

3. Woods Hole Oceanographic Institution. (2022, May). REMUS SharkCam: The Hunter and the Hunted. [Online]. Available: <https://www.whoi.edu/multimedia/remussharkcam-the-hunter-and-the-hunted/>
4. SAAB Underwater Systems (2022, May). SAAB Sabertooth. [Online]. Available: <https://www.saab.com/products/sabertooth>
5. Houston Mechatronics Inc., (2022, May). Aquanaut. [Online]. Available: [https:// robots. ieee.org/robots/aquanaut/](https://robots.ieee.org/robots/aquanaut/)
6. Marine Technology Society (2022, May). A brief history of ROVs. [Online]. Available: <https://rov.org/history/>
7. Dobref, V., Popa, I., Popov, P., & Scurtu, I. C. (2018, June). Unmanned Surface Vessel for Marine Data Acquisition. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 172, p. 012034). IOP Publishing.
8. Allotta, B., Pugi, L., Bartolini, F., Ridolfi, A., Costanzi, R., Monni, N., & Gelli, J. (2015). Preliminary design and fast prototyping of an autonomous underwater vehicle propulsion system. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part M: Journal of Engineering for the Maritime Environment, 229(3), 248-272.

Design of the propulsion system in autonomous underwater vehicles

Diasamidze B.T.

Abstract. Despite covering two-thirds of the world, the interest in marine technologies related to ocean exploration has lagged behind compared to the study of other environments. However, recent times have witnessed significant development in this field. Challenging the vast oceanic domain has led humanity to the realm of autonomous underwater vehicles, consequently bringing forth a range of issues, including those related to the propulsion system design in such vehicles.

Keywords: propulsion system, small vessels, autonomous underwater vehicles

УДК 665.753.4.038.2:537.612

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СУДНОВИХ ДИЗЕЛІВ ШЛЯХОМ ОБРОБКИ ПАЛИВА МАГНІТО-ГІДРОДИНАМІЧНИМИ АКТИВАТОРАМИ

Гурин К.Ю.

*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
khurynpo@gmail.com,*

Андрєєв А.А.

*кандидат технічних наук, професор НУК,
завідувач кафедри суднового машинобудування та енергетики Херсонського навчально-наукового інституту Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
andrii.andreiev@nuos.edu.ua*

Анотація. Витрати на паливо становлять вагому частку у собівартості продукції. Саме тому вдосконалення паливозберігаючих технологій має значний економічний та соціальний ефект. При обробці палива з допомогою інтенсивних магнітних і кавітаційних процесів підвищується ступінь дисперсності частинок залишкових фракцій, руйнуються конгломерати продуктів полімеризації мазуту.

Ключові слова: судновий дизель, паливна апаратура, магнітна обробка палива, кавітаційна обробка палива, магніто-гідродинамічний активатор.

Вступна частина. Досвід експлуатації дизелів, у першу чергу судових, на високов'язких сортах дизельного палива виявив ряд істотних недоліків технічного, економічного та екологічного характеру [1; 2]: погіршення організації робочого процесу в циліндрах дизеля; зростання кількості нагаровідкладень на робочих поверхнях розпилювачів форсунок і деталях циліндро-поршневої групи (ЦПГ); збільшення зношення деталей ЦПГ, паливної апаратури та газовипускної системи дизеля; зростання трудовитрат на обслуговування та ремонт механізмів і пристроїв дизеля; підвищення токсичності вихлопних газів.

Одними із шляхів підвищення ефективності роботи паливної апаратури дизелів є магнітна та кавітаційна обробки палива в системі паливоподачі [3; 4]. Ці способи обробки палива найбільш ефективні при використанні в дизельних двигунах високов'язких мазутів, що одержуються із залишкових фракцій нафтопереробки [5; 6]. У мазуті містяться найважчі фракції вуглеводнів, продукти термічного крекінгу, окислення, полімеризації, коксування, негорючих мінеральних речовин, металів, золи, механічних домішок, вода [7].

Мета роботи. Одним із перспективних нетрадиційних методів обробки палива вважається магнітна обробка. Застосування постійного магнітного поля зменшує витрату палива дизеля, вміст у відхідних газів вуглеводнів, що не згоріли, і монооксиду вуглецю, підвищує тепловий ефект роботи двигуна. Проте кількість і зміст наукових публікацій з тематики комбінованої магнітної та кавітаційної обробки палива є недостатніми для визначення доцільності та ефективності використання цієї інноваційної технології в судових двигунах внутрішнього згорання (ДВЗ), що й визначило мету дослідження: підвищення ефективності судових дизелів шляхом обробки палива магніто-гідродинамічними активаторами.

Основна частина. У мінеральній масі мазуту присутня значна кількість металів, у тому числі й ванадію, оксиди якого викликають інтенсивну корозію металів, що призводить до руйнування поверхонь нагрівання ЦПГ. Зола, що утворюється при спалюванні мазуту, відкладаючись на поверхнях деталей дизелів, викликає прискорене зношування тертьових поверхонь, ускладнює відведення теплоти до охолоджуючих середовищ. Аналізи якості мазуту, що зберігається в ємностях на нафтобазах, показують, що вміст води в мазуті може досягати 10 – 15 %. Із таким вмістом води мазут підлягає спеціальній обробці, що дозволяє покращувати його якісні характеристики та можливість застосування як дизельне паливо. При обробці палива з допомогою інтенсивних магнітних і кавітаційних процесів підвищується ступінь дисперсності частинок залишкових фракцій, руйнуються конгломерати продуктів полімеризації мазуту.

Механізм впливу магнітної обробки на нафтові системи розглянуто у багатьох літературних джерелах. Магнітна обробка знижує густину, в'язкість, поверхневий натяг і збільшує ступінь дисперсності палива, що призводить до утворення в паливно-повітряній суміші дрібніших крапель, їх перемішування з гарячим газоповітряним середовищем і в результаті – до повноцінного згорання паливо-повітряної суміші.

Ефект кавітації супроводжується мікробибухами, ультразвуком, а також механічними зрізами та соударяннями при впливі сотень ріжучих пар, що рухаються назустріч один одному з високою лінійною швидкістю. Величина цієї швидкості становить кілька десятків метрів на секунду, що дає можливість розрізати речовини, що диспергуються, на дрібні мікро-частинки [8, 9].

Під впливом кавітації у високов'язких паливах вуглеводневі молекули розщеплюються на більш легкі, активні радикали, що зумовлюють поліпшення основних якісних характеристик палива: зменшення в'язкості у 4 і більше разів, зменшення густини до 3 %, зниження температури спалаху в середньому на 30 %, подрібнення конфракційних фракцій. В об'ємі потоку в режимі кавітаційної течії відбувається інтенсивна гомогенізація рідини до створення дрібнодисперсної водопаливної емульсії (ВПЕ) з розмірним рядом частинок водної фази 1 - 5 мкм [10]. У ході експериментальних досліджень встановлено, що як паливо ВПЕ із вмістом води 5 - 10 % прискорює процес згорання у 5 - 6 разів. Більш повне та прискорене

згоряння палива оберігає деталі ЦПГ та тракту газовипускної системи від забруднення продуктами згоряння та зменшує абразивне зношування їх поверхонь [11]. Необхідність включення до системи паливopідготовки пристроїв, що дозволяють провести магнітну та гідродинамічну (кавітаційну) обробку палива, обґрунтовано низкою досліджень та результатами тривалої експлуатації дизелів на ВПЕ.

Основними параметрами впливу постійного магнітного поля на потік рідини (магнітна обробка), що впливають її ефективність, є магнітна індукція, швидкість потоку в активній зоні, кількість перетинів магнітного поля, температура середовища. На практиці величину магнітної індукції змінюють від 0,05 до 1,3 Тл. Величина зазору коливається від 0,003 до 0,02 м, кількість активних зон – від 2 до 4. Найбільш значущий вплив магнітного поля при швидкості перетину вуглеводневою сировиною активного зазору в інтервалі значень від 0,01 до 1 метрів у секунду. Час перебування в активному зазорі може змінюватися від часток секунди до декількох хвилин. Важливим моментом є умова перпендикулярного перетину ліній магнітного поля та напрямки потоку рідини. Результати попередніх досліджень демонструють вплив напруженості магнітного поля та лінійної швидкості потоку в активному зазорі на показники роботи дизельного двигуна [12].

Відомі гідродинамічні пристрої для обробки палив, що мають істотні недоліки, через які вони не знайшли застосування в експлуатаційній практиці. Наприклад: пристрій, що має можливість роботи тільки в періодичному режимі (А.с. СРСР № 1516148); пристрій, що має недостатню інтенсивність кавітації, яка не дозволяє ефективно обробляти високов'язкі типи палив (А.с. СРСР № 1532083); пристрій, що має можливість роботи при перетворенні енергії потоку рідини в енергію високочастотних коливань тільки з фіксованою частотою (Патент Франції № 2612657).

Теоретичне значення передбачених результатів:

- при комбінованій магнітній та кавітаційній обробці високосірчистого палива доцільно використовувати спочатку в магнітно-гідродинамічних активаторах кавітаційну частину, потім проміжну частину для нормалізації потоку, а потім кінцеву магнітну частину в малорухомому обсязі палива.

Практичне значення передбачених результатів:

- взаємозв'язок, що має бути встановлений між напруженістю магнітного поля, геометричними показниками кавітаційної частини пристрою та покращенням якісних характеристик палива, дозволить визначити оптимальні характеристики магніто-гідродинамічних активаторів, що забезпечить максимальну паливну ефективність роботи дизеля у широкому діапазоні експлуатаційних навантажень;

- технологію комбінованої магнітної та кавітаційної обробки високосірчистого палива доцільно використовувати при розробці магнітно-гідродинамічних активаторів, а рекомендації щодо визначення їх оптимальних напруженості магнітного поля та геометричних характеристик – при проектуванні систем паливopідготовки суднових дизелів.

Висновки. Таким чином, комбінована магнітна та кавітаційна обробка високов'язких палив у системі паливopодачі суднових дизелів є ефективним способом підвищення експлуатаційної ефективності паливної апаратури, яка може забезпечити:

- зменшення в'язкості та густини палива, що знижує величину сил тертя у прецизійних парах паливної апаратури, сприяє зниженню їх перегріву та заклинювання, утворенню нагару на поверхнях елементів розпилувачів форсунок;

- зниження температури спалаху, що значно покращує здатність палив до самозаймання, що визначає подальший процес згоряння та рівень теплових та механічних напружень у деталях ЦПГ;

- зменшення розмірів твердих домішок у паливі, що знижує ймовірність утворення задирок на поверхнях прецизійних пар, корозії деталей паливної апаратури, ЦПГ та газовипускної системи, збільшуючи їхній ресурс;

- гомогенізацію обводнених палив до зменшення розмірів частинок водної фази до 1 - 5 мкм, що дає можливість їх застосування без негативного впливу водної складової на прецизійні пари паливної апаратури, не викликаючи порушень у роботі.

Плануєма реалізація результатів дослідження на групі судових дизелів у діапазоні їх потужності 180...4600 кВт забезпечить зниження витрати палива на 100...600 кг на добу.

Література

- [1] Горбов В.М. Енциклопедія судової енергетики. – Миколаїв: НУК, 2010. – 624 с.
- [2] Суднова енергетика та Світовий океан: Підручник/ В.М. Горбов, І.О. Ратушняк, С.І. Трушляков, О.К. Чередніченко; За ред. В.М. Горбова. – Миколаїв: НУК, 2007. – 596 с.
- [3] Системы судовых энергетических установок/ Г.А. Артемов, В.П. Волошин, А.Я. Шквар, В.П. Шостак: Учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Судостроение, 1990. – 376 с.
- [4] Лукин А.И., Ткаченко С.Г. Системы судовых дизельных установок: Учебное пособие. – Николаев: НКИ, 1990. – 76 с.
- [5] Наливайко В.С., Тимошевський Б.Г., Ткаченко С.Г. Суднові двигуни внутрішнього згоряння : Підруч. для студентів ВНЗ. – Миколаїв: Торубара В.В. [вид.], 2015. – 331 с.
- [6] Правила технической эксплуатации морских и речных судов. Дизели. КПД 31.2.002.02-96: Нормативный документ морского транспорта Украины. – К., 1997. – 64 с.
- [7] Горбов В.М. Енергетичні палива: Навчальний посібник. – Миколаїв: УДМТУ, 2003. – 328 с.
- [8] Sagin, S.V., Solodovnikov, V.G. (2015). Cavitation Treatment of High-Viscosity Marine Fuels for Medium-Speed Diesel Engines. *Modern Applied Science*, Vol. 9, No. 5, 269-278
doi:10.5539/mas.v9n5p269 URL: <http://dx.doi.org/10.5539/mas.v9n5p269>
- [9] Solodovnikov V. G. Cavitation treatment of fuels for Marine internal combustion engines // Збірка матеріалів наук.-техн. конфер. «Морський та річковий флот: експлуатація і ремонт», 24.03.2015–26.03.2015. Частина 2. – Одеса : ОНМА, 2015. – С. 11-16.
- [10] Зубрилов С.П. Ультразвуковая кавитационная обработка топлив на судах / С.П. Зубрилов, В.М. Селиверстов, М.И. Браславский. – Л.: Судостроение, 1988. – 80 с.
- [11] Добровольский В.В. Подготовка вязких топлив судовых малооборотных дизелей / В. В. Добровольский, С. А. Ханмамедов // Судовые энергетические установки: науч.-техн. сб. – 2010. – № 26. – Одесса: ОНМА. – С.46-54.
- [12] Андреев А.А., Максимов В.І. Застосування магнітної обробки палива для судових енергетичних установок // Сучасні проблеми холодильної техніки та технології : Збірник тез доповідей XI Міжнародної науково-технічної конференції. – Одеса: ОНАХТ, 2017. – С. 230.

INCREASING THE EFFICIENCY OF MARINE DIESELS THROUGH FUEL TREATMENT WITH MAGNETO-HYDRODYNAMIC ACTIVATORS

Guryn Kostyantyn, Andreiev Andreii
National University of Shipbuilding

Abstract. Fuel costs make up a significant share of the cost of production. That is why the improvement of fuel-saving technologies has a significant economic and social effect. During fuel processing with the help of intensive magnetic and cavitation processes, the degree of dispersion of particles of residual fractions increases, and conglomerates of fuel oil polymerization products are destroyed.

Keywords: marine diesel, fuel equipment, magnetic fuel treatment, cavitation fuel treatment, magneto-hydrodynamic activator