

ПРОЦЕС ЗМІНИ СТАНУ ОЛИВИ ПРИ ПРИПРАЦЮВАННІ СПРЯЖЕНЬ ДЕТАЛЕЙ ТА ОБКАТЦІ ДВИГУНІВ ТРАНСПОРТНИХ МАШИН

В.В. Аулін, д-р. техн. наук, проф.,
А.В. Гриньків, канд. техн. наук,
С.В. Лисенко, канд. техн. наук, доц.,
А.Є. Чернай, асп.,
А.П. Лукашук, асп.,

Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна

Припрацювальна олива в порівнянні з моторною, виконує свої функції в двигуні досить короткий час. Тобто за короткий проміжок часу припрацювальна олива піддається незначній термічній полімеризації. В ній накопичуються продукти згоряння палива, оливи, смоли, асфальтени, домішки. Всі ці зміни викликають необхідність визначення термінів служби припрацювальної оливи, використовуваної при обкатці нового або відремонтованого двигуна транспортного засобу.

Незважаючи на велику кількість розробок, спрямованих на визначення оптимальних термінів служби моторних олив, відсутні раціональні моделі прогнозування термінів використання припрацювальних олив. Недосконалість системи використання у одноразовій обкатці двигуна вже використаної припрацювальної оливи вимагає обґрунтування нових підходів на підставі показників фактичного стану.

При розгляді теорії процесу старіння оливи використовують ентропію, вважаючи, що внутрішня енергія системи змінюється пропорційно швидкості хімічних перетворень в оливі з точки зору зміни вмісту присадок, їх складу і властивостей.

Розглядаючи ентропію як істотний чинник процесу старіння і зміни властивостей припрацювальної оливи, можливо зробити такі припущення:

– припрацювальна олива являє собою вуглеводневу основу з присадками, в якій під дією достатньо високих температур відбувається ряд хімічних перетворень, що змінюють структуру основи та хімічний склад присадок і добавок;

– процес старіння припрацювальної оливи є в певній мірі незворотнім, але за рахунок додавання деяких компонентів і видалення спрацьованої частини основи і присадок оливу можна вважати частково відпрацьованою і процес циклічно повторюється.

Процес роботи припрацювальної оливи на основі зроблених припущень можна уявити як сукупність наступних циклів (рис. 1):

0-1 – ізобаричний процес нагрівання припрацювальної оливи в період холодної обкатки двигуна (від початку крутного моменту), коли температура оливи змінюється від температури навколишнього середовища T_0 до робочої температури T_p ;

1-2 – ізобаричний процес роботи оливи, коли її температура змінюється в залежності від навантаження, що збільшується і доходить до якої певної межі;

2-3 – ізотермічний процес, коли температура оливи практично не підвищується за рахунок сталого режиму і роботи системи охолодження;

3-4 – ізохоричний процес, коли олива після проведення операції обкатки зливається і охолоджується до певної температури;

4-5 – ізотермічний процес впливу на олива при його очищенні від продуктів зносу при постійній температурі (за спеціальною технологією на установці для очищення олива);

5-6-7-8-9-10 – процеси, що повторюють 0-5 при проведенні обкатки двигунів на оливі, після її очищення.

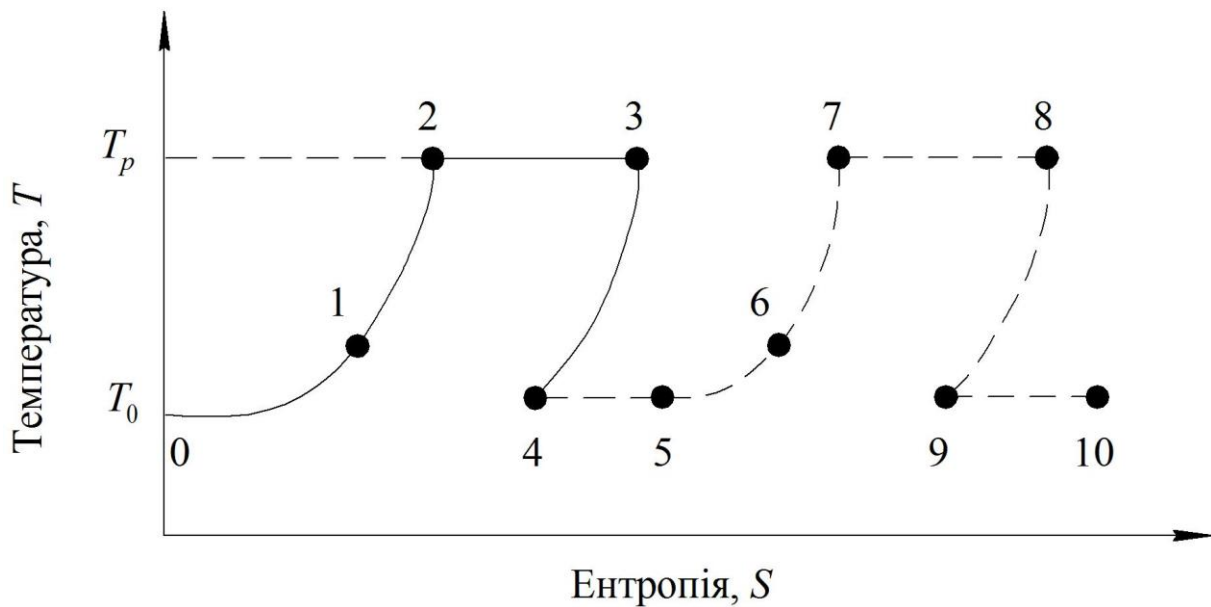


Рисунок 1 – Цикли роботи припрацювальної оливи в двигунах транспортних машин

Прийнята триразова циклічність пояснюється і обмежується спрацьовуванням присадок і добавок в припрацювальній оливі, що вимагає експериментального підтвердження.

Зміна ентропії циклу буде визначатися сумою зміни ентропії в кожному окремому процесі, а загальна зміна дорівнюватиме:

$$S_{\text{ц}} = \sum_i^n \Delta S_i, \quad (1)$$

де ΔS_i – зміна ентропії в i -процесі, кДж/(кг·К).

Одним з показників, що характеризують процес старіння оливи, є в'язкість оливи, яка взаємопов'язана з накопиченням продуктів окислення вуглеводневої основи, утворення смол і спрацьовування присадок та добавок.

Якщо вважати, що у циклі кінематична в'язкість дорівнює:

$$v_{M1} = v_{OM}. \quad (2)$$

Для подальших циклів маємо наступну зміну кінематичної в'язкості:

$$v_{M2} = v_{M1} \cdot \left(1 + 0,03 \cdot \left(\frac{t_{M(1-2)}}{24 \cdot n} \right)^{0,414} \right), \quad (3)$$

де $t_{M(1-2)}$ – поточний час визначення.

Весь процес роботи припрацювальної оливи в ДВЗ при реалізації процесів, циклів і етапів підкоряються характерній степеневій залежності (рис. 2).

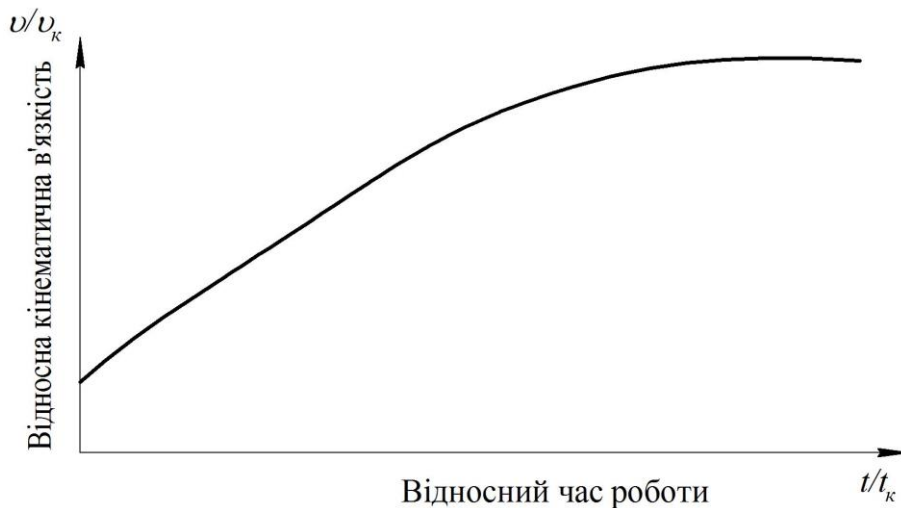


Рисунок 2 – Залежність зміни відносної в'язкості від відносного часу роботи оливи в ДВЗ транспортних машин

При цьому ентропія, супроводжувана накопиченням енергії, буде змінюватися за експоненційною залежністю і може бути описана рівнянням, що зв'язує час роботи оливи з ентропією:

$$t_p = -\frac{1}{\nu} \cdot \ln \left(1 - \frac{S_i}{x \cdot S_p} \right), \quad (4)$$

де ν – коефіцієнт швидкості спрацьовування присадок, добавок ($\nu = 3 \cdot 10^{-3}$); S_p – величина граничного зміни ентропії, коли подальше використання припрацювальної оливи є недоцільним (кДж/кг·К); x – коефіцієнт, що враховує працездатність оливи.

Граничну зміну ентропії ΔS_p , яку могла б мати припрацювальна олива в процесі всього періоду використання, визначимо як ізотермічний процес при усередненій температурі оливи і максимальному навантаженні:

$$\Delta S_p = \frac{\Delta q_{xp}}{T_p} = \frac{\delta \cdot \varphi_x \cdot N \cdot T_{III} \cdot 3600}{\sigma_M \cdot T_p}, \quad (5)$$

де δ – коефіцієнт, що враховує величину частки тепла, що отримується маслом (приймаємо рівним $\delta = 0,6$); φ_x – коефіцієнт, що враховує величину частки тепла, що витрачається на протікання хімічної реакції ($\varphi_x = 0,015$); T_{III} – прогнозоване час роботи оливи.

Отримані вирази і залежності дозволять визначити напрямки підвищення ефективності використання припрацювальної оливи в технологічному процесі припрацюванні основних спряжень деталей та обкатки відремонтованих двигунів транспортних машин.

Список літератури:

1. Гуреев А.А. Химмотология / А.А. Гуреев, И.Г. Фукс, В.Л. Лашхи. - Москва: Химия, 1986. - 368 с.
2. Остриков В.В. Физико-химические процессы «старения» моторных масел и способы их замедления / В.В. Остриков, Н.Н. Тупотилов // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. - 2004. - №2. - С. 47-51.
3. Салмин В.В. Обеспечение сохранности мобильной техники путем подбора антикоррозионных смазочных материалов : монография / В.В. Салмин, Д.Ю. Вавилкин. - Пенза : ПГУАС, 2013. - 136 с.
4. Салмин В.В. Улучшение эксплуатационных показателей автотракторных двигателей совершенствованием трибохимических и гидро-термодинамических процессов в смазочных системах: дис. ... д-ра техн. наук : о5.20.03 / В.В. Салмин. - Саранск, 2003. - 475 с.

5. Серегин Е.П. Химмотология и современность: достижения и проблемы / Е.П. Серегин // Химия и технология топлив и масел. - 1992. - № 11. - С. 2-4.
6. Сорокин И.А. Ускоренная обкатка как контроль качества ремонта дизельных двигателей Д-240 / И.А. Сорокин // Вестник НГИЭИ. - 2013. - № 2 (21). - С. 50-57.
7. Перминов Б.Н. Теоретическое исследование старения моторного масла в судовых тронковых дизелях / Б.Н. Перминов // Труды Дальневосточного государственного университета. - № 137. - 2004. - С. 162-169.
8. Тупотилов Н.Н. Особенности кинетики «старения» работающих моторных масел / Н.Н. Тупотилов, В.В. Остриков, В.В. Жилин // Химия и технология топлив и масел. - 2005. - № 3. - С. 32-33.
9. Храпцов Н.В. Обкатка и испытание автотракторных двигателей / Н.В. Храпцов. - Москва : Агропромиздат, 1991. - 123 с.
10. Трибофізичні основи підвищення надійності мобільної сільськогосподарської та автотранспортної техніки технологіями триботехнічного відновлення: монографія / Аулін В.В. та ін.; за ред. В.В. Ауліна. Кропивницький: Лисенко В. Ф. 2016. 303 с.
11. Можливості технологій триботехнічного відновлення для підвищення зносостійкості і довговічності спряжень деталей транспортних засобів / Аулін В.В. та ін. Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті: науковий журнал. 2018. №1(10). С. 5-11.
12. Аулін В.В. Фізичні основи процесів і станів самоорганізації в триботехнічних системах: монографія. Кіровоград: Вид. Лисенко В.Ф., 2014. 370 с.
13. Войтов В.А., Стадниченко Н.Г., Джус Р.Н., Стадниченко В.Н. Технологии триботехнического восстановления. Обзор и анализ перспектив. Проблемы трибологии. 2005. №2. С. 86-94.
14. Аулін В.В. Можливості технологій триботехнічного відновлення для підвищення зносостійкості і довговічності спряжень деталей транспортних засобів. Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. 2018. №1(10). С. 5-11.
15. Аулін В. В., Лисенко С.В., Кузик О.В., Жилова І.В. Фізико-мезомеханічний підхід до виявлення характеру зношування спряжень деталей сільськогосподарської і автотранспортної техніки. Проблеми трибології. 2017. № 4. С. 82-86.