

УДК 665.753(045)

В.О. Чугуй, к.т.н., доц.
Т.О. Іваношук, студ.
І.О. Шкільнюк, зав. від.

НОВА ПРИСАДКА ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ СТАБІЛЬНОСТІ ВУГЛЕВОДНЕВИХ ПАЛИВ

Запропоновано антимікробний полігексометиленгуанідин-гідрохлорид як біоцидну присадку для захисту авіаційних палив від мікробного забруднення. Установлено бактерицидні концентрації полігексометиленгуанідин-гідрохлориду на деякі бактерії, виділені з контамінованого палива. Вивчено вплив внесення різних концентрацій полігексометиленгуанідин-гідрохлориду у різних розчинниках на якісні показники палива.

The antimicrobial PGMG is offered as biocide additive for defence of aviation fuels from microbial contamination. The bactericidal concentrations of PGMG are set up for some bacteria separate from a contamination fuel. Influencing of bringing of different concentrations of PGMG in different solvents on the high-quality indexes of fuel is studied.

антимікробний препарат, бактерицидні та бактеріостатичні концентрації, біоцидна присадка, мікробіологічне забруднення

Вступ

Останнім часом доводиться зважати не тільки на забруднення палива твердими неорганічними та органічними продуктами, але і на наявність у паливах патогенної мікрофлори, яка погіршує експлуатаційні властивості палива та є причиною корозії паливних баків [1].

Передчасне забивання фільтрів, забруднення регулювальної апаратури можуть призвести до аварій і вимушених посадок літаків.

За даними зарубіжної статистики [2] причиною 33% усіх аварій та катастроф літаків, а також 50% відмов авіаційних реактивних двигунів стала забрудненість палива, у т. ч. й мікроорганізмами.

На сьогодні в паливних системах реактивних літаків знайдено понад 100 видів різноманітних мікроорганізмів [1].

Основні мікроорганізми, що спричиняють біопшкодження палив, – це бактерії родів *Pseudomonas*, *Nicrococcus*, *Micobacterium*, а також гриби *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Penicillum*, *Alternaria* та інші [3]. Але найчастіше у нафтопродуктах виявляють бактерію *Ps. aerugenosa* та гриб *Cladosporium resinae* „гасовий гриб”.

Біопшкодження палив спричиняються мікробіологічним ферментативним окисненням вуглеводнів з утворенням органічних кислот, які негативно змінюють якісні показники палива [4]. Основна умова розвитку мікрофлори у паливі – наявність у ньому води із залишками мінеральних солей (азоту, сіри, фосфору тощо) та оптимальна температура (25 – 40°C) [4]. Серед різноманітних видів авіаційних палив більш біостійкі – легкі дистильтані палива – бензини, а менш стійкі – гаси.

Постановка завдання

Найефективнішим засобом захисту палив від мікробіологічного забруднення є додавання біоцидних присадок, які зменшують життєдіяльність мікроорганізмів в авіаційних паливах і запобігають біокорозії паливних баків. До біоцидних присадок ставлять низку вимог, найголовніші з яких забезпечення високої ефективності дії за низьких концентрацій біоциду та відсутність корозійних властивостей.

Недоліки, які притаманні існуючим біоцидним присадкам, спонукають до пошуку нових антибактеріальних препаратів, які б могли бути використані для захисту авіаційного палива від мікробної контамінації.

Завдання цього дослідження – вивчення антимікробного препарату полігексометиленгуанідин-гідрохлориду (ПГМГ) та можливості його використання як біоцидної присадки.

Розв'язання завдання

На сьогодні є чимало методів боротьби з мікробіологічним забрудненням, а саме [4; 5]:

- зневоднення палива;
- використання бактеріальних фільтрів;
- ультрафіолетове та електромагнітне опромінення;
- центрифугування;
- агломерація з подальшою фільтрацією;
- використання іонно-обмінних смол;
- флотація;
- електрогідралічне осадження;
- обробка ультразвуком.

Останнім часом найбільш доцільним є використання біоцидних присадок.

Біоцидні присадки не повинні:

- погіршувати показники якості палив;
- шкідливо впливати на конструктивні деталі двигуна, паливорегулювальні апарати, надійність роботи фільтрів і фільтрів-сепараторів;
- бути токсичними.

Продукти згорання цих речовин не повинні спричиняти шкідливої дії на навколишнє середовище [5].

Ученими було досліджено біоцидну дію таких сполук:

- диметилдіалкіламмонійхлориду;
- диметилалкілбензіламмонійхлориду;
- солей цинку синтетичних жирних кислот;
- змішаних солей цинку і ртуті;
- оцтової і олеїнової кислот;
- трибутилоловохлориду в поєднанні з диметилалкілбензіламмонійхлоридом;
- 8-оксихіноліну;
- дисаліцилденпропандіаміну;
- 1,2-діамінопропану;
- гексаметилдіаміну;
- етилендіаміну;
- гідроксиламіну соляно-кислого;
- триметиламіну;
- н-бутиламіну.

Велику увагу розробленню біоцидних присадок приділяють у США.

Крім боревмісних, використовують сполуки з групи діацильованих алкілінденив, у яких алкілінденовий і ацилатний радикали містять від 1 до 4 атомів вуглецю, а також присадки, які містять срібло [1].

Останнім часом широкого вжитку набули комерційні препарати PFA-55MB (FS2), що являє собою монометильовий ефір етиленгліколю, та біофор F. При додаванні цих препаратів у реактивне паливо вони концентруються у воді, що контактує з паливом, та запобігають розмноженню мікроорганізмів.

Указані біоцидні присадки мають суттєві недоліки: PFA-55MB потребує внесення високих концентрацій (до 0,3%) та повторного введення під час транспортування. Біофор F може спричинити корозію на лопатях авіаційних турбін. Часто біоцидні присадки виконують комплексні функції із захисту авіаційних палив. Наприклад, PFA-55MB використовують як протидокристалізаційну присадку. Такі комплексні присадки мають переваги і найпоширеніші за кордоном. Високоєфективними біоцидами є BIOCONTROL MAR-71, Kation F тощо, але вони мають високу вартість [4]. Оскільки наведені присадки мають певні недоліки, то і сьогодні ведуться пошуки нових біоцидних присадок, які б задовольняли вимоги до них. Останнім часом в Україні інтенсивно ведуться пошуки нових ефективних біоцидів, які б мали невисоку вартість, серед речовин, які широко використовуються як антибактеріальні препарати в різних галузях.

Як біоцидна присадка ПГМГ [М.в. 5000–10000] – високостабільна, нетоксична, полімерна, добре розчинна у воді речовина, що належить до класу полігуанідинів та має біоцидні і флокулюючі властивості.

Високі антимікробні та фунгіцидні властивості зумовлені наявністю в макромолекулі гуанідинової групи: $[-\text{HN}-\text{C}-\text{NH}-(\text{CH}_2)_6-]$. Полігексометилenguанідин-гідрохлорид широко використовується у ветеринарії, харчовій, деревообробній промисловостях, медицині, для знезараження плавальних басейнів, очищення природних та стічних вод, а також для дезинфекції питної води.

Антимікробну дію ПГМГ детально вивчено стосовно широкого спектра бактерій грибів та плісняви. Висока ефективність дії на мікроорганізми різних систематичних та фізіологічних груп дає змогу використовувати один біоцид, а не композиційну суміш різних речовин, що значно знижує вартість біозахисту.

Полімерна природа ПГМГ забезпечує утворення полімерної плівки, яка довго зберігається, забезпечує пролонгований біоцидний ефект. Завдяки добрій розчинності у воді ПГМГ особливо ефективний на межі поділу вода – нафтопродукт, де розмноження мікроорганізмів найбільше [6].

Наведена характеристика ПГМГ свідчить про те, що речовина повністю відповідає вимогам, які висувають до присадок для вуглеводневих палив. Саме тому було б цікавим вивчення ПГМГ як біоцидної присадки. У зв'язку з цим було проведено низку дослідів.

З дослідного палива ТС-1, змиву з фільтра, що вийшов з ладу через забрудненість мікроорганізмами, були виділені два види мікроорганізмів, які раніше ідентифікувались як гриби роду *Cladosporium* та бактерій роду *Pseudomonas*. Під час вивчення бактерицидної концентрації препарату виявилось, що ця концентрація є різною для різних родів, а для роду *Pseudomonas* становить 0,007 %.

Оскільки ПГМГ випускається у вигляді порошку і є твердою речовиною, то першочерговим завданням дослідження був підбір розчинника, який би задовольняв вимоги, що висуваються до присадок для вуглеводневих палив. Оскільки розчинність ПГМГ у воді дуже добра, а внесена концентрація його мала, то на першому етапі був випробуваний водний 20 %-й розчин ПГМГ. Незважаючи на високу бактерицидну активність такої присадки, водні розчини негативно впливають на якість авіаційного палива, зокрема погіршують його експлуатаційні властивості. Отже, водний 20%-й розчин ПГМГ виявився непридатним для використання як присадки для авіаційного палива через невідповідність показникам стандарту, особливо за вмістом води (табл. 1).

Таблиця 1

Результати дослідження впливу 20 %-го водного розчину ПГМГ на якісні показники палива

Найменування показника	Значення показника згідно з НД	Концентрація 20 %-го розчину ПГМГ у паливі			
		0,4 %	0,8 %	1,0 %	1,4 %
Густина за температури 20°C, кг/м ³ , не менше (ГОСТ 3900)	775	795,8	779,6	799	805
Кислотність, мг КОН на 100 см ³ палива, не більше (ГОСТ 5985)	0,7	0,4	0,4	0,4	0,4
В'язкість кінематична, мм ² /с, за температури – 40 °С, не менше	16	16,4	16,9	17,8	18,6
Фракційний склад (ГОСТ 2177): температура початку кипіння, °С	Не нормується	136	134,8	132,3	131,2
10 % переганяється за температури, °С, не вище	175	164	163,2	160	158,2
50 % переганяється за температури, °С, не вище	225	191	190,5	188	187,4
90 % переганяється за температури, °С, не вище	270	219	217,5	212	210,5
98% переганяється за температури, °С, не вище	280	240	237	235,3	231
Температура спалаху у закритому тиглі, °С, не нижче (ГОСТ 6356)	28	26	23,6	21	19,7
Температура початку кристалізації, °С, не вище (ГОСТ 5066 метод Б)	–55	–53,4	–53,1	–52,8	–51,9
Вміст води	Немає	Сліди (>0,0002)	Сліди	Сліди	Сліди

На другому етапі було вивчено розчинність ПГМГ в органічних розчинниках, таких як паливо, ацетон, гексан та 96 %-й етиловий спирт. Розчинність ПГМГ вивчали отриманням концентрату, який потім вносили в паливо. Найкращу розчинність та токсикологічні показники показав

як розчинник 96 %-й етиловий спирт. З унесенням цього концентрату в паливо суттєвих змін показників якості палива не виявлено порівняно з контрольним (чистим паливом, без додавання розчину ПГМГ), тобто паливо задовольняє показники згідно з нормативною документацією (табл. 2).

Таблиця 2

Результати дослідження впливу 11,4-го спиртового розчину ПГМГ на якісні показники палива

Найменування показника	Значення показника згідно з НД	Фактичні результати	
		802	803 (з присадкою)
Густина за температури 20°C, кг/м ³ , не менше (ГОСТ 3900)	775	793	798
Кислотність, мг КОН на 100 см ³ палива, не більше (ГОСТ 5985)	0,7	0,27	0,27
В'язкість кінематична, мм ² /с, за температури – 20 °С, не менше	1,25	1,51	1,5
Фракційний склад (ГОСТ 2177): температура початку кипіння, °С	Не нормується	158	158
10 % переганяється за температури, °С, не вище	175	174	172
50 % переганяється за температури, °С, не вище	225	191,8	190
90 % переганяється за температури, °С, не вище	270	217	216
98% переганяється за температури, °С, не вище	280	233	231
Температура спалаху у закритому тиглі, °С, не нижче (ГОСТ 6356)	28	44	35
Температура початку кристалізації, °С, не вище (ГОСТ 5066, метод Б)	–55	–59	–55
Нижча теплота згорання, кДж/кг, не менше (ГОСТ 11065 та п.8.2 ГСТУ)	43100	43324	43325
Висота некіптявого полум'я, мм, не менше	25	26	30
Йодне число, г йоду на 100 г палива, не більше (ГОСТ 2070)	0,5	0,36	0,36
Масова частка ароматичних вуглеводнів, %, не більше (ГОСТ 6994)	22	15,66	15,68
Концентрація фактичних смол, мг на 100 см ³ палива, не більше (ГОСТ 8489)	4,0	1,2	1,2
Вміст води	Немає	Немає	Немає

Спираючись на отримані дані, як біоцидну присадку для авіаційного палива було запропоновано розчин ПГМГ в 96 %-му етиловому спирті. Концентрація біоцидної присадки після внесення в паливо становила 0,01 %.

Висновки

Запропоновано антимикробний препарат ПГМГ як біоцидна присадка та досліджено основні вигоди до біоцидів.

Вивчено бактеріцидні та бактеріостатичні концентрації водних розчинів ПГМГ на бактерії роду *Pseudomonas*.

Запропоновано режим унесення біоцидної присадки на основі ПГМГ в авіаційне паливо.

Показано, що внесення 0,01 % концентрату ПГМГ у паливо не впливає негативно на його якість.

У зв'язку з невисоким ступенем розчинності ПГМГ з М.в. більше 10000, рекомендовано його використання з М.в. менше 5000, без втрати ефективності.

Література

1. Пискунов В.А. Влияние топлив на надежность реактивных двигателей и самолетов / В.А. Пискунов, В.Н. Зрелов. – М.: Машиностроение, 1989 – 352 с.
2. Забезпечення чистоти авіаційних палив і паливно-мастильних матеріалів перспективними методами та засобами очищення / Є.О. Баканов, Ю.О. Бейко, Г.П. Карабцов та ін. // Вісник КМУЦА. – 2000. – № 1–2. – С. 200–208.
3. Коваль Э.З. Микродеструкторы нефтепродуктов / Э.З. Коваль, Л.П. Сидоренко // Микродеструкторы промышленных материалов. – К: Наук. думка, 1989 – С. 142–171.
4. Бойченко С.В. Забезпечення біологічної стабільності вуглеводневих палив / С.В. Бойченко, Н.М. Кучма // Вісник НАУ. – 2004. – № 4. – С. 161–164.
5. Кучма Н.М. Підвищення біологічної стабільності палив для реактивних двигунів / Н.М. Кучма // Наука і молодь. Прикладна серія. – К.: НАУ, 2004. – Вип. 4. – С. 179–182.
6. Шандала М.Г. Отчет по изучению дезинфицирующей активности средства «Биор-1» (концентрат) фирмы «Биор» (Н. Новгород) / М.Г. Шандала. – М.: Научно-исследовательский институт дезинфектологии, 1998. – 5 с.

Стаття надійшла до редакції 29.01.09.