

УДК 621.7.027

1543 922 206.8 + 052 - 082 - 380.8

В.В. Гаража, канд. техн. наук

Ю.П. Давиденко

ВІДНОВЛЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ЯКОСТЕЙ АВІАЦІЙНОГО МОТОРНОГО СИНТЕТИЧНОГО МАСЛА “ТУРБО-НІКОЙЛЬ” В ЕЛЕКТРООЧИСНИКУ З ПОЛЯРИЗАЦІЙНИМ НАПОВНЮВАЧЕМ

Національний авіаційний університет, elephantB@mail.ru

Розглянуто процес очищення масла в квазіпостійному електричному полі. Експериментально визначено оптимальні режими і параметри очищення синтетичного моторного масла “Турбо-Нікойль” від механічних забруднень. Наведено рекомендації по вибору діапазону керуючих параметрів для забезпечення нормованих значень критеріїв чистоти масла.

Вступ

Розвиток авіації супроводиться тенденцією зростання її ефективності і економічності з підвищенням рівня безпеки польотів. Розробка принципіально нових конструкцій, систем і агрегатів дозволяє реалізувати вимоги до зменшення їх маси і підвищення надійності. Стосовно до гідравлічних систем ці вимоги виконуються за рахунок підвищення робочого тиску, а зменшення витоку мастила в умовах розширеного діапазону експлуатаційних температур досягається використанням нових видів ущільнень, зменшенням осьових і радіальних зазорів у плунжерних парах та золотникових розподільниках [1; 2].

Для маслосистем авіаційних газотурбінних двигунів (ГТД) характерно підвищення вимог до збереження експлуатаційних якостей масел. На багатьох сучасних повітряних суднах (ПС) маслосистеми можуть використовуватися не тільки для забезпечення надійного та безперервного змащення, охолодження, винесення продуктів зношування із зони тертя на всіх режимах роботи ГТД і висотах польотів ПС, а й для приводу протипомпажних пристроїв (клапанів та стрічок перепуску повітря), а також для зміни кроку в системах керування повітряних гвинтів [3].

З метою поліпшення умов роботи агрегатів гідромасляних систем ПС підвищуються вимоги до якості робочих рідин гідромасляних систем ПС. Сучасні мінеральні масла не завжди задовольняють експлуатаційні вимоги насамперед через погані в'язкісно-температурні характеристики та низьку окислювальну стабільність при високих температурах [4; 5]. Тому спостерігається перехід на більш якісні синтетичні масла, які значно більше задовольняють сучасні вимоги до якості робочих рідин функціональних систем ПС.

Особлива увага приділяється забезпеченню чистоти робочих рідин, що пов'язано зі значною кількістю відмов у системах і агрегатах при їх

роботі на забруднених маслах, а також зменшення ресурсу агрегатів, систем, робочих рідин у випадку наявності в них води та механічних домішок [6; 7], навіть у концентраціях, нормованих згідно з класами чистоти за ГОСТ 17216-71 [8].

Постановка проблеми

Одним із перспективних методів забезпечення вимог до вмісту механічних домішок робочих рідин є очищення їх у квазіпостійному електричному полі. Даний метод дозволяє проводити очищення діелектричних рідин від механічних забруднень, діелектрична проникність яких відрізняється від діелектричної проникності очищувальної рідини [9; 10]. Але є труднощі, що виникають під час очищення синтетичних рідин цим методом. Отже, використання даного методу для очищення синтетичних масел вимагає додаткових досліджень.

Дослідження оцінки ефективності очищення синтетичного моторного масла “Турбо-Нікойль” від механічних забруднень в квазіпостійному електричному полі проводилися в лабораторії забезпечення промислової чистоти робочих рідин функціональних систем ПС на кафедрі конструкції літальних апаратів Національного авіаційного університету.

Експериментальна установка

та об'єкт дослідження

Для дослідження процесу електроочищення була розроблена та виготовлена чарунка електроочищувача (ЕО) з електродами типу “плоский ізольований” – “неізольований сітчастий гофрований”, із міжелектродним простором, заповненим ниткоподібним поляризаційним шерстяним наповнювачем. Об'єктом досліджень було масло “Турбо-Нікойль” із маслосистеми двигуна літака Ан-70, яке відпрацювало свій ресурс і підлягало заміні. Ефективність роботи чарунки ЕО визначалася з допомогою коефіцієнта очищення Ψ :

$$\Psi = (n_{\text{вх}} - n_{\text{вих}}) / n_{\text{вх}}$$

де $n_{вх}$ і $n_{вих}$ – відповідно кількість частинок механічних забруднень на вході і виході в модульну чарунку ЕО.

Штучна концентрація частинок механічних забруднень визначалася з допомогою фотометричного аналізатора механічних домішок ФС-151 відповідно до розроблених методик, наведених у роботі [10], та вимог до експлуатації даного приладу.

Задачі

Під час проведення експериментальних досліджень вирішувалися такі задачі:

– визначення дисперсного складу механічних забруднень у маслі після відпрацювання ним заданого ресурсу;

– виконання якісної оцінки ефективності очищення масла в квазіпостійному електричному полі;

– визначення оптимальних режимів процесу очищення синтетичного моторного масла “Турбо-Нікойль” в ЕО.

Аналіз результатів експериментальних досліджень

Як показали дослідження, вміст механічних домішок у маслі, після відпрацювання ним заданого ресурсу (рис. 1, а, крива 1) перевищує допустимі значення і масло є позакласовою рідиною за всіма фракційними розмірами частинок забруднень, а концентрація становить 240 650 штук у 100 см^3 масла.

Електрообробка масла “Турбо-Нікойль” у квазіпостійному електричному полі показує, що зміною напруги на електродах чарунки ЕО можна змінити дисперсність суспензії (рис. 1). Аналіз кривих 2, 3 (рис. 1, а) та 1, 2, 3, 4 (рис. 1, б) показує, що при збільшенні напруги з 3 до 8 кВ дисперсність відповідно знижується в два (рис. 1, а, крива 2) та у вісім разів (рис. 1, б, крива 4).

Кількісну оцінку зниження дисперсності суспензії механічних частинок на базі синтетичного моторного масла “Турбо-Нікойль” показано на рис. 2. Характерний розмір механічних забруднень можна зменшити з 40 до 5 мкм, що у вісім разів вище тонкості фільтрації механічного фільтра маслосистеми двигуна літака Ан-70.

Обробка масла в квазіпостійному електричному полі суттєво зменшує початкову концентрацію механічних домішок шляхом їх затримання та осадження під дією електричних сил. При цьому осадження основної маси механічних домішок відбувається на поверхню поляризаційного наповнювача в результаті максимальної напруженості і неоднорідності електричного поля в цих зонах.

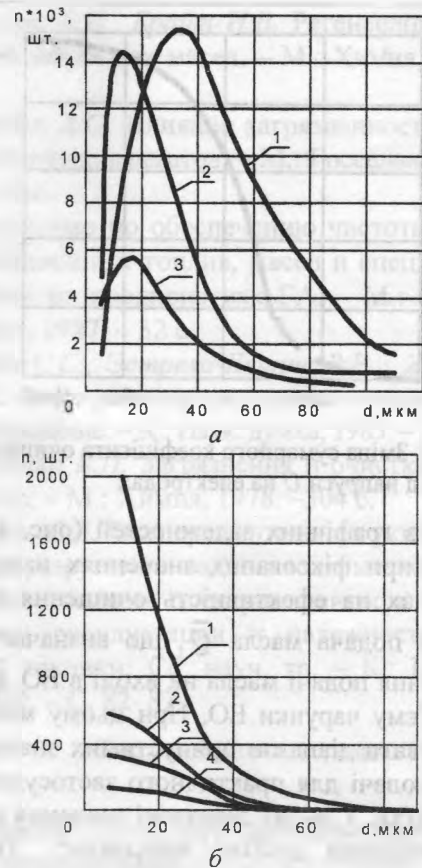


Рис. 1. Зміна кількості n частинок забруднень від їх діаметру d :
а: 1 – 0 кВ; 2 – 3 кВ; 3 – 4 кВ;
б: 1 – 5 кВ; 2 – 6 кВ; 3 – 7 кВ; 4 – 8 кВ

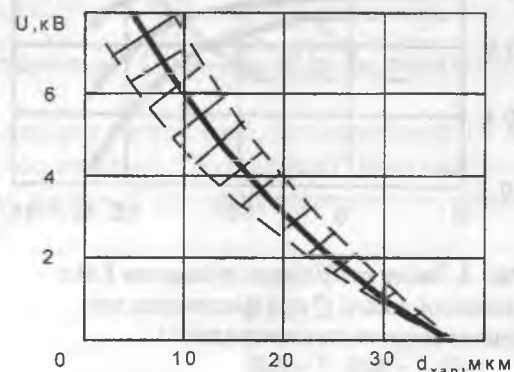


Рис. 2. Зміна характерного розміру $d_{хар}$ частинок забруднень від напруги на електродах

Якісна оцінка ефективності очищення масла в ЕО характеризується зміною коефіцієнта очищення за сумою частинок в маслі (рис. 3). Так максимальне значення коефіцієнта очищення, дорівнює 0,996 досягається в діапазоні напруги на електродах чарунки ЕО 6,5–7 кВ.

Аналізуючи криві 2, 3 (рис. 1, а) та 1, 2, 3, 4 (рис. 1, б) можна зробити висновок про те, що очищене масло відповідає 13-му класу і за ГОСТ 1721–71 відповідає вимогам до чистоти моторних масел.

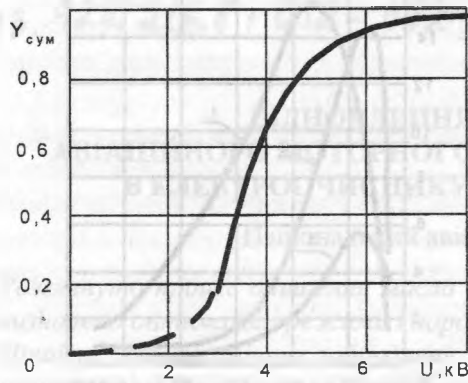


Рис. 3. Зміна сумарного коефіцієнта очищення $Y_{\text{сум}}$ від напруги U на електродах

Аналіз графічних залежностей (рис. 4) показує, що при фіксованих значеннях напруги на електродах на ефективність очищення впливає відносна подача масла \bar{Q} , що визначається як відношення подачі масла на вході в ЕО до робочого об'єму чарунки ЕО. При цьому можна рекомендувати діапазон припустимих значень відносною подачі для практичного застосування від 7 до 15 л/хв. У цьому діапазоні значення коефіцієнта очищення досягає максимуму. Так, при $\bar{Q}=7,5$ л/хв $\Psi_{\text{max}}=0,98$ при $U=7$ кВ, $\Psi=0,97$ при $U=5$ кВ.

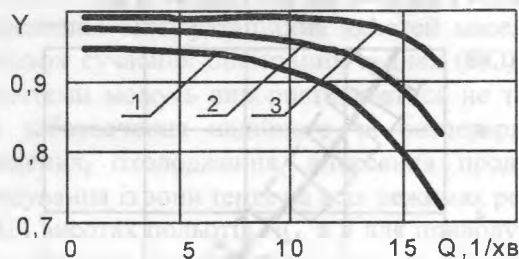


Рис. 4. Зміна коефіцієнта очищення Y від відносною подачі Q при фіксованих значеннях напруги на електродах U :
1 – 3кВ; 2 – 5кВ; 3 – 7кВ

При різкому збільшенні \bar{Q} більше ніж 17 л/хв різко зростає швидкість прокачування рідини через чарунку, що призводить до зменшення часу перебування масла в чарунці ЕО, і часу обробки суспензії в електричному полі. При постійній фракційній швидкості осадження встигає осісти менша кількість частинок забруднень і коефіцієнт очищення Ψ зменшується.

Експериментальні дослідження показують, що на якість очищення масла "Турбо-Нікойль" впливає щільність струму (рис. 5), яка визначається як відношення величини струму, що протікає між електродами до їх площі. Максимальний

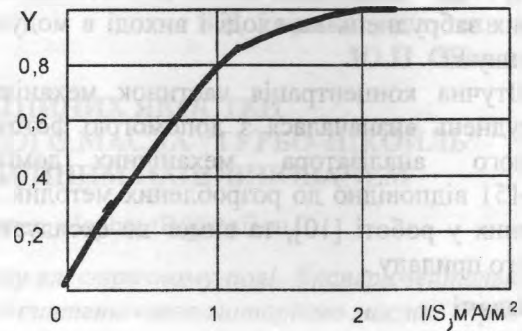


Рис. 5. Зміна коефіцієнта очищення Y від щільності струму I/S

коефіцієнт очищення можна отримати в діапазоні щільності струму від $1,5 \cdot 10^3$ $\mu\text{A}/\text{m}^2$ до $3 \cdot 10^3$ $\mu\text{A}/\text{m}^2$.

Результати виконаних експериментальних досліджень дозволяють вибрати значення напруги на електродах, відносною подачі масла та щільності струму на електродах для проведення електроочищення масла "Турбо-Нікойль" на оптимальних режимах.

Висновки

1. Синтетичне моторне масло "Турбо-Нікойль" після відпрацювання заданого ресурсу є позакласовою рідиною за всіма фракційними розмірами частинок забруднень. Поштучна концентрація частинок забруднень становить 240 650 штук у 100 cm^3 масла.

2. Очищення синтетичного моторного масла "Турбо-Нікойль" у квазіпостійному електричному полі дозволяє забезпечити йому залежно від режиму обробки 9–13-й клас чистоти відповідно до ГОСТ 17216-71 за вмістом механічних домішок.

3. Для відновлення експлуатаційних якостей масла "Турбо-Нікойль" за вмістом механічних забруднень електрообробку масла потрібно проводити при напрузі на електродах 6–8 кВ, відносною подачі 7–15 л/хв та щільності струму від $1,5 \cdot 10^3$ до $3 \cdot 10^3$ $\mu\text{A}/\text{m}^2$. При дотриманні даних параметрів коефіцієнт очищення досягає значення 0,996, тобто відбувається виведення з рідини 99,6% частинок механічних забруднень від їх загальної кількості.

4. Експлуатаційні параметри масел, що характеризуються щільністю, в'язкістю, кислотністю, у процесі відпрацювання ними заданого ресурсу практично мало змінюються [5].

5. Синтетичне масло, яке відпрацювало свій ресурс, після електроочищення за вмістом механічних домішок придатне для подальшого використання, а експлуатаційні параметри у випадку потреби можуть бути відновлені додаванням свіжого масла.

6. Отримані значення напруги на електродах, відносної подачі очищувального масла та щільності струму дозволяють визначити основні параметри ЕО залежно від необхідної подачі масла, його фізико-хімічних властивостей на потрібного класу чистоти.

Список літератури

1. *Белянин П.Н., Черненко Ж.С.* Авиационные фильтры и очистители гидравлических систем. – М.: Машиностроение, 1964. – 294 с.
2. *Никитин Г.А., Чирков С.В.* Влияние загрязненности жидкости на надежность работы гидросистем летательных аппаратов. – М.: Транспорт, 1969. – 183 с.
3. *Лозицкий Л.П., Ветров А.М.* Конструкция и прочность авиационных газотурбинных двигателей. – М.: Воздуш. транспорт, 1992. – 735 с.
4. *Аксенов А.Ф.* Авиационные топлива, смазочные материалы и специальные жидкости. – М.: Машиностроение, 1965. – 251 с.
5. *Шашкин Б.И., Брайт И.В.* Регенерация отработанных нефтяных масел. – М.: Химия, 1970. – 247 с.
6. *Матвеев А.С.* Влияние загрязненности масел на работу гидроагрегатов. – М.: Госсельхозиздат, 1976. – 48 с.
7. *Руководство по обеспечению чистоты и очистке авиационных топлив, масел и специальных жидкостей на предприятиях ГА.* – М.: Воздуш. транспорт, 1987. – 32 с.
8. *Духнин С.С., Эстрела-Льонис В.Р., Жолковский Э.К.* Электроповерхностные явления и электрофильтрация. – К.: Наук. думка, 1985. – 288 с.
9. *Коваленко В.П.* Загрязнения и очистка нефтяных масел. – М.: Химия, 1978. – 304 с.
10. *Халиль С.А.* Экспериментальная установка и методика разрушения водно-масляных эмульсий в квазипостоянном электромагнитном поле // Проблемы эксплуатации и надежности авиационной техники: Сб. науч. тр. – К.: КМУГА, 1998. – №2. – С. 82–87.

Стаття надійшла до редакції 14.04.03.

В.В. Гаража, Ю.П. Давиденко

Восстановление эксплуатационных свойств авиационного моторного синтетического масла "Турбо-Никоиль" в электроочистителе с поляризационным наполнителем

Рассмотрен процесс очистки масла в квазипостоянном электрическом поле. Экспериментально определены оптимальные режимы и параметры очистки синтетического моторного масла "Турбо-Никоиль" от механических загрязнений. Приведены рекомендации по выбору диапазона управляющих параметров для обеспечения нормированных значений критериев чистоты масла.

V.V. Garagha, J.P. Davidenko

Restoration of operational properties of aviation motor synthetic oil "Turbo-Nicoil" in the electric cleaner with polarizing filling

It is considered process of clearing of oil in conditionally constant electric field. It is experimentally determined optimum modes and parameters of clearing of synthetic motor oil "Turbo-Nicoil" from mechanical pollution. There are resulted recommendations at the choice of a range of managing parameters for maintenance of the normalized values of criteria of cleanliness of oil.