

**До спеціалізованої вченої ради Д.26.062.09
Національного авіаційного університету**

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

ШКІЛЬНЮК ІРИНИ ОЛЕКСАНДРІВНИ

«Розроблення методично-організаційних засад біологічної стабільності
авіаційного палива»,

поданої на здобуття наукового ступеня

кандидата технічних наук за спеціальністю

05.17.07 – Хімічна технологія палива і паливно-мастильних матеріалів

161 «Хімічні технології та інженерія»

Мікробіологічне пошкодження палива є серйозною економічною проблемою у сфері нафтовидобування, нафтопереробки і нафтохімії, особливо під час використання авіаційних палив. Мікробіологічні забруднення всебічно погіршують якість палива, руйнують захисні покриття поверхонь, здатні утворювати так звані біологічні плівки на поверхнях деталей, значно погіршують роботу паливної системи в цілому. Якщо з негативним впливом звичайних забруднень та води в тій чи іншій мірі успішно справляються звичайні фільтруючі елементи, то зменшити або запобігти мікробному забрудненню вони просто не в змозі. В процесі очищення забрудненого мікробами палива, звичайні фільтруючі елементи фільтрів досить швидко обростають біологічною плівкою, що призводить до різкого погіршення якості фільтрації. Особливо гостро проблема мікробіологічних забруднень в паливній системі виникає в разі багатомісячного зберігання в ній моторного пального.

Отже, тема дисертаційної роботи Шкільнюк Ірини Олександрівни безумовно є актуальною, міждисциплінарною та присвячена розробленню комплексу заходів забезпечення біологічної стабільності авіаційних палив.

На підставі актуальності обраного напрямку дослідження автор сформулював мету роботи та поставив перед собою завдання досліджень, задля виконання яких використав комплекс наукових методів досліджень: серед теоретичних методів застосовувалися системний аналіз і синтез, узагальнення, формалізація, класифікація, аналогія. Серед емпіричних – вимірювання, порівняння та експеримент із застосуванням стандартних методів дослідження фізико-хімічних та експлуатаційних властивостей традиційних і альтернативних моторних палив. З інструментальних методів аналізу використовували рідинно-адсорбційну хроматографію аналізу хімічного складу. З метою найбільш ефективного вирішення поставлених завдань застосовувались евристичні методи виявлення мікробіологічного ураження моторних палив, оброблення й упорядкування системи закономірностей, організаційних і методологічних засобів формування нового завдання щодо забезпечення біологічної стабільності авіаційних палив на основі узагальнення колишнього досвіду та випереджаючого відображення моделей майбутнього.

Усе це свідчить про високу кваліфікацію дисертанта і про те, що **наукові положення, практичне значення та висновки, висвітлені у дисертації є обґрунтованими.**

З аналізу матеріалів дисертації можна сформулювати головні висновки, а саме: запропоновано та обґрунтовано науково-методичний підхід до визначення мікробіологічного ураження авіаційного палива; визначено видовий склад мікроорганізмів-деструкторів, що здатні засвоювати вуглеводні авіаційного палива; встановлено основні закономірності та механізм біодеструкції авіаційних палив; розвинуто уявлення про мікробіологічне ураження авіаційних палив як про процес;

розвинуто теоретичне уявлення щодо мікробіологічної стабільності моторних палив; запропоновано та експериментально обґрунтовано можливість використання біохімічних колориметричних реакцій для визначення наявності мікроорганізмів в авіаційних паливах; та розроблено модель та систему моніторингу мікробіологічного забруднення авіаційних палив для прогнозування та управління ризиками та попередження ураження мікроорганізмами палива паливно-заправних комплексів і паливних систем транспортних засобів.

Структура дисертаційної роботи Шкільнюк Ірини Олександрівни складається зі вступу, 3-ох розділів, висновків, списку використаних джерел (165 найменувань) та 8-и додатків. Загальний обсяг дисертації – 166 сторінок. Дисертація містить 21 таблицю та 41 рисунок.

Достовірність наукових положень та висновків дисертаційної роботи підтверджується даними апробації, результатами експериментальних досліджень і розроблених організаційних та методичних заходів запобігання мікробіологічному ураженню авіаційних палив, а також створених практичних рекомендацій для забезпечення біологічної стабільності авіаційних палив.

Наукові положення, практичне значення та висновки дисертації логічно побудовані у контексті поставлених завдань, експериментально та теоретично обґрунтовані, патентно захищені.

Поставлені завдання досягнуто і доведено до логічного завершення, що дозволило автору одержати чотири основних наукових результатів, що характеризує новизну наукових положень, а саме:

Автором представлено нові знання про видовий склад мікроорганізмів-деструкторів, що здатні засвоювати вуглеводні авіаційного палива. Це гриби, бактерії та дріжджі. Встановлено, що найпоширенішими є гриби. Серед яких активним деструктором виявився гриб *Hormoconis resinae*.

Автором представлено механізм деструкції вуглеводнів авіаційних палив, що полягає в адаптивному ферментативному окисненні вуглеводнів. Встановлено, що мікроорганізми мають до різних вуглеводнів властивість вибіркового відношення, що визначається не тільки структурою вуглеводню, а й кількістю вуглеводневих атомів у його структурі.

Автором уперше описано деструкційний вплив мікроорганізмів-нафтодеструкторів на біокомпоненти до авіаційних палив. Експериментально доведено, що вміст біокомпонента рослинного походження у складі авіаційного палива інтенсифікує розвиток мікробіологічного ураження палив.

Автором уперше доведено можливість використання колориметричних методів для визначення наявності мікробіологічного забруднення в авіаційних паливах. Встановлено, що нінгідрінова реакція (або так звана реакція Руемана) дозволяє якісно встановити наявність мікроорганізмів у складі авіаційних палив традиційного та альтернативного походження.

Практичне значення роботи полягає у наступному:

- доведено незворотну зміну показників якості авіаційних палив унаслідок мікробіологічного ураження. Встановлено, що розвиток мікробіологічного забруднення в паливі впливає на кислотність та корозійні властивості, і обґрунтовано призводить до появи мікробіологічної корозії експлуатаційних матеріалів паливної системи, резервуарів тощо під час виконання технологічних операцій з авіаційними паливами;
- розроблено та впроваджено методику оперативного визначення вмісту мікробіологічного забруднення у складі авіаційних палив традиційного та альтернативного походження. Рівень валідації методики за внутрішньолабораторною відтворюваністю становить 98 %;
- розроблено систему моніторингу мікробіологічного забруднення паливно-заправних комплексів і паливних систем транспортних засобів;

- систематизовано чинники, що сприяють виникненню та розвитку мікробіологічного забруднення в паливних системах літальних апаратів. Для графічного відтворення причинно-наслідкових зв'язків мікробіологічного ураження та хімотологічної надійності побудовано причинно-наслідкову діаграму (*Ishikava Diagram, cause effect diagram*);
- оцінено ефективність біоцидних додатків.

Корисність, новизну та практичну значущість роботи упроваджено двома актами в навчальний процес у Національному авіаційному університеті та двома актами упровадження у виробництво в ТОВ «Дніпроавіа» (м. Дніпро) та Центр екологічної безпеки в аеропортах (м. Київ).

Основні положення роботи доповідалися та опубліковані в матеріалах міжнародних і вітчизняних конференцій, зокрема на III, IV, V, VI, VII Міжнародних науково-технічних конференціях «Проблеми хімотології» (Київ, 2008, 2010, 2012, 2014, 2017, 2019); IV Всесвітньому конгресі «Aviation in the XXI century» (Київ, 2010); Міжнародній науково-технічній конференції «Systems and means of motor transport» (Poland, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2019); Міжнародній науково-практичній конференції «Поступ у нафтогазопереробній та нафтохімічній промисловості» (Львів, 2012, 2014, 2018, 2020); Всесвітньому конгресі Petrochemistry and Chemical Engineering (USA, 2013); IX Міжнародній конференції «From Biotechnology to Environmental Protection» (Poland, 2014); XII Міжнародній науково-технічній конференції «ABIA-2015» (Київ, 2015); Міжнародному симпозиумі «International Symposium on Sustainable Aviation» (Turkey, 2015, 2016); XIX Конференції молодих учених «Science – Future of Lithuania' transport engineering and management» (Lithuania, 2016); I Міжнародній науково-практичній конференції «Високоякісні бітуми для будівництва українських доріг» (Львів, 2016).

Про корисність, новизну результатів досліджень та особистий внесок здобувача свідчать 3-и розділи монографій (2-і з них видані за кордоном), 9

статей у наукових фахових виданнях, з них 4-и статті у вітчизняних фахових наукових журналах з переліку МОН, 3-и статті у закордонних періодичних виданнях, 2-і статті у закордонних фахових виданнях, що входять до науково-метричних баз даних, 1 патент на корисну модель і 17-ти матеріалах і тезах доповідей на всеукраїнських та міжнародних наукових конференціях.

Наукові та прикладні положення дисертації пов'язані з планами наукових досліджень кафедри екології Інституту екологічної безпеки (2012–2018), кафедри хімії та хімічної технології Факультету екологічної безпеки, інженерії та технологій (2018–2020) та Українського науково-дослідного та навчального центру хімотології і сертифікації паливно-мастильних матеріалів і технічних рідин Національного авіаційного університету за технічними завданнями науково-дослідних проєктів: № 780-ДБ12 «Методологія і технологія розробки та упровадження біологічних палив і мастильних матеріалів для авіаційної техніки» (2012–2014, номер державної реєстрації 0112U002049); № 933-ДБ14 «Розробка проєкту технічного регламенту щодо вимог до авіаційного бензину, палива для реактивних двигунів» (2014, номер державної реєстрації 0114U001192); № 940-ДБ14 «Підвищення енергоощадності та екологічності авіаційної і наземної техніки впровадженням альтернативних моторних палив» (2014–2015, номер державної реєстрації 0114U001597); № 994-ДБ15 «Підвищення екологічної безпеки авіаційної техніки впровадженням альтернативних моторних палив» (2015–2016, номер державної реєстрації 0115U002469); № 1055-ДБ16 «Отримання та використання високоефективних екологічно безпечних компонентів сумішевих авіаційних палив» (2016–2017, номер державної реєстрації 0116U004631), № 182-ДБ18 «Підвищення експлуатаційних характеристик палив для газотурбінних двигунів, безпеки авіаційного транспорту та його екологічності» (2018–2019, номер державної реєстрації 0118U003369).

Загальна характеристика роботи.

У розділі 1 описано механізм біодеструкції вуглеводнів авіаційних палив. Наведено узагальнену класифікацію та проаналізовано сучасні методи визначення наявності мікробіологічного забруднення авіаційних палив.

У розділі 2 описано науково-методичні основи, теоретичні і експериментальні результати дослідження стабільності проти мікробіологічного ураження традиційних і альтернативних авіаційних палив. Представлено загальну методику виконання дослідження, досліджувані матеріали та методики виконання експериментальної роботи.

У розділі 3 створено практичні рекомендації для забезпечення біологічної стабільності авіаційних палив і збереження їх енергетичного потенціалу. Описано результати системного аналізу існуючих методів забезпечення біологічної стабільності авіаційних палив. На підставі виконаного причинно-наслідкового аналізу з використанням методу *Cause and Effect Ishikawa Diagram* було систематизовано чинники, що сприяють виникненню та розвитку мікробіологічного забруднення в паливних системах літаків. Систематизовано взаємозв'язок мікроорганізмів та спричинених ними наслідків.

Під час вивчення дисертації й автореферату у опонента виникли наступні зауваження:

1. Перший розділ перевантажений. У даному розділі бажано більше звернути увагу на існуючі методи та світові підходи, розкрити їх ключові недоліки.
2. У другому розділі: рис. 2.12 (стр. 84), рис. 2.13 (стр. 85), рис. 2.14 (стр. 88), рис. 2.15 (стр. 90), рис. 2.18 (стр. 98), рис. 2.22 (стр. 107) та в табл. 2.6 (стр. 94), табл. 2.7 і 2.8 (стр. 95) не вказані межі похибок вимірювань, що ускладнює аналіз наведених залежностей.

3. У другому розділі автором визначено, що мікробіологічне ураження авіаційних палив – це процес, що складається із трьох послідовних взаємозалежних етапів. Бажано додатково розкрити, який з перших двох етапів – адгезія мікроорганізмів з паливом або розвиток мікроорганізмів у середовищі палива – є лімітуючою стадією усього процесу.
4. У третьому розділі, додаткових досліджень вимагає встановлення ефективної концентрації біоцидного додатку. Із рис. 3.3 (стр. 120) важко зробити висновок щодо максимальної ефективної концентрації 0,1%, якщо відсутні результати досліджень з використанням проміжних точок.
5. Враховуючи практичне значення роботи, бажано було б навести розрахунки економічної ефективності запропонованих в роботі заходів по забезпеченню біологічної стабільності авіаційних палив.

Загальний висновок

На підставі вивчення дисертаційної роботи й автореферату Шкільнюк Ірини Олександрівни можна стверджувати, що дана дисертація є завершеною кваліфікаційною працею, в якій автором виконане прикладне дослідження щодо розроблення комплексу заходів забезпечення біологічної стабільності авіаційних палив.

Мета дисертації спрямована на вирішення актуального науково-прикладного завдання, спрямованого на розроблення комплексу методично-організаційних заходів забезпечення біологічної стабільності авіаційних палив.

Зміст автореферату, публікацій відповідає змісту дисертації та паспорту спеціальності 05.17.07 - Хімічна технологія палива і паливно-мастильних матеріалів.

На підставі вищевикладеного вважаю, що дана дисертація відповідає вимогам ДАК України, зокрема пп. 9, 11, 12, 13 та 14 Порядку присудження наукових ступенів (затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567 зі змінами згідно Постанов Кабінету Міністрів України від 19.08.2015 № 656 і від 30.12.2015 № 1159), а її автор **Шкільнюк Ірина Олександрівна** заслуговує присудження вченого ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.17.07 - Хімічна технологія палива і паливно-мастильних матеріалів, 161 «Хімічні технології та інженерія».

Офіційний опонент:

Докторант, старший науковий співробітник
кафедри енергетичних систем та
енергоменеджменту

Національної металургійної академії України
канд. техн. наук

Ліна КЄУШ

Підпис

Ліна КЄУШ
нагороджено системою КЄУШ 1 засвідчую

начальник відділу кадрів

В.С. Шифрін

