



ПІДВИЩЕННЯ ЕКОНОМІЇ ПАЛИВА ТА ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ГОЛОВНОГО ДВИГУНА MAN 6G70ME-C ЗА РАХУНОК ЗАСТОСУВАННЯ ВОДОПАЛИВНИХ ЕМУЛЬСІЙ

Врублевський Р.Е.

Херсонська державна морська академія
(м. Херсон, Україна)

Вступ. Серед головних завдань, що стоять в даний час перед судобудівниками у всьому світі, – завдання енергозбереження та екологічної безпеки при роботі енергетичних установок с двигунами внутрішнього згоряння (ДВЗ). При проектуванні сучасних суднових дизелів особлива увага приділяється їх економічності і мінімалізації впливу наслідків їх експлуатації на навколишнє середовище. Одним з основних способів зниження витрат енергоносіїв і збереження навколишнього середовища при експлуатації суднових дизелів є застосування водопаливних емульсій (ВПЕ). У високов'язких мазутах, використовуваних при експлуатації суднових ДВС, спостерігається підвищений вміст води в вигляді окремих місцевих скупчень, обумовлене процесами перевезення, перекачування, зберігання і підігріву палива. Використання в якості палива спеціально приготованих водомазутних емульсій є одним з ефективних методів, що дозволяють усунути негативні наслідки цього явища. До проблем, які ускладнюють екологічну обстановку, відноситься і безперервне накопичення сотень тисяч тонн баластних вод, що містять нафтопродукти. Їх джерелом є промислові підприємства, морський і річковий флот.

Основна частина. Емульгатори – це речовини, молекули яких містять гідрофільну і гідрофобну частини. Співвідношення між двома частинами являє гідрофільно-ліпофільний баланс (ГЛБ), що відображає співвідношення розчинності емульгатора в воді та паливі; його величина для ВПЕ знаходиться в діапазоні 3...8 одиниць. Ці речовини адсорбуються на міжфазних поверхнях рідин які не змішуються і знижують міжфазний натяг на межі поділу фаз. Їх застосовують для запобігання розшарування емульсій, одержуваних на основі рідин які не змішуються між собою. Для емульсій води в паливі або палива в воді (як ВПЕ, що створюються на основі легких палив), застосовують так звані твіни (біологічні емульгатори на основі аліфатичних вуглеводнів) і спани (біологічні емульгатори на основі складних ефірів сорбітану). Перші – гідрофільні (ГЛБ>14), другі – ліофобні (ГЛБ<5). Застосування їх суміші забезпечує утворення більш стабільної емульсії. У даній роботі використані два сумішевих емульгатора: перша суміш складається з Span-60 і Твін-60, а друга – з Span-80 і Твін-60. Принципова схема установки приготування ВПЕ на основі методу мембранного емульгування можна побачити на рис.1.

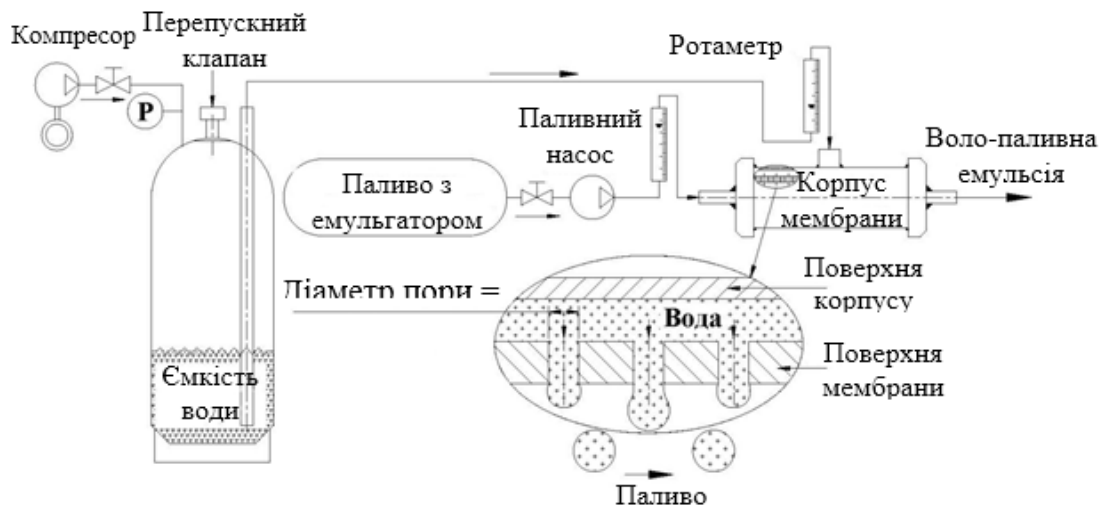


Рисунок 1. Принципова схема установки приготування ВПЕ

Оскільки Span-60 – це тверда речовина, то спочатку необхідно підігрівати суміш з паливом до повного розчинення, потім суміш охолоджується до нормальної температури перед введенням води.

Визначення структури емульсії оцінювалося за двома параметрами: середній розмір крапель дисперсної фази і їх розподіл за розмірами. Ці параметри виміряні візуально за допомогою оптичного мікроскопа (рис. 2) і обладнання з динамічним розсіюванням лазерного світла – аналізатора розмірів частинок.

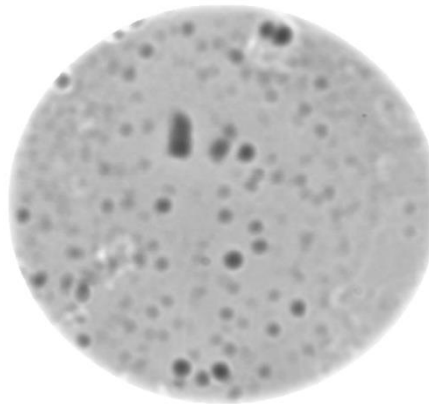


Рисунок 2. Структура ВПЕ після 15 днів її отримання: чорні точки краплі води; загальне збільшення $\times 1200$. Склад ВПЕ по масі: 82% палива, 17,2% води і 0,8% сумішевого емульгатора з ГЛБ = 7,23

Розподіл крапель за розмірами для однієї з проб ВПЕ характеризується значенням коефіцієнта дисперсності δ , що відображає, наскільки емульсія однорідна: якщо $\delta < 0,4$, то емульсія монодисперсна. Величина δ визначена за формулою: $\delta = (D_{90} - D_{10})/D_{50}$, де D_{90} , D_{50} і D_{10} – діаметри крапель, відповідні 90, 50 і 10% на інтегральній кривій розподілу за розмірами. В даному випадку $\delta \approx 0,9$ ($D_{90} = 1,3$, $D_{50} = 0,82$ і $D_{10} = 0,55$ мкм).

Незважаючи на ламінарний характер перебігу палива (число Рейнольдса не перевищує 500) розподіл розмірів симетрично; при забезпеченні турбулентного характеру потоку розподіл крапель води за розмірами звужується.



Для оцінки впливу вмісту води на в'язкість емульсії були приготовлені ВПЕ з вмістом води до 50 %; при цьому використана керамічна циліндрична мембрана довжиною 22 см, внутрішнім діаметром труби 6 мм, зовнішнім діаметром 10 мм, з розміром пір 0,2 мкм і пористістю 50%.

Збільшення об'ємного вмісту води V_e призводить до значного підвищення в'язкості ВПЕ в результаті гідродинамічної взаємодії між краплями води в паливі, підвищуючи коефіцієнт внутрішнього тертя і змінюючи структуру.

Даний факт необхідно враховувати при використанні ВПЕ в ДВС, оскільки це буде призводити до зміни характеру розпилювання палива в камері згоряння.

При приготуванні ВПЕ з однаковим змістом води $V_e \approx 17\%$ і сумішевого емульгатора з Span-80 і Твін-60 – 0,5% з ГЛБ = 9,2 відзначена зміна в'язкості і структури при зміні розміру пор мембрани.

Цей ефект пояснюється зміною середнього розміру крапель води в ВПЕ (чим менше середній розмір крапель в емульсії, тим більше в'язкість емульсії) і розподіл за розмірами (монодисперсні емульсія має велику в'язкість, ніж полідисперсна емульсія). Чим менше середній діаметр пір мембрани, тим менше середній розмір крапель води в емульсії і тим однорідніше емульсія (рис. 3).



Рисунок 3. Зміна структури ВПЕ в залежності від діаметра пор мембрани (зліва – 0,2 мкм, праворуч – 0,45 мкм) при однаковому вмісті води ($V_e \approx 17\%$) та емульгатора (0,5% Span-80 і Твін-60); ширина кадру – 130 мкм

Таким чином, застосування мембранного емульгування дозволяє досліджувати ступінь впливу розміру крапель води на в'язкість емульсії без внесення суттєвих змін до розподілу за розмірами.

Проведено аналіз необхідних витрат енергії на емульгування при застосуванні різних методів: роторних гомогенізатори, ультразвукового, механічного перемішування, мембранного. У цьому випадку щільність енергії розрахована за рівняннями:

$$E_v = \frac{\text{Споживана потужність}}{\text{Об'ємна витрата емульсії}} = \frac{P}{Q}, \text{ Дж/м}^3 \quad (1)$$

Результати показали, що мембранне емульгування не тільки дає можливість регулювання структури емульсії, а й споживає меншу енергію на кожну одиницю.



Висновок. При роботі двигуна на ВПЕ відмічено вплив структури емульсії (при постійному складі ВПЕ) як на екологічні, так і економічні показники двигуна, а саме: більший вплив ВПЕ з великим розміром крапель води на емісію NO_x, а з меншим розміром – на рівень димності і емісію С_nH_m; збільшення ефективного ККД в широкому діапазоні навантажень (до 1,1...1,2 рази для ВПЕ з вмістом води 17% і найбільш імовірною структури крапель води в емульсії, приготовленої за допомогою мембрани з розмірами пор 0,2 і 0,45 мкм). Експериментальні результати визначення впливу схильності ВПЕ до сажоутворення показали, що граничний вміст води в ВПЕ становить 25...30% об. – це характеризується найбільшим значенням максимальної висоти полум'я, яке коптить, в режимі дифузійного горіння, властивого дизелю. Виявлено, що як зменшення середнього розміру крапель води, так і збільшення вмісту води в ВПЕ призводить до збільшення в'язкості емульсії, що необхідно враховувати при організації процесів подачі палива і сумішоутворення в дизелі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Аттия, А. М. А. Особенности подготовки водо-топливных эмульсий на основе легких топлив / А. М. А. Аттия // *Фундамент. исслед.* – 2011. – № 8. – С. 706 – 709.
2. Аттия, А. М. А. Управление структурой водотопливной эмульсии / А. М. А. Аттия, А. Р. Кульчицкий // *Research papers of Lithuanian University of Agriculture.* – 2012. – Vol. 46, No. 2 – 3. – P. 112 – 126. – ISBN 1392-1134.
3. Аттия, А. М. А. Влияние введения воды на склонность к сажеобразованию дизельного топлива / А. М. А. Аттия, А. Р. Кульчицкий // *Современ. проблемы науки и образования.* – 2012. – № 4.
4. Аттия, А. М. А. Применение смесового эмульгатора для приготовления однородной водотопливной эмульсии / А. М. А. Аттия, А. Р. Кульчицкий // *Materaly VIII mezinarodni vedecko – praktika conference «Veda a technologie: krokdo budoucnosti - 2012»* – Dil 35, Technicke vedy: Praha. Publishing House «Education and Science». – 2012. – P. 74 – 78. – ISBN 978-966-8736-05-6.