

УДК 678.01:531.43

<sup>1</sup>О.А. Тамаргазін, д.т.н., проф.<sup>2</sup>О.М. Білякович, к.т.н., доц.<sup>3</sup>К.В. Богайська, асп.

## ПРОБЛЕМА ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕРМІНІВ ВИКОРИСТАННЯ МОТОРНИХ І ТРАНСМІСІЙНИХ ОЛИВ

<sup>1,3</sup>Національний авіаційний університет<sup>1</sup>E-mail: avia\_icao@mail.ru<sup>3</sup>E-mail: katemol-69@mail.ru<sup>2</sup>Національний транспортний університет

E-mail: oleg65@voliacable.com

*Розглянуто наукові публікації, присвячені проблемі оптимізації термінів раціонального використання мастильних матеріалів під час експлуатації різних транспортних засобів, пошуку найбільш значущих відбракувальних критеріїв, що визначають ресурс технічних олив.*

*Overview of scientific publications aimed at lubrication sump life optimization during operation of various vehicles, determination of the most important defect criteria, which define technical oil sump life is performed in this article.*

*Рассмотрены научные публикации, посвященные проблеме оптимизации сроков рационального использования смазочных материалов при эксплуатации различных транспортных средств, поиска наиболее весомых отбраковочных критериев, определяющих ресурс технических масел.*

### Постановка проблеми

Визначення моменту заміни олив – за станом і назначеним терміном експлуатації – базується на встановленні граничних значень для найбільш важливих показників.

Заміна оливи за станом має здійснюватися на основі результатів оцінки показників у процесі експлуатації.

Заміна за назначеним терміном (ресурсом, регламентом) проводиться незалежно від стану.

Інструкціями з експлуатації різних вузлів та агрегатів машин регламентована певна періодичність заміни олив.

Практика експлуатації двигунів внутрішнього згоряння показала назначену періодичність заміни олив передчасною та технічно невиправданою, намагаючись збільшити ресурс двигунів.

### Термін використання оливи

Термін використання оливи залежить від властивостей олив і пари тертя, умов експлуатації, тому він індивідуальний для кожного типу трибосистеми – сукупності контактуючих елементів та робочих процесів їх взаємодії [1].

Раціональні терміни служби олив встановлюють на науково обґрунтованих критеріях їх якості.

Відомості з цього питання спірні та неоднозначні, тому відсутні чіткі, науково обґрунтовані критерії підбору мастильних матеріалів для конкретних трибовузлів.

Автори роботи [2] термін використання олив визначають залежно від кислотного числа. Збільшення кислотного числа на 0,5–0,6 мг КОН/г (за початкового значення 0,6–1,0 мг КОН/г) для олив серії И-Г-С, що

застосовуються в гідросистемах металообробного обладнання збільшує швидкість зношування.

На думку В.Д. Мойсеєва, одним із основних показників, за яким визначають термін зміни оливи, є вміст нерозчинних забруднень, що накопичуються в оливі в процесі її старіння [3].

Автори роботи [4], об'єднуючи головні критерії відбракування моторних оливи, виділяють спрацювання присадок, що характеризується зниженням загального лужного числа і забруднення та підвищенням концентрації нерозчинних домішок. При цьому заміна моторних оливи має відбуватися за досягнення хоча б одним із указаних показників свого граничного значення.

Середнє значення концентрації нерозчинних домішок у працюючій моторній оливі у разі існуючої системи його заміни становить 0,65%.

Бракувальними критеріями, на думку Е.С. Венцеля [5], для моторних оливи є кислотність і диспергуюче-стабілізуюча здатність.

У роботі [6] розглянуто значення бракувальних критеріїв для моторних оливи:

- зміна кінетичної в'язкості + 30% від початкового значення;
- вміст води 0,05–1%;
- лужне число 1 мг КОН/г;
- водневий показник рН до 4–5,5;
- кислотне число 2–6 мг КОН/г.

У літературі важко знайти числові відомості про бракувальні критерії трансмісійних оливи.

У деяких джерелах наведено кількість годин назначеного ресурсу.

Зокрема, для однієї із найбільш розповсюджених марок трансмісійних оливи ТМ-3-18 (ТАП-15В з ГОСТ 23652-79) ресурс визначений у 500 год [7].

Інтегральним критерієм, що визначає необхідність заміни трансмісійних оливи є підвищення їх в'язкості порівняно з початковою (за 100 °С) більш ніж на 50%.

Дострокова заміна вказаних оливи спричиняє підвищене припрацьовувальне зношування пар тертя і погіршення роботи сальникових пристроїв та гумових ущільнювачів у результаті їх «роговіння» і розтріскування.

Критерій якісної оцінки мастильних матеріалів характеризує несучу здатність залежно від різних фізико-механічних і хімічних умов роботи вузла тертя.

Обмежені відомості номенклатури і граничних значень бракувальних показників оливи призводять до їх заміни в терміни, необгрунтовано назначені заводами-виробниками машин, навіть якщо оливи не втратили своїх функціональних властивостей, що є причиною їх неекономної витрати.

Оливи в експлуатації найчастіше не замінюються довготривалий період незалежно від втрати потрібних властивостей. Це пов'язано з економічними проблемами експлуатаційних підприємств у сучасних умовах їх функціонування, зокрема, економією мастильних матеріалів через їх високу вартість.

У керівництва з експлуатації машин відсутній взаємозв'язок між умовами експлуатації, режимами теплового і механічного навантаження з термінами служби оливи.

У більшості випадків леговані оливи та оливи без присадок мають однаковий термін служби.

Крім того, в експлуатаційних підприємствах не завжди проводиться періодичний контроль якості оливи. Усе це призводить до значних матеріальних витрат, пов'язаних як з частими відмовами машин, так і з неекономною затратою оливи [5].

Для визначення раціональних термінів служби змащувальних оливи вибирають оптимальні сорти оливи для тих чи інших трибосполучень.

Г.В. Виноградов підкреслює значний вплив типу мащення на зношування деталей [8].

Б.І. Костецький вказує на можливість суттєвого зменшення зношування шляхом оптимального підбору оливи [9].

Німецька фірма Castrol розробила систему правил і технічних засобів використання відпрацьованих олив, яка дозволяє збільшити їх ресурс в два рази. Система включає в себе рекомендації щодо зберігання, очищення, заміни, підготовки до використання і оптимізації застосовуваного сорту олив [10].

Термін служби олив можна продовжити, гальмуючи швидкість протікання в оливах негативних процесів. Одним із таких методів є очищення олив від забруднень, який використовують у двигунах внутрішнього згоряння, гідроприводах та інших механізмах.

Ефективність очищення підвищується залежно від збільшення номінальної товщини фільтрації [5].

Можливості сучасної техніки дозволяють відфільтровувати часточки забруднень розміром менше 3–5 мкм.

Поруч з традиційними механічними фільтрами використовують відмінні від указаних конструкцій очисні пристрої – електросепаратори.

За допомогою електростатичного очищення можна видаляти з олив навіть субмікроскопічні частинки, наприклад, продукти окиснення олив з молекулярною вагою 500–100 000.

Нескінченне збільшення номінальної товщини фільтрації не завжди економічно доцільне, оскільки затрати на очищення подвоюються в разі переходу до кожного наступного класу чистоти.

Окрім фільтрації, поліпшення властивостей олив досягається дозованим введенням легувальних присадок на заміну спрацьованих. Однак дозоване введення присадок в оливи поки широкого розповсюдження не отримало.

Роботи [5; 7] підтверджують недоцільність заміни олив відповідно до встановлених регламентів.

У деяких випадках необхідно рекомендувати сезонний термін служби оливи, в інших – зменшення прийнятого ресурсу. Головним у стабілізації якості оливи в агрегатах машин і двох діючих взаємно протилежних

факторах у процесі застосування оливи є відпрацьовування присадок і поліпшення експлуатаційних властивостей базової частини оливи [11].

Збільшення терміну служби моторних олив призводить до поліпшення експлуатаційних властивостей.

Застосування моторних олив у двигунах внутрішнього згоряння під дією термомеханічних навантажень є позитивним етапом його життєвого циклу і в умовах протікання процесу термokatалітичного окиснення, зумовленого старінням.

У роботі [1] відмічено можливість нанесення значної шкоди трибосистемі від необгрунтованої частішої заміни оливи, яка в цьому разі стає менш довговічною, оскільки частіше працює в номінальному режимі, обумовленому флуктуаціями властивостей рідкої фази.

Автори роботи [12] дослідили експлуатаційні властивості трансмісійних олив Komprenol 32, Superol Cd SAE 30, Transol 75 SP, що піддаються штучному і звичайному старінню в агрегатах трансмісій різних транспортних засобів.

Процеси старіння в деякому діапазоні позитивно впливають на властивості олив. Це дозволяє продовжити період експлуатації трансмісійних олив.

Аналізуючи можливі шляхи вирішення проблеми оптимізації ресурсу і підбору масливних матеріалів для конкретних умов експлуатації трибосполучень, важливо враховувати рекомендації до сфер застосування олив на мінеральній та синтетичній основі.

Під час нефорсованої експлуатації двигунів внутрішнього згоряння за помірних температур доцільно використовувати мінеральні оливи, оскільки антифрикційні і протизадирні властивості їх хемосорбційних шарів вищі, ніж у синтетичних олив.

У випадку реалізації форсованих режимів роботи двигунів внутрішнього згоряння товщина і міцнісні характеристики фізично адсорбованого шару, що формується у середовищі синтетичної оливи, вище за середнє значення мінерального.

Великий потенціал мають синтетичні трансмісійні оливи під час їх використання в передачах, де їх позитивними якостями є:

- високий ступінь захисту від зношування зубчатих коліс і підшипників;
- понижені сили тертя, що забезпечують зниження температури масляних ванн;
- підвищення несучої здатності;
- збільшення ресурсу олів.

Тісний зв'язок між якістю оливи та надійністю техніки, за відомостями авторів роботи [13], дозволяє за заданої величини надійності розрахунковим шляхом прогнозувати працездатність олів чи, за необхідності, оперативно вирішити зворотну задачу.

### Висновки

Наведений огляд засвідчує значну проблематичність питань, пов'язаних із встановленням раціональних термінів експлуатації мастильних матеріалів.

Існуючі методи оцінки якості олів, різні відбракувальні критерії не завжди об'єктивно визначають терміни їх заміни і не враховують вплив змащувальних середовищ на стан поверхневих шарів деталей машин.

Ця проблема особливо актуальна стосовно трансмісійних олів, оскільки робіт, пов'язаних з оптимізацією ресурсу класу олів, вкрай недостатньо.

### Література

1. *Литвинов А.А.* Физико-химические основы применения смазочных материалов в узлах трения авиационной техники: учеб. пособие / А.А. Литвинов. – К.: КИИГА, 1985. – 80 с.
2. *Исследование* смазывающих свойств гидравлических масел серии И-Г-С с различной степенью окисленности / Б.Х. Мичник, Б.Н. Кононюк, Е.С. Венцель и др. // Трение и износ. – 1986. – Т. VII, №6. – С. 1112–1115.
3. *Моисеев В.Д.* Две модели описания процесса загрязнения моторного масла / В.Д. Моисеев // Двигателестроение. – 1991. – № 1. – С. 36–38.

4. *Михайлов А.Н.* Обоснование периодичности замены работающего моторного масла тракторного дизеля / А.Н. Михайлов, А.В. Николаенко // Двигателестроение. – 1991. – №3. – С. 32–34.

5. *Венцель Е.С.* Повышение износостойкости трибосопряжений гидродинамическим диспергированием масел: дис. д-ра техн. наук / Е.С. Венцель. – Х.: ХАДИ, 1990. – 397 с.

6. *Микутенко Ю.А.* Смазочные системы дизелей / Ю.А. Микутенко, В.А. Шкаренко, В.Д. Резников. – Л.: Машиностроение, 1986. – 125 с.

7. *Розенберг Ю.А.* Влияние смазочных масел на долговечность и надежность деталей машин / Ю.А. Розенберг. – М.: Машиностроение, 1970. – 315 с.

8. *Виноградов В.Г.* Оценка противоизносных свойств масел на шестеренчатом стенде методом моделирования / В.Г. Виноградов, Е.А. Кузнецов // Автомобильный транспорт. – 1956. – № 3. – С. 18–20.

9. *Костецкий Б.И.* Трение, смазка и износ в машинах / Б.И. Костецкий. – К.: Техніка, 1970. – 396 с.

10. *Merlo Gian Lorenzo.* E necessario filtrate i lubrificanti / Gian Lorenzo Merlo // Oleodin. – Pneum. – 2002. – 33, № 8. – P. 33–39.

11. *Оценка срока службы базовых масел в составе смазок. Life cycle assessment (LCA) from cradle to gate of base oils used in the production of lubricants / V. Serra-Holm // Tribology and Lubrication Engineering: 14 International Colloquium Tribology, Ostfildern, Jan. 13-15, 2004. Vol. 1. Ostfildern: Techn. Akad. Esslingen. 2004. – P. 549–552.*

12. *Druet K.* Wlasnosci uzytkowe starzonych olejow smarowych / K. Druet, P. Romanowski // Zag.ekspluat.mosz. – 1991(1992). – 26, №2-3. – S. 229–241.

13. *Радшабов Э.А.* Связь качества масла с надежностью смазываемых машин и механизмов / Э.А. Радшабов, В.Л. Лашхи // Нефтепереработка и нефтехимия. – 1996. – №12. – С. 31–32.