

10.31653/smf42.2021.75-79

Марченко О. О., кер.доц. Сагін С. В.
Національний університет «Одеська морська академія»

ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ СУДНОВИХ ВАЖКИХ ПАЛИВ

Постановка проблеми в загальному вигляді. Накопичений досвід і аналіз роботи двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ), які виконують функції головних/допоміжних двигунів суден морського та річкового флоту і експлуатуються на важких сортах нафтового палива, а також результати моніторингу думок фахівців-двигунобудівників свідчать про те, що якість палива може виявитися причиною ряду неполадок: підвищеного утворення вуглецевих відкладень на деталях циліндро-поршневої групи (ЦПГ) ДВЗ і в відцентрових сепараторах, інтенсифікації корозії і подальшого прогара випускних клапанів і їх сідел, погіршення процесу згоряння, підвищення температури випускних газів. Можуть виникати і такі проблеми, як зношування поршневих кілець, інтенсивне утворення відкладень на поршні, порушення гідравлічної щільності в прецизійних парах паливної апаратури високого тиску.

Поглиблення переробки нафти неминуче супроводжується збільшенням концентрації в паливі продуктів вторинних процесів. В останніх міститься значна кількість небажаних з'єднань, що погіршують експлуатацію дизельних двигунів. Цей же недолік характерний і для палив, що отримуються з альтернативної сировини. Пристосування дизелів до роботи на паливі низької якості з одночасним підвищенням їх надійності і економічності - важливе завдання, що виникає при експлуатації ДВЗ суден морського та річкового транспорту. Існують різні технологічні і технічні способи, спрямовані на її рішення. Одним з них (найпоширенішим на суднах річкового і морського транспорту) є очищення важкого палив [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз досліджень з підготовки суднового палива до його спалювання в циліндрі дизеля показує, що на теперішній час традиційні методи очищення палива (відстоювання, сепарації, фільтрація) вичерпали свої потенційні можливості, тому використання лише цих методів не дозволяє принципово змінити процес очищення палива та підвищити глибину його використання. Тому на сучасних суднах річкового та морського транспорту

поширюється впровадження додаткових способів очищення палива, які, як приклад, використовують властивості адсорбції, абсорбції, хімічного збагачення та інші [2, 3], але виростання подібних додаткових методів очищення палива, не завжди можливо в судновій енергетиці.

Постановка завдання. Під час експлуатації ДВЗ річкових та морських суден усе більше застосування знаходять порівняно дешеві залишкові сорти палива, у склад яких входять не лише «корисні» елементи водовод Н та вуглець (згорання яких забезпечують виділення теплоти), але й «паливний баласт», по-перше зола та коксові залишки, згорання яких перебігає без виділення теплоти, а також механічні домішки, у загальний склад яких можуть входити: залізо Fe, з концентрацією 2...25 %, кремній Si та його з'єднання, з концентрацією 4...30 %, алюміній Al, вміст якого може досягати – 4,5...5 %, мідь Cu та цинк Zn, вміст яких не перевищує 1,0 %, а також органічні сполуки з концентрацією 20...40 %. Названі компоненти відрізняються від вуглецю та водню електричною провідністю. Саме тому існують методи, що спрямовані на вилучення цих домішок зі складу палива шляхом накладення на нього додаткових електричних полів [4]. Тому завданням дослідження було вивчення процесу очищення суднового важкого палива нафтового походження за допомогою електричних полів, та визначення впливу цієї обробки на експлуатаційні характеристики палива, процес згорання палива та технічний стан ДВЗ суден річкового та морського транспорту.

Виклад основного матеріалу дослідження. Електричні методи очищення палив відносяться до порівняно нового наукового напрямку – електро-гідродинаміки, що вивчає питання взаємодії електричного і гідродинамічного полів у різних багатофазних системах (рідинах, емульсіях, суспензіях і ін.). однак багато вихідних положень електродинаміки поки ще цілком не розроблені й у достатньому ступені не відбивають фізику процесу очищення досліджуваної рідини. Це відноситься і до палив, для яких розробка засобів електричного очищення ведеться в основному емпірично з наступним поясненням одержуваних результатів.

Метод очищення палива з використанням електричного поля – найбільш перспективний для суднових умов. Незважаючи на значну кількість вітчизняної і закордонної літератури по даному питанню, жодна з робіт не містить повних теоретичних і практичних рекомендацій для очищення суднових палив за допомогою електричного поля.

У теж час методи очищення суднових палив за допомогою електричного поля (сепарація і фільтрація у електричному полі) не вимагають високих теоретичних знань від обслуговуючого персоналу, досить прості і надійні. [5].

Вуглеводні палива є типовими діелектриками, однак частки забруднення у них можуть бути діелектриками з діелектричною проникністю, відмінної від діелектричної проникності палива, або провідниками.

Електричні властивості палив і водо-паливних емульсій характеризують три параметри: діелектрична проникність ϵ , Ф/м, питома електропровідність σ , см/м, і напруженість пробую $E_{пр}$, В/см.

Суднові палива містять у своєму складі дистилатні і залишкові фракції переробки нафти. Відмінною рисою цих палив є утворення складних структурних систем з вуглеводнів і неуглеводних домішок. Структурними елементами неполярних палив служать насичені вуглеводні (алкени, нафтени) з діелектричною проникністю $\epsilon \approx (1,9 \dots 0,2)\epsilon_0$ і ароматичні вуглеводні з $\epsilon \approx (2,4 \dots 0,2)\epsilon_0$, де ϵ_0 , Ф/м, – діелектрична проникність повітря. На верхній границі неполярних елементів знаходяться й асфальтени з $\epsilon \approx (3 \dots 4)\epsilon_0$. До структурних елементів палив відносяться механічні домішки, частки карбенів, карбоїдів і глобули води, тобто всієї домішки з діелектричною проникністю $\epsilon \geq \epsilon_0$. У результаті молекулярних і полярних взаємодій відзначених вище елементів утворюються водо-паливні та асфальто-смолисті структури палива. Дистилатні палива, як правило, містять незначну кількість неуглеводних домішок, вплив яких на електричні властивості палива незначний. У важких суднових паливах асфальто-смолисті домішки істотно змінюють їхні електричні властивості.

Густина і діелектрична проникність суднових палив наступні:

- для дистилатного палива – $\rho = 830 \text{ кг/м}^3$, $\epsilon = 2,204\epsilon_0$ Ф/м;
- для моторного палива – $\rho = 880 \text{ кг/м}^3$, $\epsilon = 2,442\epsilon_0$ Ф/м;
- для важкого палива – $\rho = 940 \text{ кг/м}^3$, $\epsilon = 2,579\epsilon_0$ Ф/м.

Із приведених даних випливає, що діелектрична проникність суднових палив не перевищує $3\epsilon_0$, тому їх можна віднести до типових неполярних діелектриків.

Таким чином, з огляду на різні електричні властивості самого палива і домішок, що знаходяться в ньому, (насамперед механічних і води), можливо робити обробку палива за допомогою електричного поля. При цьому чисте паливо, яке є діелектриком, не буде піддава-

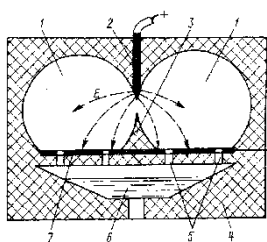
тися впливові електричних полів, а механічні домішки і вода під впливом цих полів і додаткових технічних засобів можуть виводитися з палива.

Очищення важких палив за допомогою електричних полів може здійснюватися у режимах сепарації або фільтрації.

У першому випадку вплив на паливо виявляє система електродів, за допомогою яких можуть створюватися однорідні й неоднорідні електричні поля. Вилучення з потоку палива механічних домішок, здійснюється одночасно з роботою сепаратора, що використовує електричні поля.

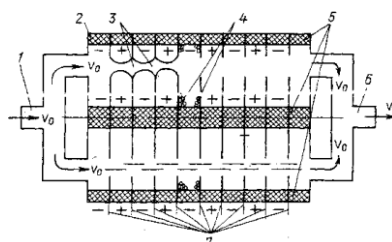
Під час фільтрації палива в пристроях, що забезпечують виникнення електричних полів, здійснюється накопичення механічних домішок на спеціальних осередках, з наступним їх видаленням під час очищення обладнання [5].

Принципові схеми суднових сепараторів та фільтрів, що використовуються під час роботи електричні поля, наведені на рис. 1.



а)

- 1 – робоча область із паливом;
2 – штировий електрод; 3 – діелектрична вставка; 4 – діелектричний корпус сепаратора; 5 – отвори для проходу води; 6 – водозбірник; 7 – пластинчастий електрод з отворами



б)

- 1 – вхідний отвір для палива;
2 – корпус; 3 – особливі крапки;
4 – механічні домішки;
5 – діелектричні перегородки;
6 – вихідний отвір для палива;
7 – пластинчасті електроди

Рис. 1. Принципова схема сепаратора (а), та фільтра (б), які забезпечують очищення палива за допомогою електричних полів

Висновки і перспективи подальших досліджень. Під час генерації корисної роботи дизелі суден річкового та морського транспорту споживають величезні обсяги рідкого палива, від структурного стану та експлуатаційних характеристик якого залежить перебіг робочого циклу, технічний стан окремих вузлів дизеля, а також енергетична та економічна ефективність його роботи.

Для забезпечення надійного згоряння палива в циліндрі ДВЗ воно піддається обов'язкової попередньої обробці, мета якої – вилучення із потоку палива води та механічних домішок. Одним зі сучасних методів, за допомогою якого здійснюється обробка палива є забезпечення його очищення – є сепарація та фільтрація у обладнанні, що використовує електричні поля. Це забезпечує покращення структурного складу палива та сприяє покращення процесу згоряння та технічного стану паливної апаратури високого тиску [6].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Sagin S. V. The investigations of the influence of ultrasonic fuel processing on sulfur wear of details in cylinder group of marine diesel engines / S. V. Sagin, Solodovnikov V. G. // European Science and Technology : material of the XVI international research and practice conference, Munich, March 14th – 15th, 2017 / publishing office Vela Verlag Waldkraiburg – Munich – Germany 2017. – P. 61-74.

2. Занько О. Н. Технология использования рабочих веществ в судовых энергетических установках / О. Н. Занько, В. Н. Калугин, И. В. Логишев. – Одесса : Фенікс, 2005. – 508 с.

3. Солодовников В. Г. Использование в судовых дизелях топлив различного фракционного и структурного состава / В. Г. Солодовников // Судовые энергетические установки: науч.-техн. сб. – 2014. – № 33. – Одесса : ОНМА. – С. 110-117.

4. Кочанов Э. С. Электрические методы очистки и контроля судовых топлив / Э. С. Кочанов. – Л. : Судостроение, 1990. – 216 с.

5. Липантьев Р. Е. Улучшение эксплуатационных свойств дизельных топлив электродуговым способом / Р. Е. Липантьев, В. П. Тутубалина // Проблемы энергетики. – 2011. – № 1-2. – С. 127-131.

6. Сагін С. В. Зниження енергетичних втрат в прецизійних парах паливної апаратури судових дизелів / С. В. Сагін // Суднові енергетичні установки : наук.-техн. зб. Вип. 38. – Одеса : НУ «ОМА», 2018. – С. 139-149.