань дизелів. На економічні та екологічні показники впливають відмінності в конструкції дизеля, якість палива, режими роботи, вміст води у ВПЕ, дисперсність та множина інших факторів.

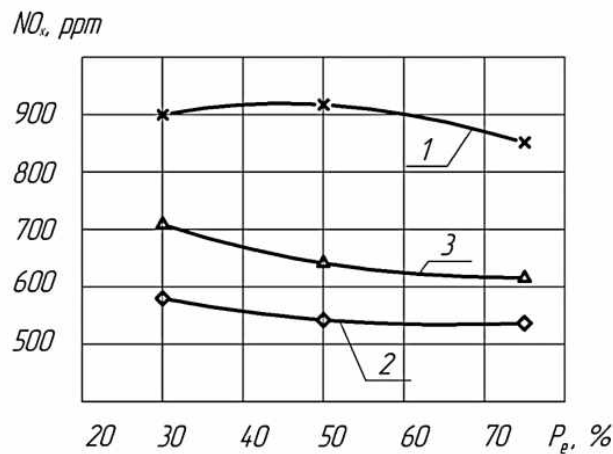
Тому більшість вчених дійшла висновку, що домогтися зменшення витрати палива під час роботи на ВПЕ (порівняно з безводним паливом) можна тільки при «зіпсованому» з будь-яких причин робочому процесі, або при використанні дешевих низькоякісних важких сортів палива. Більшість дослідників дійшли висновку, що оптимальна кількість води, що перебуває у ВПЕ, становить 15–17% для дизельного палива та 23–25% – для важких палив.

Одним з важливих факторів, що впливає на робочий процес дизеля, є дисперсність ВПЕ. Тут також існує багато суперечливих відомостей.

У роботі [43] зазначається, що при зменшенні дисперсності емульсії концентрація оксидів азоту у ВГ дизеля зменшується при одночасному збільшенні питомої витрати палива.

Також є відомості, що мінімальні показники витрати дизельного палива спостерігаються при певній дисперсності водної фази з показником від 2 до 15 мкм. При розмірі крапель, що виходить за межі даного показника, витрата палива збільшується.

На рис. 1 наведені навантажувальні характеристики дизеля потужністю 73,6 кВт при роботі на ВПЕ різної дисперсності [43].



- NO_x – концентрація оксидів азота;
- d_w – діаметр часточок води, мкм;
- 1 – безводне дизельне паливо;
- 2 – діаметр часточок води в емульсії $d_w = 3,9$ мкм;
- 3 – діаметр часточок води в емульсії $d_w = 7,7$ мкм.

Рисунок 1 – Вплив дисперсності емульсії на концентрацію азота, що міститься у ВГ

Зменшення дисперсності ВПЕ веде до зменшення концентрації оксиду азоту NO_x . Зі збільшенням дисперсності також спостерігається і зменшення витрат палива. Однак, і в цьому випадку витрата отримана більше, ніж на безводному паливі.

При роботі на дрібнодисперсній емульсії вмістні частинки води у 0,20 мкм на всіх навантаженнях, питома ефективна витрата палива виявилася меншою, ніж на безводному паливі. Розглянемо особливості процес горіння вуглеводневого палива у присутності води.

Пари води надають хімічну та каталітичну дію на процес згоряння палива в циліндрі дизеля. У зневоднених сумішах спостерігається неповне згоряння окису вуглецю, але у разі

підвищення вологості на 1% відбувається повне згорання CO. Цьому сприяє каталітична властивість парів води, за рахунок часткового розкладання води на водень, кисень і гідроксильну групу.

Приблизно однакові резонансні частоти коливань молекул води і кисню дозволяють легко передавати енергію від молекули до молекули. У теорії горіння та ланцюгових реакцій докладно розкрита каталітична властивість і дія парів води. Згідно цієї теорії, процес перетворення вихідних речовин на кінцеві продукти відбувається через проміжні хімічні реакції.

Швидкості ланцюгової реакції на першому етапі процесу окислення визначається концентрацією атомарного водню. Подальший хід реакції протікає екзотермічно, із прискоренням та збільшенням температури.

Вплив води на процеси горіння вуглецевого палива був вивчений в експериментах, проведених групою вчених. Сутність експерименту полягала в подачі води, у складі якої знаходилися ізомери кисню. Аналіз вуглекислоти у ВГ показав наявність близько 45% ізомерів кисню.

Дисоціація води виконувалася за такою схемою:



Продукти даних реакцій беруть активну участь у процесі горіння. Крім того, поставлений дослід довів, що використання води як присадки до палива чи повітря збільшує кількість активних центрів горіння. В результаті відбувається прискорення хімічної реакції окислення.

Це підтверджено результатами стендових випробувань дизеля. Маспектрометричний аналіз продуктів згорання дизеля довів, що 60% води, що входить до складу ВПЕ, безпосередньо бере участь в окисленні вуглеводневого палива. Зважаючи на неоднозначність наявних відомостей за результатами випробувань двигунів на ВПЕ, необхідно провести додаткові теоретичні та експериментальні дослідження робочого процесу дизеля на паливах із присадкою води різної дисперсності.

Процеси випаровування крапель безводного дизельного палива та крапель водопаливної емульсії значно відрізняються. Температура кипіння води у нормальних умовах відбувається при 100°C.

Перегін половини всього палива здійснюється при температурі, що дорівнює 360°C. А у легких фракціях дизельного палива кипіння починається вже за 188-210°C. [26].

Висновки: Результатами багатьох досліджень встановлено:

- після втрати стійкості, з часом, швидкість зростання парогазової пухирця починає різко збільшуватися.

- зі збільшенням дисперсності ВПЕ швидкість зростання парогазової пухирця знижується, а час його існування збільшується.

Відомо, що при використанні водяної присадки до палива пари води, що містяться в горючій суміші, мають хімічну та каталітичну дію на процес горіння.

Для збільшення часу каталітичного та хімічного механізму взаємодії парів води з паливом можна рекомендувати збільшення дисперсності ВПЕ до стану колоїдного розчину. В результаті слід очікувати комплексного покращення енергетичних та економічних характеристик дизеля.

Shapran Yu.E.

ANALYSIS OF DIESEL WORKING PROCESS USING WATER AS A FUEL ADDITIVE

This study consists in improving the environmental properties of marine diesel installations using a water-fuel emulsion. In the course of the research, an analysis of the state of environmental friendliness of modern ship power plants was performed, the norms of emissions of harmful substances were determined; the use of water-fuel emulsion to improve the environmental friendliness of SEU is substantiated; a theoretical study of the process of cavitation in a drop of water-fuel emulsion was carried out and the working process of a diesel engine on diesel fuel with water additive was investigated.

Key words: ship power plant, fuel, environmental friendliness, ecology, energy efficiency

ЛІТЕРАТУРА

1. Шевченко В. А., Онищенко О. А. Проблеми удосконалення, підвищення енергетичної ефективності тенденції розвитку складних суднових технічних систем і комплексів. *4th International scientific and practical conference "Perspectives of world science and education" (December 25-27, 2019) CPN Publishing Group, Osaka, Japan. 2019, p.p. 995-1005.*
2. Nakagawa, H. Huxon kukaŷ gankaish / H. Nakagawa, M. Tatishi. –// I. Jap. Mech. Eng., 81. – 1987. - № 720 - P. 1201–1207.
3. Hamid, A. Emulsion ean-fuel of emulsion ean fuel-combustible pour motors a pollution ambient reguite / A. Hamid. - These dock. 1 ug. Univ. Pierre at Marie Gurie Paris, 1976. - 81 p.
4. Test show emulsified fuel of little value in large-bore diesel engines / Fairplay Int. Shipp. – Weekly, 292. – 1985. – №5293. – 27 p.
5. Zhang, T. Experimental study on water particles action in the combustion of marine four-stroke diesel engine operated with emulsified fuels / T. Zhang, H. Okada, T. Tsukamoto, K. Ohe. - CIMAC 2007, Vienna. – 193 p.