

*Ю.О. Вовк аспірант, О.Л. Матвеева к.т.н.  
(Національний авіаційний університет, Україна)*

## **Проблеми довготривалого зберігання альтернативних палив**

*Метою роботи було дослідження впливу мікробіологічного ураження на фізико-хімічні показники альтернативного та традиційного авіаційних палив. Експериментально встановлено, що під час заданого терміну зберігання палива кислотність та корозійність палив погіршувалися, що свідчить про негативний вплив мікробіологічного забруднення.*

### **Вступ**

Пандемія COVID-19 призвела до різних обмежень, зокрема, до загрози та стабільності безперервної діяльності авіаперевезень, внаслідок чого відбуваються порушення системи постачання палива. При великих масштабах споживання нафтопродуктів, питання підвищення ефективності авіаційної техніки, економії, якості та раціонального використання авіаційних палив набувають уже державного значення.

Через небезпечний вплив традиційних авіапалив на роботу авіатехніки забезпечення надійності агрегатів паливних систем та задовільного рівня безпеки польотів є одним з найбільш важливих завдань. Тому багато уваги приділяється якості палив, від якої залежить надійність роботи літальних апаратів [1,2].

Оскільки традиційне паливо нафтового походження для повітряних транспортних засобів негативно впливає на навколишнє середовище а його кількість за майбутніми прогностичними оцінками обмежена, світова спільнота починає впроваджувати альтернативні палива, що суттєво зменшують техногенне навантаження на навколишнє природне середовище. Важливим є також те, що гарантійний термін зберігання біопалива становить лише 3 місяці, що в умовах нерегулярності виконання рейсів може призводити до необхідності утилізації палива і, як наслідок, економічних витрат. Проте, вже є цілком загальноприйнятним, що використання альтернативних моторних палив у авіації є перспективним і потребує досліджень працездатності в експлуатаційних умовах, зокрема щодо їх здатності до окиснення, поглинання вологи та мікробіологічного ураження. Водночас, рівень забезпечення належного рівня безпеки польотів залишається і пріоритетним в галузі авіаційного паливозабезпечення.

Відомо, що під час зберігання та транспортування традиційного та альтернативного палива його якість може змінюватися. Це пояснюється тим, що відбуваються процеси кристалізації, випаровування, поглинання вологи, утворення домішок. Також хімічні перетворення відбуваються в паливі в результаті окиснення, полімеризації, конденсації вуглеводнів. Фізико-хімічні зміни якості продукту є незворотними і негативно впливають на матеріали, з якими вони контактують [2]. Ці питання, зокрема, для альтернативних палив, ще не достатньо вирішені, а тому активно вивчаються в наукових колах.

Ще однією проблемою зміни якості палив при тривалому зберіганні є його здатність до мікробіологічного ураження. Ця проблема стосується, як традиційних нафтових палив, так і альтернативних (SAF), які є ідеальним середовищем для розповсюдження мікроорганізмів, де присутнє все необхідне для їх росту (кисень, вуглець, вода, тощо) та як наслідок біодеградації палива [3].

Відомо 6 категорій альтернативних палив згідно із стандартом ASTM D7566. До них належать: FT-SPK, HEFA-SPK, SIP, FT-SPK, ATJ-SPK, CNJ. Усі вони являють собою суміш альтернативних та традиційних авіаційних турбінних палив, і перш ніж їх зможуть використовувати необхідно провести сертифікацію відповідно до ASTM [4].

Авіабіопалива не мають негативно впливати на агрегати паливної системи із міркувань безпеки польотів, тому сьогодні вивченню та дослідженню їх працездатності в реальних експлуатаційних умовах приділяється значна увага.

Мікробіологічне ураження палив найчастіше зустрічається у придонній частині резервуара, хоча іноді воно присутнє і у верхніх шарах нафтопродукту що знаходяться у ємностях та в трубопроводах [5]. Присутність водної фази в резервуарах також сприяє активному розвитку мікроорганізмів, які є однією з причин його окиснення [6]. Внаслідок збільшення кількості мікроорганізмів також спостерігається підвищення концентрації ПАВ. Таким чином сукупність таких факторів, як наявність води та мікроорганізмів є потенційною причиною корозійних процесів, що відбуваються у паливі та на поверхні технологічного обладнання.

### **Експериментальна частина**

З метою оцінки стійкості палив до мікробіологічного було проведено модельне дослідження зразків палив із зараженням мікроорганізмами, отриманими на підприємстві авіаційного паливобезпечення.

Порівняльну оцінку впливу мікробіологічного ураження на кислотність (ГОСТ 5985-79) та корозійність (ДСТУ EN ISO 2160:2012) між традиційним паливом - №1 (100%PT), рижієвим біокомпонентом - №3(100% BIOJet) та їх сумішшю (50%PT+50% BIOJet).

*Дослідження корозійної дії на мідну пластинку.* Експериментальне дослідження проведено згідно ДСТУ EN ISO 2160:2012 (EN ISO 2160:1998, IDT). Для дослідження взято заражені зразки авіаційних палив після 2 місяців зберігання (№1 (100% PT), №2 (50%PT+50% BIOJet), №3 (100% BIOJet) та № 10 незаражене PT. Пробірка №К (контроль).

Отримані результати:

- №1 - корозія мідної пластинки, 2год/100°C, клас 1; (відповідає легкому потускнінню);
- №2 - корозія мідної пластинки, 2год/100°C, клас 1b, (відповідає легкому потускнінню);
- №3 - корозія мідної пластинки, 2год/100°C, клас 1e, (відповідає помірному потускнінню);
- №10 - корозія мідної пластинки, 2год/100°C, клас 1, (відповідає легкому потускнінню).

Здатність досліджуваних зразків палив до корозійного ураження (на мідній пластинці): №1 (100% РТ) < №2 (50%РТ+50% BIOJet) < №3 (100% BIOJet) (рис.1).



Рис.1. Результати дослідження кислотності на мідній пластинці  
*a* – загальний вигляд зразків; *б* – №1- 100% РТ, №2 – 50% BIOJet+50%РТ, №3 – 100% BIOJet, №K – контроль, №10 – 100% РТ(чисте)

*Визначення кислотності.* Дослідження показника кислотності проводили згідно з ГОСТ 5985-79 (СТ СЭВ 3963-83). Дослідження проводили на початку експерименту та через два місяці.

Аналіз отриманих даних демонструє те що кислотність палив при мікробіологічному ураженні змінюється досить інтенсивно. Паливо РТ на змінило значення з 0,2 мг КОН/100 см<sup>3</sup> до 0,52 мг КОН/100 см<sup>3</sup>. Для суміші РТ та біокомпонента (50% BIOJet+50%РТ) з 1,66 мг КОН/100 см<sup>3</sup> значення зросло до 4,99 мг КОН/100 см<sup>3</sup>. Показник кислотності чистого біокомпоненту збільшився найбільше: з 3,12 мг КОН/100 см<sup>3</sup> до 8,47 мг КОН/100 см<sup>3</sup>. Контрольний зразок палива не показав змін показника кислотності (рис.2).

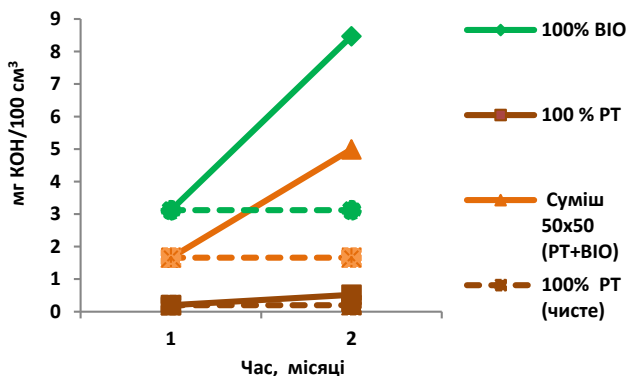


Рис.2. Зміна кислотності досліджуваних зразків

Як видно з наведених даних, кислотність палива PT змінилася на 0,32 од., що становить 38 %, суміш 50% BIOJet+50%PT змінила кислотність на 3,33 одиниці або 67%, біокомпонент BIOJet змінив кислотність на 5,36 одиниць, що відповідає 63%.

Результати дослідження за даних модельних умов показали, що PT найменш піддалося впливу мікроорганізмів, на прикладі зміни показника кислотності. Найбільшою мірою кислотність підвищилася у суміші 50%PT+50% BIOJet.

### Висновок

Загальноприйнятим є те, що додавання біокомпоненту до традиційного палива покращує його екологічні властивості, проте може погіршувати деякі фізико-хімічні показники, зокрема кислотність та корозійність, що були досліджені в ході даної науково-дослідної роботи.

В умовах невизначеності статусу регулярності авіаперевезень, викликаних вимушеними обмеженнями в країнах, нестабільність експлуатації авіатехніки протягом року робить практично неможливим забезпечення запасів авіаційного біопалива в належній якості; прогнозування об'ємів його використання протягом року теж не визначена. Для зменшення ризиків, пов'язаних із довготривалим зберіганням біопалив, необхідно збільшити гарантійний термін їх зберігання. На наш погляд, таке збільшення можливе за рахунок комплексного підходу, який би включав удосконалення технології виробництва та модифікацію палив присадками з метою покращення їх окиснювальних, антикорозійних властивостей та стійкості до мікробіологічного ураження.

## Список літератури

1. IATA FUEL BOOK, Guidance Material on Microbiological Contamination in Aircraft Fuel Tanks, 5rd edition, 2015. URL: [https://www.concawe.eu/wp-content/uploads/2017/01/1-3\\_westphal\\_lufthansa-2011-00790-01-e.pdf](https://www.concawe.eu/wp-content/uploads/2017/01/1-3_westphal_lufthansa-2011-00790-01-e.pdf).
2. O. Matvyeyeva, Y.Vovk, O.Nilov. (2021). Microbiological Contamination of Motor Fuels: Analysis and Identification in Fuelling Companies. *Proceedings of the National Aviation University*, 1(86). 49–56. <https://doi.org/10.18372/2306-1472.86.15444>
3. Technical Information Document: Microbial – Monitoring- Strategies/ October 2015. <http://www.jjgonline.com/wp-content/uploads/2018/09/TID-Microbial-Monitoring-Strategies-Oct-2015.pdf> (дата звернення: 25.08.2022).
4. Renewable Hydrocarbon Biofuels. U.S. Department of Energy - Energy Efficiency and Renewable Energy Alternative Fuels Data Center. URL: [https://afdc.energy.gov/fuels/emerging\\_hydrocarbon.html](https://afdc.energy.gov/fuels/emerging_hydrocarbon.html). (дата звернення: 25.08.2022).
5. Кривушина, А. А., Чекунова, Л. Н., Мокеева, В. Л., Полякова, А. В. Изучение микромицетов, обнаруженных в топливных баках эксплуатирующихся самолетов. Микология и фитопатология. 2016. 50(2). С. 108-114.
6. Behbahani-Pour MJ, Radice G (2017) Fuel Contamination on the Large Transport Airplanes. *J Aeronaut Aerospace Eng* 6: 200. doi: 10.4172/2168-9792.1000200.