

## РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу

**Калмикової Наталії Григорівни**

на тему «Динаміка показників якості олив у процесі експлуатації гелікоптерів  
«Airbus Helicopters H-145»»,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 161  
«Хімічні технології та інженерія», галузі знань 16 «Хімічна інженерія та  
біоінженерія»

### **1. Актуальність теми дисертаційного дослідження.**

Вивчення зміни фізико-хімічних показників якості олив у динаміці під час експлуатації авіаційної техніки є безумовно актуальним напрямком науково-прикладних досліджень, що сприяє раціональному їх використанню, покращує екологічну та економічну складову їх використання.

Детальний аналіз зміни показників якості олив під час їх експлуатації в змащувальних системах газотурбінних двигунів сприяє забезпеченню надійності і довговічності їх роботи та безпечності польотів.

Дисертаційна робота присвячена визначенню динаміки зміни основних фізико-хімічних показників якості синтетичної оливи Mobil Jet Oil 254 у процесі реальних умов експлуатації гелікоптера «Airbus Helicopters H-145» з двигунами MBW-BK117 та мінеральної оливи МК-8п, яка використовується у системах змащування військових гелікоптерів Мі-6 (двигун Д-25В, турбокомпресорна частина) за стендових умов випробування з різним напрацюванням (0, 50, 100, 150, 200, 250, 300 годин нальоту) задля оцінки їх якості та прогнозування працездатності.

### **2. Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності і новизни.**

Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані автором у дисертаційній роботі, відповідають вимогам до такого виду досліджень, ґрунтуються на узагальненні поглядів та дослідженні ідей провідних вітчизняних і зарубіжних учених, використанні системи загальнонаукових і спеціальних методів. Достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій доведена обґрунтованістю прийнятих припущень, використанням апробованих методів теоретичних досліджень, встановленням адекватності результатів теоретичних досліджень експериментальним даним. У цілому наукові результати, отримані в дисертації, є достовірними, науково обґрунтованими та доказовими.

*Наукова новизна отриманих результатів:*

На підставі теоретичних і практичних досліджень, виконаних у дисертаційній роботі:

- Вперше було досліджено та проведено порівняльний аналіз зміни основних фізико-хімічних та експлуатаційних показників якості синтетичної оливи Mobil Jet Oil 254 у процесі реальних умов експлуатації гелікоптера «Airbus Helicopters H-145» з двигунами MBV-BK117 та мінеральної оливи МК-8п, яка використовується у системах змащування гелікоптерів Мі-6 (двигун Д-25В, турбокомпресорна частина) за стендових умов випробування з різним напрацюванням (0, 50, 100, 150, 200, 250, 300 годин нальоту), що дозволяє оцінити якість змащувальних матеріалів та спрогнозувати терміни їх заміни.

- Встановлено та експериментально доведено, що працездатність та екологічність оливи Mobil Jet Oil 254 суттєво краща за МК-8п, яка застосовується для змащування підшипників турбіни та унеможлиблюється її використання для гелікоптерів Airbus Helicopters H-145 та інших, що мають єдину систему змащування для двигуна і редуктора. Застосування Mobil Jet Oil 254 може бути альтернативою в системах змащування замість МК-8п, що сприятиме раціональному використанню моторних оливо.

- Проаналізовано умови роботи оливо у газотурбінних двигунах гелікоптерів та вперше показано, що після зупинки двигуна за рахунок відсутності відводу тепла від деталей, відбувається різке зростання температури оливи у вузлах тертя до 180-200 °С, що призводить до інтенсифікації окисних процесів, зміни фізико-хімічних та експлуатаційних показників якості та впливає на терміни її заміни.

- Вперше проведено трибологічні випробування оливи Mobil Jet Oil 254 з фулереновмісними присадками та доведено недоцільність їх використання у підшипниках кочення турбіни гелікоптера як протизносних присадок за умов проведених досліджень.

- Набули подальшого розвитку експериментальними підтвердженнями теоретичні положення хімотології, які в сукупності вирішують важливе наукове завдання з теоретичного та науково-практичного обґрунтування динаміки зміни основних показників якості оливо у процесі реальних умов експлуатації гелікоптерів «Airbus Helicopters H-145».

Дисертаційне дослідження виконувалося в рамках науково-дослідної роботи (державний реєстраційний номер 0122U000513) «Зміна показників якості оливо у процесі експлуатації гелікоптерів «Airbus Helicopters H - 145» та кафедральній науково-дослідній роботі № 89/30 «Удосконалення методики розрахунку втрат бензинів внаслідок випаровування із горизонтальних 24 резервуарів». Державний реєстраційний номер: 0119U103152. Роль автора в зазначених науково-дослідних роботах, у яких дисертант був

безпосереднім виконавцем, полягає в аналізі сучасних публікацій за даною тематикою, плануванні та виконанні експериментальної діяльності, обговоренні результатів та корегуванні методик експериментальних досліджень.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання – встановити динаміку зміни основних фізико-хімічних та експлуатаційних показників якості синтетичної Mobil Jet Oil 254 і мінеральної МК-8п олив у процесі їх експлуатації в газотурбінних двигунах гелікоптерів виконано повністю, здобувачка повною мірою оволоділа методологією наукової діяльності.

### **3. Загальна характеристика структури роботи та змісту дисертаційного дослідження.**

У вступі наведено мету та завдання дисертаційного дослідження, а також обґрунтовано актуальність даної теми. Також визначено наукову новизну, сформульовано практичне значення отриманих результатів. Продемонстровано зв'язок дослідження з науковими темами. Крім того, надано інформацію про публікації автора у фахових виданнях, апробацію результатів роботи на міжнародних конференціях і конгресах.

У першому розділі проведено аналіз умов роботи синтетичних та мінеральних олив у двигунах гелікоптерів та повітряних суден, показано вплив зовнішніх та внутрішніх факторів на зміну показників якості змащувальних матеріалів.

На основі проведеного критичного аналізу умов роботи олив у двигунах виділено основні тренди наукових досліджень, а також ряд невирішених проблем та напрямків, які потребують розробки нових рішень у можливостях використання в двигунах даних змащувальних матеріалів.

На основі проведеного аналізу, було сформовано основне завдання дисертаційної роботи, а також ряд науково-технічних задач, які необхідно виконати для реалізації мети роботи, сформульовані методики проведення досліджень та алгоритм виконання задач, що вирішуються в роботі.

У другому розділі досліджено технологічні процеси виробництва синтетичної Mobil Jet Oil 254 та мінеральної МК-8п олив, досліджено технологічні схеми, вуглеводневий склад та його вплив на фізико-хімічні та експлуатаційні властивості олив. Наведено основні показники якості Mobil Jet Oil 254 відповідно до стандарту MIL-PRF-23699-HTS та МК-8п відповідно до стандарту ГОСТ 6457. Досліджено пакет присадок до олив та показано їх вплив на основні експлуатаційні властивості.

У третьому розділі досліджені методики визначення основних показників якості синтетичної та мінеральної олив, а також наведено схеми приладів та стандартизованого обладнання, що застосовувалось у лабораторних випробуваннях синтетичної Mobil Jet Oil 254 та мінеральної МК-8п олив. Усі

методики випробувань показників якості оливи Mobil Jet Oil 254 приведено до міжнародних стандартів ISO, ASTM, вказаних у паспорті якості на цю оливу, а для оливи МК-8п – ГОСТ (ДСТУ) на методи випробувань, які повністю корелюються між собою.

У четвертому розділі надано матеріал результатів досліджень динаміки зміни основних показників якості синтетичної оливи Mobil Jet Oil 254 у процесі реальних умов експлуатації гелікоптера «Airbus Helicopters H-145» та стендових випробуваннях за цих же умов експлуатації оливи МК-8п. Основні показники якості оливи, що підлягали дослідженню з різним часом напрацювання у двигуні (від 0 до 300 годин), це: густина; кінематична в'язкість; загальне лужне число; температура спалаху; колір; температура застигання (кристалізації); вміст механічних домішок та води; випаровування; трибологічні показники.

Проведені експериментальні дослідження впливу фулеренових присадок на покращення трибологічних властивостей Mobil Jet Oil 254 та МК-8п на чотирьохкульковій машині тертя показали недоцільність використання фулеренів у даних змащувальних матеріалах для підшипників кочення із-за незначного позитивного приросту трибологічних характеристик.

У п'ятому розділі проведено порівняльний аналіз та дослідження випаровуваності паливно-мастильних матеріалів, оскільки це впливає на їх втрату, в тому числі оливи, від випаровування, що в свою чергу здійснює вплив на безпеку польотів. Розроблена методика та обладнання для проведення таких випробувань, оскільки стандартами на паливно-мастильні матеріали це не передбачено.

У шостому розділі наведені рекомендації щодо застосування та впровадження результатів досліджень, проведених у дисертаційній роботі, та подальших їх апробацій.

Висновки за результатами виконання дисертаційної роботи підкреслюють наукову новизну та практичну цінність проведених досліджень.

Список використаних джерел (191 джерело) свідчить про те, що під час роботи було проаналізовано широкий спектр сучасних наукових результатів, враховуючи міжнародні бази науково-технічних досліджень.

Дисертація є завершеною науковою працею, а її оформлення відповідає встановленим вимогам МОН України.

#### **4. Дотримання принципів академічної доброчесності.**

За результатами аналізу дисертаційної роботи та публікацій автора порушень академічної доброчесності не виявлено. Елементи фальсифікації чи фабрикації тексту в роботі відсутні. За результатами перевірки на плагіат оригінальність роботи становить 93,92 відсотка.

## **5. Практичне значення отриманих результатів.**

У роботі використано значну кількість джерел інформації, наведено дані про апробацію результатів на науково-практичних конференціях та впровадження розробок автора у практичну діяльність.

Одержані в дисертаційній роботі результати є підґрунтям для ефективного використання змащувальних матеріалів у процесі експлуатації в двигунах повітряних суден та прогнозування термінів їх заміни по динаміці зміни показників якості оливи.

Практично вагомими вважаються такі результати:

- розроблено практичні рекомендації щодо заміни оливи залежно від напрацювання, аналізу зміни фізико-хімічних показників у процесі експлуатації та факторів, що найбільш впливають на швидкість зміни показників якості оливи під час її роботи у системі змащування та подальшої оцінки працездатності;

- запропоновано проводити заміну мінеральної оливи МК-8п після 150 год, за тих же самих умов експлуатації, оскільки кінематична в'язкість її зростає понад 60 %, що характеризує інтенсифікацію процесів окиснення вуглеводнів та смолоутворення, а загальне лужне число зменшується на 50 % завдяки спрацюванню лужних присадок, що призведе до зростання зносу деталей двигуна;

- подано заявку на корисну модель «Пристрій для дренажування паливних баків повітряних суден», реєстраційний номер u202304109;

- розроблено практичні рекомендації 10 Хімотологічному центру МО України щодо можливої заміни оливи МК-8п, на випадок закінчення її запасу, що застосовується для потреб військової авіації, на альтернативні синтетичні оливи Mobil Jet Oil 254, Mobil Jet Oil II, які за фізико-хімічними та експлуатаційними показниками якості перевищують останню, після проведення випробувань, передбачених Інструкції з контролю якості пально-мастильних матеріалів та спеціальних рідин у державній авіації України.

Результати дисертаційної роботи апробовано і використано у Національному авіаційному університеті, що підтверджено Актом впровадження у навчальний процес.

## **6. Мова та стиль викладення результатів.**

Дисертаційна робота написана українською мовою, сформована послідовно та доступно з використанням загальноприйнятої термінології, із урахуванням тенденцій та вимог наукових проблем галузі.

## **7. Повнота оприлюднення результатів дисертаційної роботи.**

Основні положення дисертації опубліковані у 23 друкованих працях, із них 5 – у фахових виданнях України (з яких 1 наукова праця – у періодичному

науковому виданні, проіндексованому у базі даних Scopus), 18 – матеріали і тези доповідей на конференціях.

## **8. Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.**

1. У розділі 6 «Рекомендації щодо застосування та впровадження результатів досліджень» рекомендовано проводити аналіз фізико-хімічних та експлуатаційних показників якості оливи «через визначені терміни експлуатації». Було б доцільно, враховуючи результати досліджень, конкретизувати ці часові терміни.

Також, на мою думку, твердження «Набули подальшого розвитку експериментальними підтвердженнями теоретичні положення хімотології...» у даному розділі рекомендацій зайве.

2. У розділі 2 аналізуються, зокрема, технологічні процеси виробництва оливи МК-8п, яка на сьогоднішній день і в перспективі не має підґрунтя до експлуатаційного застосування в парку повітряних суден, що зареєстровані в Україні.

Однак, проведений порівняльний аналіз зміни основних фізико-хімічних показників якості синтетичної оливи Mobil Jet Oil 254 у процесі реальних умов експлуатації гелікоптера «Airbus Helicopters H-145» та мінеральної оливи МК-8п, яка використовується у системах змащування військових гелікоптерів Мі-6, безумовно має науково-практичну цінність.

3. У списку використаних джерел літератури є незначні технічні дублювання посилань: 136 та 138; 131 та 134; 109 та 75.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

## **Висновок про дисертаційну роботу**

Вважаю, що дисертаційна робота здобувачки ступеня доктора філософії Калмикової Наталії Григорівни на тему «Динаміка показників якості олив у процесі експлуатації гелікоптерів «Airbus Helicopters H-145»» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань 16 «Хімічна інженерія та біоінженерія».

Дисертаційна робота відповідає спеціальності 161 «Хімічна технологія та інженерія» та вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.6 – 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Здобувачка Калмикова Наталія Григорівна заслуговує присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 16 «Хімічна інженерія та біоінженерія» за спеціальністю 161 «Хімічна технологія та інженерія».

Рецензент:

Професор кафедри хімії і хімічної технології  
Національного авіаційного університету  
кандидат технічних наук, доцент

*Олена МАТВЄЄВА*



*08.02.2024*