

УДК 621.43.068

ПІДВИЩЕННЯ ПАЛИВНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СУДНОВИХ ДИЗЕЛІВ ШЛЯХОМ ДОБАВОК УЛЬТРАДИСПЕРСНИХ ПОРОШКІВ М'ЯКИХ МЕТАЛІВ У МОТОРНЕ МАСЛО

Прудніков І.А.

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

Андрєв 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. Поглиблення переробки нафти супроводжується погіршенням якості палив, що призводить до зниження надійності роботи, ресурсних і екологічних показників суднових дизелів. Використання ультрадисперсних порошоків м'яких металів і сплавів у змащувальних маслах є перспективним напрямком підвищення працездатності вузлів тертя суднових дизелів. Добавка таких порошоків у моторне масло дизеля приводить до зниження питомої витрати палива, що викликано збільшенням його індикаторного ККД.

Ключові слова: судновий дизель, моторне масло, ультрадисперсний порошок, м'які метали і сплави.

Вступна частина. Розвиток практики експлуатації двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ), у першу чергу суднових, висуває нові вимоги до паливо-мастильних матеріалів (ПММ) і систем їх очищення [1, 2]. Форсування дизелів по наддуву і частоті обертання, використання в підшипниках тонкостінних вкладишів, зниження маслообміну за рахунок зменшення угару масла з одночасним збільшенням терміну його служби, застосування низькосортних палив і масел із недостатньо високими функціональними властивостями, а також законодавче обмеження небезпечних викидів у атмосферу – ось ті умови, в яких необхідно розглядати роботу комплексу "дизель - експлуатація - паливо - масло - очищення" на суднах з метою найбільш вигідного поєднання ланок, що до нього входять, і досягнення високого техніко-економічного та екологічного ефектів [1, 2].

Поглиблення переробки нафти супроводжується погіршенням якості товарних палив, що призводить до зниження надійності роботи, ресурсних і екологічних показників суднових дизелів при їх експлуатації на продуктах крекінг-процесу. При цьому збільшується інтенсивність старіння моторного масла, забруднення ДВЗ вуглецевими відкладеннями і швидкість зношування їх основних деталей [3, 4].

Одною з перспективних областей покращення властивостей моторних масел для поршневих ДВЗ є додавання в них ультрадисперсних порошоків (УДП) м'яких металів і сплавів [5], що приводить до підвищення працездатності вузлів тертя, в першу чергу, за рахунок створення ефекту беззношеного тертя в парах "сталь-сталь", "сталь-чавун".

Мета роботи. Кількість і зміст наукових публікацій з даної тематики є недостатньою для визначення доцільності та ефективності використання цієї інноваційної технології в суднових ДВЗ, що й визначило мету дослідження: оцінювання технічної можливості підвищення паливної ефективності суднових дизелів шляхом добавок ультрадисперсних порошоків м'яких металів у моторне масло.

Основна частина. Використання ультрадисперсних порошків м'яких металів і сплавів у змащувальних маслах є одним з напрямків підвищення працездатності вузлів тертя [5, 6]. Найбільшого поширення набули порошки міді та мідних сплавів, зокрема олов'янистої бронзи, які вводяться в масло у складі так званих металоплакуючих препаратів (МПП).

Потреба в детальному вивченні дії добавок УДП пояснюється і тим, що одна з областей застосування МПП – моторні масла для поршневих ДВЗ. Однак відомості про ефективність добавок УДП мідних сплавів і позитивних проявів (якщо такі є) присутності УДП в моторних маслах дуже суперечливі. Так, у низці наукових публікацій наведені графіки, з яких випливає, що при додаванні в моторне масло МПП, що містить УДП кольорових металів (по всій видимості, мідного сплаву), механічні втрати в двигуні знизилися на 18 %. Однак, незважаючи на твердження дослідників-авторів цих публікацій, що в зоні тертя відбувається формування плівки, яка складається з компонентів МПП, на наведених рентгенограмах для поверхні зразків, випробуваних на машині тертя при змазуванні маслом, що містить зазначений препарат, характеристичних піків кольорових металів, що містяться в препараті, не виявлено.

Також у цих роботах не вказані і режими проведення рентгенофазового аналізу, хоча глибина проникнення рентгенівських променів у матеріал безпосередньо залежить від кута нахилу досліджуваної поверхні до напрямку первинного променя.

Слід зазначити, що опублікованих відомостей про механізм дії препаратів, що містять УДП м'яких сплавів, у ДВЗ надзвичайно мало. У деяких фірмах-виробниках таких препаратів збираються відомості про результати застосування препаратів, що містять металеві УДП, в ДВЗ, але відомості ці, як правило, уривчасті, не відрізняються повнотою й їх збирання не носить систематичний характер. Наприклад, після добавки препарату, що містить УДП олов'янистої бронзи, в моторне масло дизельних двигунів вантажних автомобілів "Scania 360" чилійської транспортної компанії "NEGRETE" споживання палива знизилося з 0,416 до 0,394 л/км. Аналогічний ефект зареєстрований на судні "SALAR" чилійської компанії "FRASAL", на якому встановлені два двигуни Caterpillar 2406: споживання палива після добавки препарату, що містить УДП олов'янистої бронзи, скоротилося на 9 - 15 %. Однак досліджень, за рахунок чого відбулося зниження споживання палива, не проводилося.

Як правило, МПП – це суспензія УДП одного з м'яких металів і сплавів у вуглеводневому носії з добавкою поверхнево-активних речовин для запобігання злипанню частинок порошку. Застосування УДП м'яких металів у маслі викликано прагненням отримати ефект беззношеності тертя (виборчого перенесення) в парах тертя "сталь-сталь", "сталь-чавун" тощо. У таких парах класична форма виборчого перенесення проявиться не може через відсутність умов для металоплакування - появи при терті плівкоутворювального металу – тому такий метал у вигляді високодисперсного порошку вводиться в змащувальну рідину.

Металоплакування може протікати або в результаті "намазування" частинок порошку на поверхню і заповнення нерівностей, або, в разі відсутності на поверхнях оксидних плівок, за рахунок взаємодії з допомогою ван-дер-Ваальсових сил, або утворення металевого зв'язку [6]. Новоутворена на поверхні плівка м'якого металу знижує фактичний тиск у зоні контакту й, як наслідок, деформаційну складову тертя, при цьому створюються умови для існування полімолекулярного граничного шару [7], що, в свою чергу, знижує і адгезійну складову. Однак режим беззношеності тертя може бути реалізований в певних умовах, які далеко не завжди дотримуються при роботі вузла тертя.

У багатьох наукових роботах вказується, що головними умовами, які забезпечують стійкість режиму виборчого перенесення, є: низькі значення навантажень і швидкостей ковзання і придушення доступу кисню до зони фрикційного контакту. Питанню ж про те, як будуть розвиватися процеси тертя і зношування під час відсутності ефекту металоплакування, не приділяють належної уваги, і він вимагає окремого вивчення.

Значення індикаторного ККД дизеля залежить від безлічі факторів. Добавка десятих часток процента бронзового УДП в масло здійснює, ймовірно, вплив на повноту згоряння палива. Відомо, що мідь є каталізатором горіння і знижує енергію активації реакцій окислення,

що відбуваються в камері згоряння ДВЗ [8, 9]. Потрапляючи в камеру згоряння дизеля з маслом, частинки бронзи можуть діяти як каталізатор.

Результати обробки індикаторних діаграм показали, що при додаванні бронзового УДП простежується тенденція до збільшення кута випередження запалення (за винятком режиму на частковій потужності 75 %). Скоріш за все, частинки бронзи знижують енергію активації реакцій окислення, що відбуваються в камері згоряння дизеля. На 75-процентному навантаженні мало місце найбільше зниження питомої витрати палива, а зниження подачі палива в камеру згоряння приводить, навпаки, до затримки займання, і вплив цього фактору більш істотний, ніж каталітична дія бронзового порошку.

Наслідком зниження енергії активації є можливість проведення процесу окислення палива, забезпечення повноти його згоряння при більш низьких температурах. Зниження питомої витрати палива і зниження температури в камері згоряння має привести до зменшення максимального тиску в ній і, отже, до зниження жорсткості роботи двигуна.

Висновки. Додавка УДП м'яких металів у моторне масло дизеля приводить до зниження питомої витрати палива, що викликано збільшенням індикаторного ККД дизеля, тоді як механічний ККД залишається практично постійним.

Застосування УДП м'яких металів як добавки до моторного масла приводить до зменшення сили тертя в процесі приробітки і тривалості останньої, що робить доцільним застосування таких добавок при обкатці дизелів.

Додавка УДП олов'янистої бронзи в масло, яке змащує поверхні, що прироблюються, знижує тертя на 5 - 7 %. Позитивний ефект від застосування добавок УДП бронзи тим більше, чим більше в'язкість масла.

Зношення зразків при добавці 1 % УДП олов'янистої бронзи в масло стає дуже незначним в порівнянні із зношенням в маслі без добавки, тому присутність УДП бронзи в моторному маслі навіть у концентраціях значно менших 1 % може істотно знизити зношення вузлів тертя, що працюють в режимі гідродинамічного змащення, в моменти пуску і зупинки дизеля.

Література

- [1] 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.
- [2] Горбов В.М. Енциклопедія суднової енергетики. – Миколаїв: НУК, 2010. – 624 с.
- [3] Правила технической эксплуатации морских и речных судов. Дизели. КПД 31.2.002.02-96: Нормативный документ морского транспорта Украины. – К., 1997. – 64 с.
- [4] Суднова енергетика та Світовий океан: Підручник/ В.М. Горбов, І.О. Ратушняк, Є.І. Трушляков, О.К. Чередніченко; За ред. В.М. Горбова. – Миколаїв: НУК, 2007. – 596 с.
- [5] Кужаров А.С., Онищук Н.Ю. Металлоплакирующие смазочные материалы // Долговечность трущихся деталей машин. – 1988. – Вып. 3. – С. 96-143.
- [6] Избирательный перенос в тяжело нагруженных узлах трения / Д.Н. Гаркунов [и др.]. – М.: Машиностроение, 1982. – 205 с.
- [7] Фукс Г.И. Полимолекулярная составляющая граничного смазочного слоя // Исследования в области поверхностных сил: Сб. докл. II конф. по поверхностным силам (апрель 1960 г.). – М.: Наука, 1964. – С. 176-187.
- [8] Цветков Ю.Н., Крылов Д.А., Татулян А.А. Соотношение потерь на трение, приходящихся на граничный и гидродинамический режимы смазки в двигателях внутреннего сгорания // Двигателестроение. – 2010. - № 1. - С. 13-19.
- [9] Горбов В.М. Енергетичні палива: Навчальний посібник. – Миколаїв: УДМТУ, 2003. – 328 с.
- [10] 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.
- [11] Лукин А.И., Ткаченко С.Г. Системы судовых дизельных установок: Учебное пособие. – Николаев: НКИ, 1990. – 76 с.

INCREASING THE FUEL EFFICIENCY OF MARINE DIESELS THROUGH ADDITIVES OF ULTRA-DISPERSE POWDER OF SOFT METALS INTO ENGINE OIL

Prudnikov Ihor, Andreiev Andreii
National University of Shipbuilding

Abstract. The deepening of oil processing is accompanied by the deterioration of fuel quality, which leads to a decrease in the reliability of operation, resource and environmental indicators of marine diesel engines. The use of ultra-fine powders of soft metals and alloys in lubricating oils is a promising direction for increasing the efficiency of the friction units of marine diesel engines. The addition of such powders to diesel engine oil leads to a decrease in specific fuel consumption, which is caused by an increase in its indicator efficiency.

Keywords: marine diesel, motor oil, ultrafine powder, soft metals and alloys.

УДК 629.128: 621.181.27

ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДГОТОВКИ І ВИКОРИСТАННЯ ВОДОМАЗУТНИХ ЕМУЛЬСІЙ В СУДНОВУ І СТАЦІОНАРНУ ЕНЕРГЕТИКУ

Філіпчук О. М.

*ст. викладач кафедри автоматики та електроустаткування
Херсонського навчально-наукового інституту Національного університету
кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
filipschuk5@gmail.com*

Шевцов А. П.

*доктор технічних наук,
професор навчально-наукового центру морської інфраструктури
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
aootnet@ukr.net*

Анотація: Представлено результати аналітичних і експериментальних досліджень можливості підвищення ККД допоміжних котлів при спалюванні сірчистих мазутів і водомазутних емульсій на їх основі з водомісткістю до 30 % і солемістом до 490 мг/дм³. Зниження інтенсивності низькотемпературної корозії дозволяє застосувати конденсаційні конвективні поверхні нагрівання з температурою стінки металу до 70 °С і підвищити ККД котлів до 98 %.

Ключові слова: допоміжні котли, сірчистий мазут, конденсаційні конвективні поверхні нагрівання, коефіцієнт корисної дії.

Вступна частина. Спалювання важких сірчистих мазутів в топках котлів з використанням традиційних методів і обладнання призводить до неповного вигорання мазуту і, як наслідок, посилення забруднення поверхонь нагріву. Також виникають проблеми, пов'язані з високим значенням викидів токсичних інгредієнтів та теплових викидів в атмосферу, зі зростанням високотемпературної та особливо низькотемпературної корозії, що призводить до зниження працездатності котлів та відносно низьких ККД.

В теперішній час перспективним є використання водопаливних емульсій (ВПЕ) замість чистого палива, а саме:

- попередня підготовка емульсії, її стабілізація та зберігання в окремій ємності до виникнення потреби у спалюванні;
- підготовка емульсії у потоці чистого палива перед подачею в топку.