

10.31653/smf340.2020.17-23

Мацкевич Д. В.

Національний університет «Одеська морська академія»

## ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕОЛОГІЧНОЇ СТІЙКОСТІ СУДНОВИХ МОТОРНИХ МАСТИЛ

**Постановка проблеми в загальному вигляді.** Під час експлуатації двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) морських і річкових суден здійснюється безперервний і періодичний контроль не тільки показників, що характеризують робочий цикл дизеля (тиску і температури в характерних точках, частоти обертання, потужності, температури випускних газів), але також експлуатаційних і реологічних характеристик моторного мастила [1].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У зв'язку зі збільшенням тиску і температури циклу, підвищенням крутного моменту, зміною конструкції, ускладненням умов експлуатації, підвищенням часу роботи сучасних дизелів на максимальних навантаженнях умови роботи мастил як в лубрикаторних, так і в циркуляційних системах мащення, стали більш жорсткими. Водночас терміни заміни мастил безперервно збільшуються завдяки поліпшенню їх експлуатаційних властивостей. Визначення оптимальної періодичності заміни мастил є трудомісткою тривалою роботою, спочатку визначається заводом-виробником, коригується за результатами експлуатації та тягне за собою фінансові та експлуатаційні витрати [2]. Тому актуальним є розв'язання завдання регенерації експлуатаційних характеристик мастила в процесі його експлуатації [3].

**Постановка завдання.** Повна заміна мастила в суднових умовах вимагає виведення двигуна з експлуатації, причому цей період включає не тільки саму процедуру заміни мастила, але й очищення поверхонь тертя від експлуатаційних забруднень. Виконання цього завдання для головних двигунів відбувається під час стоянки судна і може бути заздалегідь заплановано з урахуванням рейсового завдання, характеристик вантажу і майбутніх вантажних операцій. У зв'язку з постійною зміною навантаження суднової електростанції для дизелів, що виконують функції допоміжних, тривалий виведення з експлуатації спрогнозувати досить важко. Тому для їх систем мащення найбільш ефективним є процес періодичного доливання мастила. З урахуванням вищевикладеного метою дослідження було визначення оптимальних термінів заміни чи поповнення мастилом

об'ємів системи мащення, які сприятимуть регенерації та підтриманню у встановлених межах експлуатаційних характеристик моторного мастила.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Дослідження виконувалися для суднового моторного мастила Castrol TPL 203 з наступними основними характеристиками:

- клас в'язкості за SAE – 30,
- густина при 15°C – 920 кг/м<sup>3</sup>;
- в'язкість при 40°C – 102 сСт;
- лужне число – 20 мгКОН/г;
- призначення – забезпечення змащування циліндро-поршневої групи і кривошипно-шатунного механізму тронкових двигунів при їх роботі на важкому паливі.

Мастило Castrol TPL 203 використовувалося в циркуляційній мастильній системі судових дизелів 6EY22AW фірми Yanmar, що мають такі основні характеристики:

- тип – чотиритактний;
- число циліндрів – 6 (розташування рядне);
- номінальна потужність – 885 кВт;
- частота обертання – 900 об/хв;
- діаметр циліндра – 220 мм;
- хід поршня – 320 мм.

У таблиці 1 наведені дані щодо зміни експлуатаційних і реологічних характеристик мастила. При цьому параметр «реологічна стійкість» визначається як збільшення в'язкості у граничному шарі мастила порівняно з об'ємною в'язкістю і не входить до числа параметрів, рекомендованих для моніторингу фірмою виробником.

Таблиця 1. Зміна експлуатаційних та реологічних характеристик моторного мастила Castrol TPL 203 під час експлуатації

Показник	Базове значення	Час експлуатації, години			
		25	50	75	100
В'язкість (кінематична) при 50°C, сСт	102	109	114	118	121
Реологічна стійкість, %	+10,36	+8,76	+6,38	+5,95	+5,44
Густина при 20°C, кг/м <sup>3</sup>	920	897	881	853	846

Як видно з таблиці 1, значення всіх параметрів погіршуються і з плином часу та наближаються до максимально допустимих бракувальних показників. Таким чином, підтримка регламентованого часу доливання мастила в систему виводить двигун на межу надійної роботи системи, а в критичній ситуації може призвести до аварії. Саме тому виникає необхідність пошуку оптимальних термінів поповнення мастильної системи новим мастилом [4].

У зв'язку з цим під час досліджень ставилося завдання раціонального збільшення частоти доливання мастила в систему, яка визначалася шляхом контролю експлуатаційних і реологічних характеристик мастила. Його розв'язання здійснювалося безпосередньо в судових умовах, при цьому допоміжна енергетична установка судна складалася з трьох однотипних дизелів 6EY22AW фірми Yanmar, що дало можливість проведення паралельних експериментів з різною інтенсивністю поповнення мастила в об'єм циркуляційної системи.

Схема судової циркуляційної системи мащення дизелів 6EY22AW фірми Yanmar, що відповідає проведенню експериментів, показана на рис. 1.

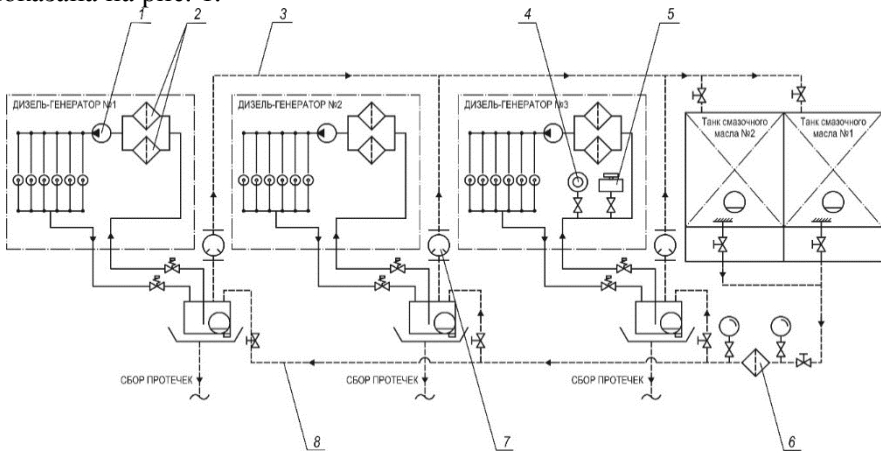


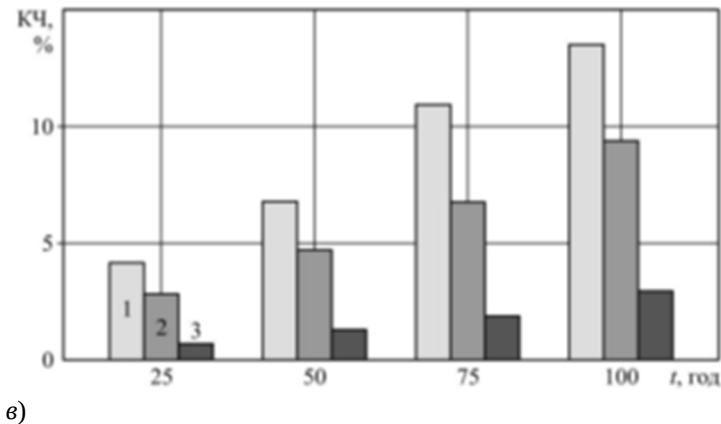
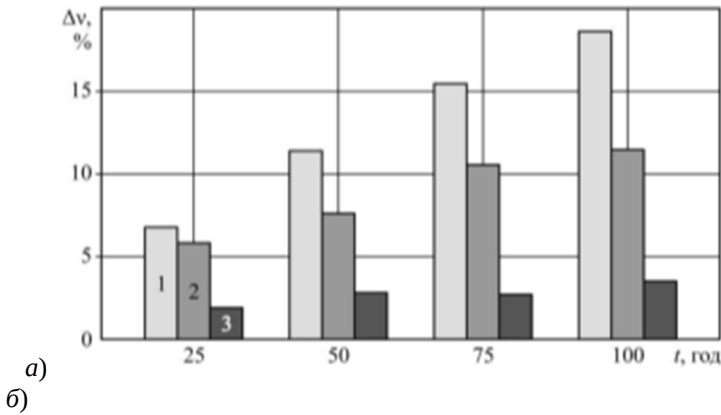
Рис. 1. Схема модернізації циркуляційної системи мащення судових дизелів 6EY22AW фірми Yanmar під час проведення експерименту:

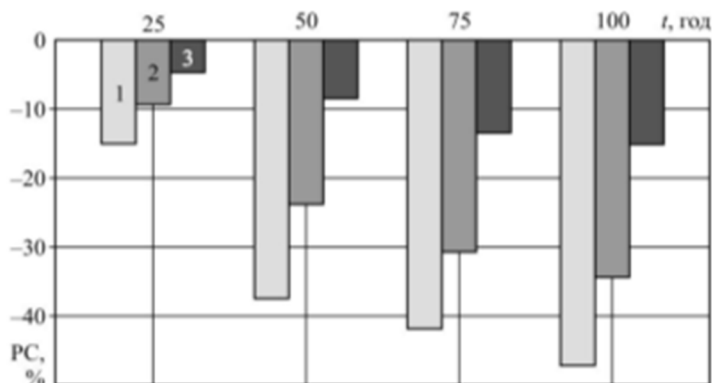
- 1 – мастильний насос; 2 – мастильний фільтр тонкого очищення; 3 – магістраль відведення парів мастила і повітря; 4 – витратомір; 5 – дозатор присадки; 6 – мастильний фільтр грубого очищення;

7 – відділювач мастила; 8 – магістраль підведення мастила

Дизелі працювали навперемінки з практично однаковим навантаженням, діапазон якої змінювався в досить широких межах

(250...750 кВт), з однаковим часом експлуатації протягом доби (12...15 годин). Перший дизель-генератор залишався «контрольним» і зміни в частоті доливання мастила в систему на ньому не проводилися. Таким чином, даний дизель працював 100 годин без поповнення системи мащення. За даний період часу кількість мастила в системі не опускалася нижче граничного рівня, а експлуатація двигуна проводилася з дотриманням усіх вимог, що пред'являються. У систему мащення другого дизель-генератора мастило до верхнього допустимого рівня доливалось через кожні 25 годин роботи. У систему мащення третього – через кожні 10 годин при одночасному додаванні поверхнево-активної присадки [2]. Результати, що отримані під час експерименту, наведені на рис. 2, на якому зміна параметрів наведена у відсотках.





г)

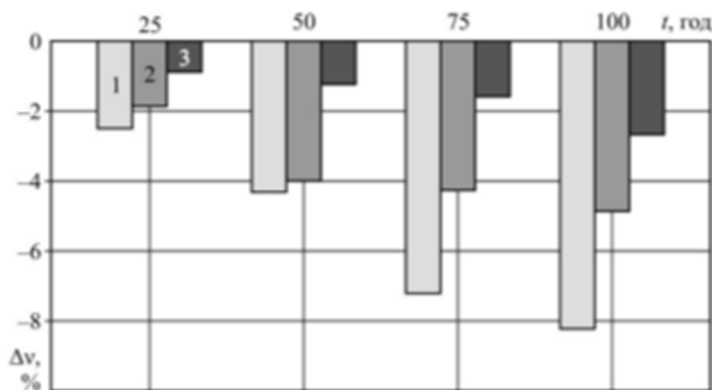


Рис. 2. Зміна характеристик моторного мастила під час експлуатації при різній інтенсивності доливання мастила:

1 – через 100 годин роботи; 2 – через 25 годин роботи; 3 – через 10 годин роботи з додаванням поверхнево-активної присадки;

а) в'язкість; б) кислотне число; в) реологічна стійкість; г) густина

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** З наведених результатів можна зробити наступні висновки.

1. При інтервалі доливання мастила 100 годин (час, який рекомендується заводом-виробником) в'язкість мастила поступово збільшує до 18,63 % (при максимально можливому збільшенні цього показника 20 %), що виводить дизель на межу надійної роботи. Аналогічна

тенденція спостерігається з іншими реологічними показниками моторного мастила – густиною, кислотним числом, реологічною стійкістю.

2. Збільшення інтенсивності доливання мастила сприяє більш повільному відхиленню основних якісних показників моторного мастила від базового значення, насамперед в'язкості, яка при зміні інтенсивності доливання зі 100 до 25 годин зростає на 11,76 %.

2. Найбільш ефективним способом регенерації експлуатаційних та реологічних характеристик моторного мастила є скорочення інтенсивності доливання мастила до 10 годин з одночасним використанням поверхнево-активної присадки. При цьому зростання в'язкості здійснюється лише на 3,92 % при знаходженні інших показників (реологічної стійкості, густини та кислотного числа) у діапазоні рекомендованих та можливих значень.

3. Слід також відзначити кращий технічний стан основних поверхонь дизелів, що мають більш інтенсивний долив мастила. Наприклад, під час проведення планових моточисток дизелів було встановлено, що деталі циліндрової групи і підшипників руху «експериментальних» дизелів мають менші утворення нагарів і шорсткість поверхонь ніж «контрольний» дизель, що свідчить про більш якісний процес їх мащення.

4. Наведені результати свідчать про позитивний вплив збільшення інтенсивності доливання мастила в систему мащення з одночасним використанням поверхнево-активної присадки на його експлуатаційні характеристики.

### *СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ*

1. Поповский А. Ю. Комплексная оценка эксплуатационных характеристик смазочных углеводородных жидкостей / А. Ю. Поповский, С. В. Сагин // Автоматизация судовых технических средств : науч.-техн. сборник. – 2014. – Вып. 20. – С. 74-83.

2. Sagin S. V. Estimation of Operational Properties of Lubricant Coolant Liquids by Optical Methods / S. V. Sagin, V. G. Solodovnikov // International Journal of Applied Engineering Research. – 2017. – Vol. 12. – Num. 19. – P. 8380-8391.

3. Мацкевич Д. В. Диагностирование структурного состояния углеводородных жидкостей по их электрической прочности / Д. В. Мацкевич, С. В. Сагин // Проблемы техники: наук.-виробн. журнал, 2012. – № 2. – Одесса: ОНМУ. – С. 38-46.

4. Мацкевич Д. В. Поновлення реологічних характеристик мастильних матеріалів суднових дизелів / Д. В. Мацкевич // Суднові енергетичні установки : наук.-техн. зб. – 2018. – Вип. 38. – Одеса : НУ «ОМА». – С. 116-126.