

НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНІ ВЛАСТИВОСТІ БІОКОМПОНЕНТІВ АВІАЦІЙНИХ ПАЛИВ НА ОСНОВІ ЕТИЛОВИХ ТА ІЗОБУТИЛОВИХ ЕСТЕРІВ ЖИРНИХ КИСЛОТ

¹Національний авіаційний університет

Анотація

В роботі досліджено низькотемпературні властивості зразків альтернативних палив для газотурбінних двигунів на основі нових видів біокомпонентів. Як біокомпоненти використовували продукти естерифікації пальмоядрової олії етиловим та ізобутиловим спиртами. Показано, що ізобутилові естери жирних кислот пальмоядрової олії забезпечуть кращі низькотемпературні властивості сумішевих палив для газотурбінних двигунів.

Ключові слова: альтернативне паливо, низькотемпературні властивості, етанол, ізобутанол, пальмоядрова олія, біокомпоненти.

Abstract

The low-temperature properties of samples of alternative fuels for gas turbine engines based on new types of bio-components are investigated in this work. The products of esterification of palm kernel oil with ethyl and isobutyl alcohols were used as bio-components. It is shown that isobutyl esters of fatty acids of palm kernel oil will provide the best low-temperature properties of mixed fuels for gas turbine engines.

Keywords: alternative fuels, low temperature properties, ethanol, isobutanol, palm kernel oil, bio-components.

Вступ

Сучасна авіація є одним з основних споживачів вуглеводневого палива і, як наслідок, завдає значної шкоди навколишньому середовищу, оскільки продукти згоряння авіаційного палива є джерелом забруднення атмосфери. В даний час авіаційний сектор шукає альтернативи авіаційному паливу для газотурбінних двигунів (ГТД) на нафтовій основі, як частину зусиль, спрямованих на боротьбу зі зміною клімату шляхом зменшення викидів парникових газів, зокрема вуглекислого газу (CO₂) та забезпечення безпеки постачання за доступними цінами.

Метою даної роботи є підбір оптимальних рецептур альтернативних авіаційних палив на основі етилових та ізобутилових естерів жирних кислот з достатніми низькотемпературними властивостями.

Результати дослідження

Сучасна авіаційна техніка експлуатується в різних кліматичних і метеорологічних умовах. Діапазон робочих температур літального апарату (ЛА) дуже широкий і становить мінус 40–130 °С. Протягом одного польоту ЛА перепад температур навколишнього повітря становить 50–80 °С, а в окремих випадках може досягати 120 °С. Сучасні ЛА характеризуються великими обсягами палива, розміщеними на борту, і його витратами під час польоту, необхідністю багаторазового перекачування палива по паливній системі в ході польоту і можливість його значного охолодження і нагрівання в умовах різкого зниження атмосферного тиску при наборі висоти. Все це визначає важливість такої експлуатаційної властивості палив, як прокачуваність, зокрема за низьких температур.

Прокачуваність палива для ГТД визначається в основному його в'язкістю, а також температурою початку кристалізації. Як правило, в'язкість для всіх палив для ГТД регламентують за температур 20 і мінус 20 °С. За температуру початку кристалізації приймають максимальну температуру, за якої у

досліджуваному паливі неозброєним оком виявляють кристали нафтових та ароматичних вуглеводнів.

Особливо важливим є контроль та забезпечення достатньої прокачуваності альтернативних авіаційних палив. Адже, як відомо, у їх складі є компоненти на основі відновлюваної рослинної сировини, що завдяки своїй хімічній будові мають істотно більшу в'язкість та вищу температуру початку кристалізації.

В рамках роботи було досліджено попередньо приготуванні зразки традиційного нафтового палива для ГТД марки РТ, зразків біокомпонентів на основі етилових естерів пальмоядрової олії (ЕЕПЯ) та ізобутилових естерів пальмоядрової олії (ізоБЕПЯ), а також зразки сумішевих альтернативних палив, що містили у своєму складі нафтове паливо та біокомпоненти у кількості 10 %, 20 %, 30 %, 40 % та 50 % (об.). результати досліджень наведено у таблицях 1 та 2.

Таблиця 1

Порівняльна характеристика низькотемпературних властивостей палива для ГТД марки РТ та його сумішей з біокомпонентами на основі ізоБЕПЯ

№ з/п	Характеристика	Паливо для ГТД РТ	ізоБЕПЯ	Паливо для ГТД +10% ізоБЕПЯ	Паливо для ГТД +20% ізоБЕПЯ	Паливо для ГТД +30% ізоБЕПЯ	Паливо для ГТД +40% ізоБЕПЯ	Паливо для ГТД +50% ізоБЕПЯ
1	В'язкість, мм ² /с, за t:	2,93	20,52	4,17	5,59	8,05	8,37	10,24
	- 20 °С	2,24	10,28	2,44	2,81	3,27	3,87	4,43
	0 °С	1,56	5,69	1,69	1,91	2,06	2,45	2,73
	20 °С							
2	Температура застигання, °С	- 60	- 21	- 55	- 49	- 45	- 39	- 36

Таблиця 2

Порівняльна характеристика низькотемпературних властивостей палива для ГТД марки РТ та його сумішей з біокомпонентами на основі ЕЕПЯ

№ з/п	Характеристика	Паливо для ГТД РТ	ЕЕПЯ	Паливо для ГТД +10% ЕЕПЯ	Паливо для ГТД +20% ЕЕПЯ	Паливо для ГТД +30% ЕЕПЯ	Паливо для ГТД +40% ЕЕПЯ	Паливо для ГТД +50% ЕЕПЯ
1	В'язкість, мм ² /с, за t:	2,93	10,28 (-	4,003	4,49	4,59	5,80	6,68
	- 20 °С	2,24	11)	2,48	2,86	2,997	3,62	4,15
	0 °С	1,56	7,83	1,72	1,89	2,07	2,39	2,58
	20 °С		4,55					
2	Температура застигання, °С	- 60	- 13	- 54	- 41	- 36	- 32	- 28

Біокомпоненти на основі етилових та ізобутилових естерів жирних кислот пальмоядрової олії відрізняються значно вищими значеннями температури застигання порівняно з нафтовим паливом для ГТД (норма для яких становить не вище -47 °С). Такі високі температури застигання біокомпонентів викликають хімічною будовою молекул, тому що довжина вуглеводневого ланцюга (C₁₅-C₂₅) та спиртового радикала естерів визначає великий розмір сполук і викликає міцну взаємодію між молекулами.

Як показали результати дослідження, введення біокомпонентів підвищує температуру застигання палив для ГТД. За концентрації біокомпонентів до 20 % (об.) їх вплив на температуру застигання є

відносно незначним. За малих концентрацій біокомпонентів вони рівномірно розподілені в об'ємі вуглеводневого палива і перебувають на відстанях, недостатніх для їх взаємодії. З подальшим збільшенням вмісту біокомпонентів температура застигання збільшується і поступово наближається до характерного значення чистого біокомпоненту. Враховуючи той факт, що згідно зі стандартом, температура застигання палив для повітряно-реактивних двигунів не повинна перевищувати $-47\text{ }^{\circ}\text{C}$, ми вважаємо, що біопаливо з вмістом біокомпонента не більше 20% відповідає стандартним вимогам.

Висновки

У результаті проведених досліджень показано, що введення біокомпонентів призводить до загального підвищення температури застигання та кінематичної в'язкості зразків сумішевих альтернативних авіаційних палив. При цьому введення біокомпонентів до палива для ГТД у кількості до 20% зазначені показники цілком відповідають вимогам нормативних документів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Андійшин М.П. Газ природний, палива та оливи / М.П. Андійшин, Я.С. Марчук, С.В. Бойченко, Л.А. Рябоконт – Одеса: Астропринт. – 2010. – 232 с.
2. Порівняльна характеристика екологічних ризиків під час використання традиційних та альтернативних палив / А. К. Антропченко, А. В. Яковлева, В. О. Хрутьба, В. О. Бойченко. // Вісник Національного транспортного університету. – 2016. – №2 (35). – С. 3–12.
3. Iakovlieva A., Lejda K., Vovk O., etc. Improvement of technological scheme of fatty acids ethyl esters production for use as jet fuels biocomponents // International Journal of Theoretical and Applied Science. 2014. Iss. 11(19). P. 44–55. DOI: 10.15863/tas.2014.11.19.9.
4. Патриляк К.І., Патриляк Л.К., Охріменко М.В. та ін. Біодизельне паливо на основі етанолу та соняшникової олії // Катализ и нефтехимия. 2012. № 21. С. 100-103.

Яковлева Анна Валеріївна — канд. техн. наук, провідний науковий співробітник науково-дослідної частини, Національний авіаційний університет, Київ, e-mail: a.v.iakovlieva@ukr.net

Бошков Василь Васильович — молодший науковий співробітник науково-дослідної частини, Національний авіаційний університет, Київ.

Слесаренко Катерина Сергіївна – молодший науковий співробітник науково-дослідної частини, Національний авіаційний університет, Київ.

Московчук Максим Вікторович — фахівець науково-дослідної частини, Національний авіаційний університет, Київ.

Yakovlieva Anna V. — Cand. Sc. (Eng), leading research fellow of scientific-research department, National aviation university, Kyiv, e-mail: a.v.iakovlieva@ukr.net

Boshkov Vasyly V. — junior researcher of scientific-research department, National aviation university, Kyiv

Slesarenko Kateryna S. — junior researcher of scientific-research department, National aviation university, Kyiv

Moskovchuk Maksym V. – engineer of scientific-research department, National aviation university, Kyiv