

УДК 629.735.03.662.75.621(045)

А.М. Соловйов, д-р техн. наук
Ж.М. Нетреба
О.Я. Кузнєцова, канд. техн. наук

ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНОГО СТАНУ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ГІДРАВЛІЧНИХ РІДИН

НАУ, кафедра теоретичної фізики

Наведено результати дослідження стану системи контролю якості гідравлічних рідин у сучасних умовах їхнього застосування та зберігання. Подано результати аналізу зміни властивостей гідравлічних рідин під час експлуатації авіаційної техніки. Запропоновано напрями удосконалення та оптимізації контролю якості гідравлічних рідин для літальних апаратів.

Вступ

Гідравлічні системи літальних апаратів функціонують як силові пристрої та приводи в механізмах випуску й прибирання шасі, гальмівних щитків, зміни форми та геометрії крила, керування двигунами та повітряними гвинтами.

Рідина являє собою один із головних конструктивних елементів гідравлічної системи, і тому від її правильного вибору залежать техніко-економічні показники цієї системи.

Рідини для гідравлічних систем можна розділити на мінеральні, синтетичні та сумішеві.

Мінеральні – це рідини, основа яких виготовлена з нафти звичайними методами.

Синтетичні рідини – це рідини, основу яких складають продукти, синтезовані під час хімічних реакцій.

Сумішеві рідини обмежено застосовують у поршневі авіації. Для гіперзвукових літальних апаратів перспективне застосування рідких металів, наприклад, лужних.

На сьогодні в цивільній авіації України використовують мінеральні гідравлічні рідини АМГ-10 та FH-51.

Гідравлічна рідина АМГ-10 виробляється в Росії, її аналог FH-51 – французькою фірмою “НІКО”.

Аналіз властивостей гідравлічних рідин

Умови експлуатації робочої рідини в гідравлічній системі такі, що вона повинна мати високі змащувальні властивості в широкому діапазоні питомих навантажень і робочих температур, оптимальну в’язкість у межах робочих температур і тиску, задовільні низькотемпературні властивості, хорошу теплопровідність, велику густину, хороші діелектричні властивості, не руйнувати матеріали та металеві деталі, не розчиняти гази, бути нетоксичною [1].

Відповідність рідини цим вимогам визначає її придатність до роботи в гідравлічних системах. Однак виконати одночасно всі вимоги під час виготовлення рідин неможливо, і тому звичайно поліпшують найважливіші властивості.

Фізико-хімічні властивості гідравлічних рідин можна розділити на експлуатаційні, фізичні, хімічні та властивості, які визначають вплив на організм людини.

Експлуатаційні властивості – це змащення, в’язкість, випаровування, низька температурна пожежонебезпека, вміст механічних домішок і води, емульсійні характеристики, стисливість, корозійна активність. До фізичних властивостей належать показник теплопередачі, розширення, діелектричні властивості, це запах і колір, показник заломлення, поверхневий натяг.

Хімічні властивості – це стабільність, сумісність з матеріалами.

Властивості, які визначають вплив на організм людини, – це токсичність і запах.

Експлуатаційні, фізичні та хімічні властивості робочих рідин оцінюються показниками якості. Контроль якості робочих рідин передбачає визначення густини при температурі 20°C, в’язкості при температурі 50°C, температури застигання, спалаху у відкритому тиглі, кислотного числа, вмісту води та механічних домішок, випробування на корозію (рис. 1).

Зміна властивостей під час експлуатації

Під час зберігання, транспортування та експлуатації на гідравлічну рідину діють різні зовнішні фактори: кисень повітря, контакт з металами, високі температури, тиск. Наслідком таких дій є зміна експлуатаційних, фізичних і хімічних властивостей рідини.

Здатність рідини зберігати свій склад і властивості під час роботи, в умовах транспортування, зберігання та в гідравлічній системі літального апарату називають стабільністю (рис. 2).

Хімічна стабільність гідравлічної рідини зумовлена окисненням її компонентів розчиненим киснем повітря або киснем, який контактує з її поверхнею. Процес окиснення являє собою хімічну реакцію між киснем повітря й органічними речовинами рідини з утворенням високомолекулярних сполук і навіть осадів [2].

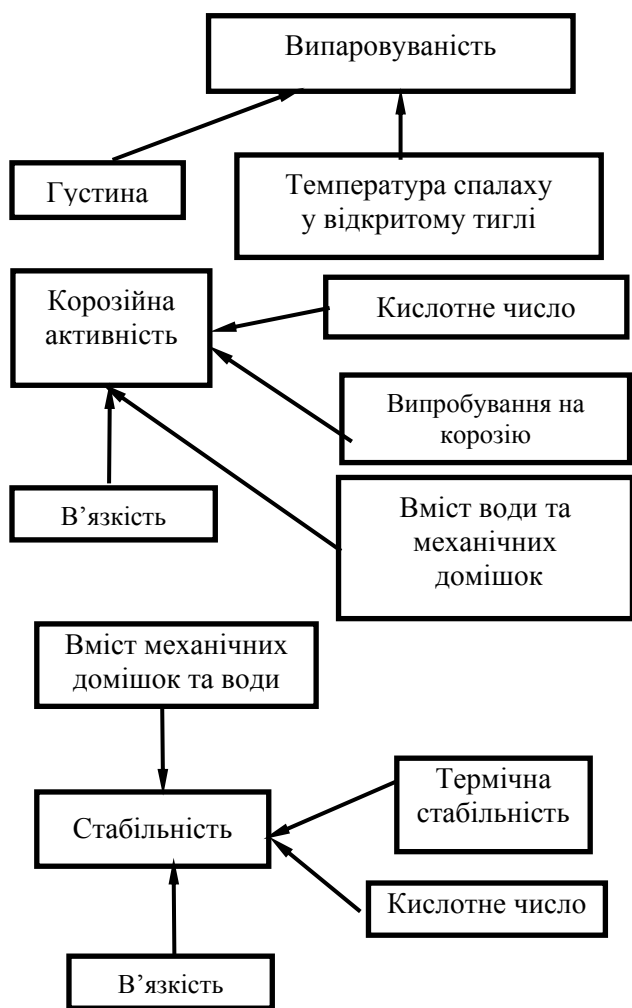


Рис. 1. Зв'язок між властивостями гідравлічних рідин АМГ-10, FH-51 і показниками якості

Термічна стабільність характеризується утворенням у рідині нерозчинених осадів, газоподібних продуктів розкладу.

При високих температурах у гідравлічній рідині протікають реакції окиснення, деструкції молекул і полімеризації ненасичених сполук, унаслідок чого утворюється тверда фаза. Термічна стабільність визначає температурний діапазон застосування робочих рідин.

Властивості робочих рідин при низьких температурах значно відрізняються від властивостей, визначених за нормальних умов. Це зумовлено тим, що частина компонентів рідини випадає у вигляді твердої фази, а також спостерігається розшарування обмежено розчинених складових частин.

При низьких температурах зменшується здатність до розчинення води і в об'ємі рідини утворюються маленькі краплинки вільної води або кристали льоду.

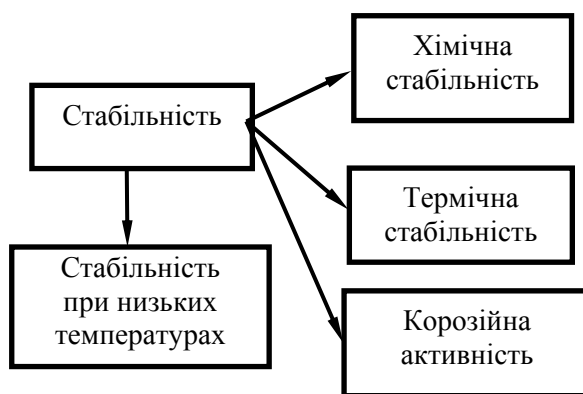


Рис. 2. Класифікація стабільності гідравлічної рідини залежно від зміни хімічних і фізичних властивостей

Корозійна активність рідини, у першу чергу, зумовлена комбінованою дією на металеві деталі гідравлічної системи літака розчиненої води, кисню, слідів органічних і мінеральних кислот, сірчанних сполук.

Кількість розчиненої води залежить від хімічної природи рідини, зовнішнього тиску, температури, атмосферної вологості. Рідини АМГ-10 та FH-51 мають обернену гігроскопічність, тобто під час зміни умов розчинення вода із розчиненого стану виділяється у вигляді мікроскопічних крапель в рідину. Обвернена гігроскопічність, незважаючи на обмежену гігроскопічність рідини, зумовлює те, що в рідині поступово накопичується доволі значна кількість емульсійної води. Під час роботи гідравлічної системи вода циркулює разом з робочою рідиною і утворюється емульсія.

Стійкі емульсії води та гідравлічної рідини утворюють в'язкий шлам, який забруднює агрегати гідравлічної системи. Емульсії переносять по системі абразивні частинки, підвищується корозійна активність гідравлічної рідини.

Контроль якості гідравлічних рідин

Експлуатаційні, фізичні, хімічні та екологічні властивості гідравлічних рідин характеризуються показниками якості. Кількісна оцінка цих показників дає змогу встановити відповідність якості рідини вимогам стандарту. Для забезпечення відповідності властивостей гідравлічних рідин щодо встановлених вимог створена система контролю якості, тобто впродовж усього "часу життя" гідравлічної рідини виконуються певні дії для забезпечення якості рідини згідно з вимогами до рівня якості.

На рис. 3 схематично показано рух гідравлічної рідини від виробника до користувача.

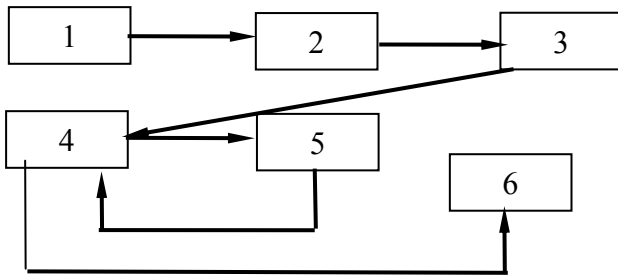


Рис. 3. Схема руху гідравлічної рідини:
1 – завод-виробник; 2 – фірма-посередник; 3 – склад ПММ; 4 – авіаційно-технічна служба; 5 – гідравлічна система; 6 – утилізація

Завод-виробник 1 через торгову фірму-посередника 2 постачає гідравлічну рідину, наприклад, французьку FH-51 на склад паливно-мастильних матеріалів (ПММ) 3 аеропорту для зберігання. Якщо на склад ПММ надходить гідравлічна рідина російського виробництва АМГ-10, тоді ланка 1→2→3 відсутня. Замість неї існує прямий зв'язок між виробником та складом 1→3.

Французька рідина FH-51 постачається в герметичних банках ємністю 15 і 20 л або в бочках ємністю 50 л.

Рідина АМГ-10 розфасована в герметичні бочки ємністю 50 л або в банки ємністю 20 л. У зв'язку з тим, що гідравлічні рідини поставляються в герметичних банках або бочках, приймально-здавальний аналіз під час приймання рідини на склад ПММ, згідно з чинними інструкціями, не виконується.

Приймально-здавальний аналіз виконується тільки в тому випадку, якщо спостерігається пошкодження ємностей, в яких рідина надходить на склад.

Під час зберігання гідравлічної рідини на складі ПММ через кожні шість місяців зберігання виконується повний аналіз якості, який складається з таких показників якості:

- густина при температурі 20°C;
- зовнішній вигляд;
- в'язкість при температурі 50° С;
- температура спалаху у відкритому тиглі;
- вміст механічних домішок та води;
- кислотне число.

Далі зі складу ПММ гідравлічна рідина відпускається авіаційно-технічній службі 4 аеропорту для заправки її в гідравлічну систему 5 літака. Ємність гідравлічної системи становить 60 л.

Через кожні 300 год нальоту авіаційно-технічна служба 4 аеропорту, в якому літак виконав посадку, перевіряє кількість гідравлічної рідини в гідробаку літака і, якщо це необхідно, дозаправляє її.

Технік авіаційно-технічної служби 4 через кожні 300 год нальоту зливає 100–200 см³ відстою з гідробаку літака і візуально перевіряє пробу на наявність механічних домішок та води.

Якщо результати такої перевірки незадовільні, тоді треба взяти пробу для виконання повного аналізу якості. За його результатами приймається рішення про заміну рідини в гідробаку літака.

Однак на сьогодні в умовах комерційних відносин між експлуатаційними службами аеропорту та авіакомпаніями, компанією-власником літака не тільки фінансуються всі необхідні випробування робочої рідини, а й замовляється кількість та перелік тестувань.

Тому здебільшого компанії-власники літака не дотримуються існуючих вимог до контролю якості гідравлічних рідин.

Аналіз відмов і порушень роботи гідросистем показує, що більше 10% їх відбувається, як наслідок, недопустимого забруднювання робочої рідини та зміни її стабільності (рис. 1).

Через 5000 год нальоту авіаційно-технічна служба зливає відпрацьовану рідину з гідробаку літака та відправляє її на утилізацію 6.

З метою виявлення динаміки зміни властивостей гідравлічних рідин під час експлуатації, для тестування в аеропортах Жуляни та Бориспіль було отримано проби гідравлічних рідин АМГ-10 та FH-51: товарні, після нальоту 3600 та 5000 год. Проби було взято з гідравлічних систем різних літаків.

Контроль якості виконано в об'ємі повного аналізу. На підставі обробки статистичних даних побудовано гістограми, які ілюструють зміну властивостей гідравлічних рідин під час експлуатації (рис. 4).

Отримані результати безперечно свідчать про протікання процесів окиснювання вуглеводнів, випаровування низькокиплячих фракцій, утворення органічних високомолекулярних сполук. Проте вважається, що ці процеси суттєво не впливають на якість рідин у гідравлічній системі під час експлуатації літального апарату або їхній вплив не призводить до виникнення нестандартних ситуацій.

Висновок

Система контролю якості ПММ, у т. ч. і гідравлічних рідин, складалася впродовж досить довгого історичного періоду як розвитку, так і становлення цивільної авіації. Можна констатувати той факт, що система контролю якості гідравлічних рідин і методи аналізу показників якості так само, як хімічний і компонентний склад, незмінні з кінця шістдесятих років минулого століття.

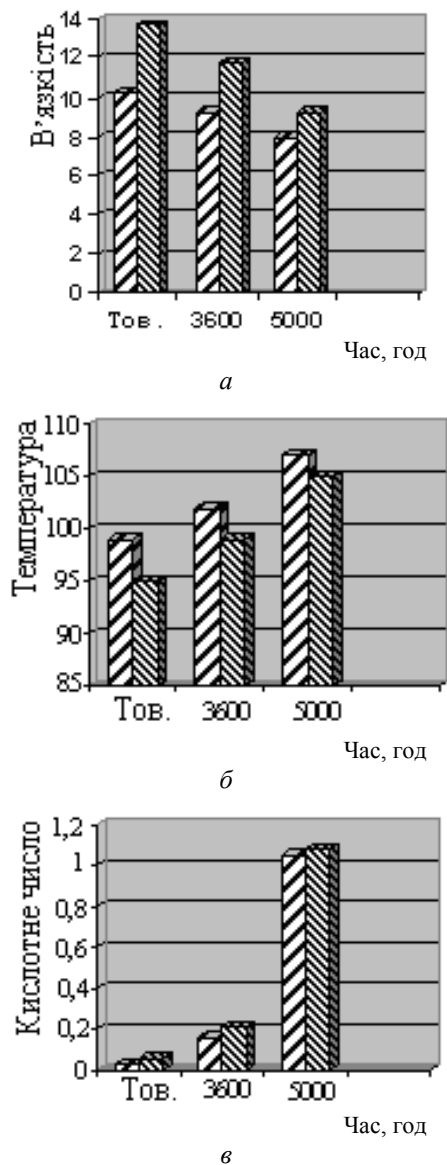


Рис. 4. Гістограма залежності кінематичної в'язкості при температурі 50° С (а), температурі спалаху у відкритому тиглі (б), кислотного числа (в) від напрацьованих годин у гідравлічній системі літака рідин АМГ-10 та FH-51:

АМГ-10; FH-51

Однак за цей час відбулося і відбувається далі удосконалення систем літальних апаратів і вимог до якості робочих рідин, які забезпечують роботу цих систем. До того ж на сьогодні зазнали суттєвих перетворень фінансові відносини та підпорядкованість у сфері взаємодії виробник ПММ – експлуатаційне підприємство (аеропорт) – авіакомпанія.

На сьогодні, на жаль, прагнення отримати більший прибуток за рахунок зниження витрат на якість переважає над звичайною відповідальністю за кінцевий результат. Як наслідок цих процесів – не достатньо уваги приділяється обґрунтуванню доцільності виконання тих чи інших аналізів якості або відмова від їх виконання у встановлені чинними інструкціями терміни. У зв'язку з цим можна виділити декілька етапів дослідження.

По-перше, досконале вивчення перетворень, які відбуваються в гідравлічних рідинах під час експлуатації, застосовуючи сучасні методи компонентного, групового, молекулярного та спектрального аналізу.

По-друге, наукове обґрунтування необхідності та періодичності визначення певних показників якості.

По-третє, вдосконалення існуючих методів контролю якості гідравлічних рідин або введення зовсім нових методів чи показників якості. У результаті таких досліджень з'являється можливість оптимізації системи контролю якості гідравлічних рідин під час їхнього застосування та зберігання.

Література

1. Аксенов А.Ф., Литвинов А.А. Химмотология авиационных специальных жидкостей. – К.: КИИГА, 1972. – 135 с.
2. Аксенов А.Ф., Литвинов А.А. Применение авиационных технических жидкостей. – М.: Транспорт, 1974.– 155 с.

Стаття надійшла до редакції 24.11.05.

Приведены результаты исследований состояния системы контроля качества гидравлических жидкостей в современных условиях их применения и хранения. Представлены результаты исследования изменения свойств гидравлических жидкостей при эксплуатации авиационной техники. Предложены направления усовершенствования и оптимизации контроля качества гидравлических жидкостей для систем летательных аппаратов.

In the work present of investigation results of the state control quality system of hydraulic liquids in the contemporary modern conditions of the consumption and storage. To present the results of investigation of change hydraulic liquids quality in the exploitation aviations technical. Propose the directions the perfection of the control quality liquids for hydraulic system aircraft.