

УДК 665

Грінько В. В., Шкільнюк І. О.
Національний авіаційний університет, Київ

МІКРОБІОЛОГІЧНА СТАБІЛЬНІСТЬ ПАЛИВ ДЛЯ ПОВІТРЯНО-РЕАКТИВНИХ ДВИГУНІВ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА РОБОТУ ПАЛИВНОЇ СИСТЕМИ

Стаття присвячена вивченню схильності вуглеводнів до мікробіологічної деструкції, так як це є значною проблемою в нафтодобуванні, нафтопереробці, нафтохімії та, особливо, під час використання нафтопродуктів. Особливо нестійкі до мікроорганізмів палива, що використовуються реактивною авіацією. Біодеструкція приносить значний економічний збиток.

З існуючих в природі 150000 видів мікроорганізмів приблизно 200 видів здатні до деструкції вуглеводнів. На сьогоднішній день вивчення проблеми біодеструкції вуглеводнів є досить актуальною, але ще мало вивченою. Дослідження показали, що мікроорганізми, які знаходяться у паливі, настільки всюдисущі та різні, настільки здатні легко пристосовуватися до умов харчування та видів нафтопродуктів, що повністю знищити їх неможливо яким-небудь способом, тому згадана проблема буде залучати постійну увагу і вимагати великих затрат.

Повітряний транспорт є одним з головних споживачів високоякісних паливно-мастильних матеріалів (ПММ). За великих масштабів споживання високоякісних нафтопродуктів, питання підвищення ефективності авіаційної техніки, якості, економії та раціонального використання авіаційних ПММ набувають державного значення. Через небезпечні наслідки відмов у роботі авіатехніки забезпечення авіаційної надійності ЛА є найбільш важливою задачею. Тому багато уваги приділяється якості ПММ, від якої залежить надійність роботи ЛА.

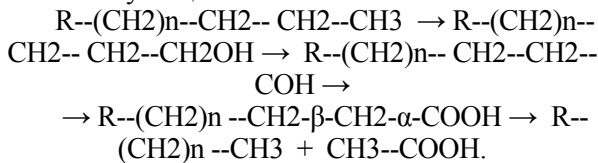
Біоценоз забруднених паливно-мастильних матеріалів представлений грибами, бактеріями та дріжджами. Різні мікроорганізми споживають різні органічні речовини, це пов'язано з тим, що кількість органічних з'єднань величезна, а вони ще й відрізняються один від одного не тільки своїми фізико-хімічними властивостями, але й реакційною здатністю. Життя мікроорганізмів тісно пов'язане із зовнішніми умовами, які можуть впливати на них чи позитивно, чи негативно, дивлячись по характеру і часу дії різних факторів. Визначальними чинниками розвитку мікрофлори в паливі є наявність води і температура. Однак у реальних умовах експлуатації та зберігання палив важко і навіть неможливо повністю звільнити від вологи, а присутність в них 0,01-0,02% води і навіть її слідів достатньо для того, щоб почалося зростання мікроорганізмів. Одні види мікроорганізмів руйнують вуглеводні з появою корозійно-активних карбонових кислот, сірководню і вуглекислого газу,

інші руйнують паливні присадки, ведуть до утворення емульсій та відділенню води.

Нафта та нафтові палива зазнають мікробіологічного ураження як при видобуванні, зберіганні і транспортуванні, так і при експлуатації.[2] Особливо нестійкі до мікроорганізмів палива, що споживаються реактивною авіацією. Життя мікроорганізмів тісно пов'язане із зовнішніми умовами, які можуть впливати на них чи позитивно, чи негативно, дивлячись по характеру і часу дії різних факторів. Вплив навколишнього середовища на мікроорганізми може бути зведено до дії трьох основних факторів: фізичних, хімічних та біологічних. Це є вплив висушування, температури, УФ- опромінення, високі тиски, дія хімічних речовин. Наприклад вплив прямих сонячних променів негативно впливає на розвиток бактерій, а от в темному місці їхній розвиток пришвидшується. Визначальними чинниками розвитку мікрофлори в паливі є наявність води і температура. При відсутності води і при низькій температурі мікроорганізми не шкідливі, вони не розвиваються, хоча можуть залишатися життєздатними дуже тривалий час, до появи сприятливих умов для свого розвитку. Однак у реальних умовах експлуатації та зберігання палив важко і навіть неможливо повністю звільнити від вологи, а присутність в них 0,01-0,02% води і навіть її слідів достатньо для того, щоб почалося зростання мікроорганізмів. Швидкість і глибина мікробіологічного окиснення нафтопродуктів залежать від їх вуглеводневого складу. Відомо, що вуглеводні, що мають лінійну будову молекул, швидше руйнуються, ніж їх розгалужені ізомери. Аліфатичні (парафінові) вуглеводні частіше менш біостійкі, ніж ароматичні. Тому і палива, що містять в основному парафінові вуглеводні, можуть руйнуватися мікроорганізмами швидше, ніж ті, що містять більшу кількість ароматичних сполук. Постійне застосування забрудненого палива призводить до серйозних наслідків. Розростаючись біомаса забиває фільтри, паливопроводи, відбувається розрідження палива і

змащувальних матеріалів, корозія металу і це може стати причиною аварій [3].

У більшості випадків мікробіологічна деструкція парафінових вуглеводнів починається з окиснення кінцевої метильної групи в спирт і, далі, через альдегід до відповідної жирної кислоти. Далі процес йде шляхом β -окиснення жирних кислот, при якому за кожен цикл ланцюжка довжина жирної кислоти коротшає на два вуглецевих атома. Як правило, ферменти, що беруть участь в цьому процесі, мають низьку специфічність і можуть брати участь в деструкції вуглеводнів з різною кількістю вуглецевих атомів.



Ознаки наявності мікрофлори в паливах для реактивних двигунів:

- Наявність у водному відстої згустків біомаси у вигляді грудок липкою слизу, утворень, схожих на войлок;
- Наявність на внутрішніх стінках баків грудок липкою слизу;
- Спучування герметика і корозійна поразка поверхні паливного бака;
- Забивання липкою масою фільтрів і сіток насосів, встановлених в баках;
- Порушення роботи паливно-вимірювальної апаратури;

• Погіршення якості палива включаючи підвищення кислотності, зміну запаху і кольору палива, забруднення зваженими частинками міцелію і слизу;

• Розвиток корозії металів в донній частини, де скупчується водний шлам, особливо на межі поділу паливо-вода і в інших місцях;

Вагомим наслідком розмноження мікроорганізмів є зміна кислотності палива, яке зростає у зв'язку з тим, що нафтодеструктори "їдять" паливо, і продуктами їх перетворень є різні кислоти. Кислотність нафтопродуктів майже завжди обумовлюється присутністю органічної чи неорганічної кислот або їх похідних. Вільні кислоти можуть утворитися і при використанні нафтопродуктів. Якщо в нафтопродукті містяться солі сульфокислот, кислих ефірів, нафтенових кислот і подібних з'єднань, то при дії високих температур або вологи (гідроліз) можуть утворитися кислі речовини мінерального характеру. Кислоти в нафтопродуктах є небажаними домішками, так як вони викликають корозію апаратури. Тому нафтопродукти повинні періодично контролюватися на вміст кислот. Кількісний вміст в нафтопродуктах кислот характеризується кислотністю. Щоб перевірити вплив біодеструкторів в паливі на зміну його кислотності ми проводили дослід, де визначали через певний проміжок часу значення кислотності. Результат наших досліджень можна побачити на графіку:

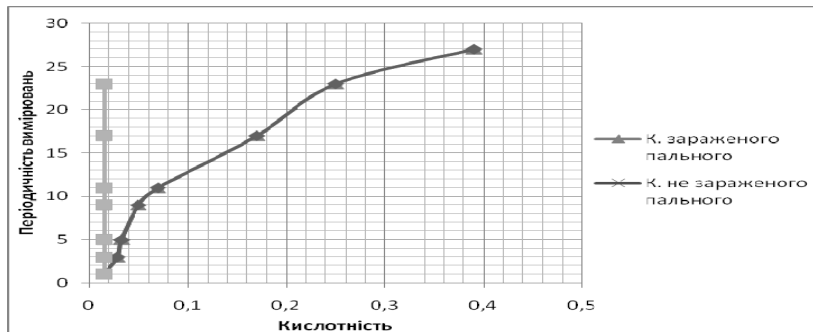


Рис.1. Характеристика зміни кислотного числа палива

З графіку видно, що від наявності мікроорганізмів залежить кислотність палива. І, отже, є потреба видаляти і захищати паливо від біодеструкторів.

Гарантувати безпеку авіаційних палив від біоуражень можуть насамперед запобігання попадання води в палива, своєчасна осушка його і видалення води з донної частини резервуарів, дотримання санітарно-гігієнічних заходів профілактики і своєчасне застосування біоцидів - антимікробних присадок. Багато десятиліть тому деякі літаки мали контейнери з радіоактивних матеріалів встановлених в паливних баках, щоб

запобігти зростанню грибів у паливі. Тим не менш, обслуговуючий персонал не може працювати всередині баків, які оброблені радіоактивними матеріалами, тому ці системи були видалені з сервісу. Однією з перших профілактичних мір мікробіологічного ураження палив є правильно організований технічний нагляд за технологічними засобами використання нафтопродуктів, оскільки ступінь забрудненості палив мікроорганізмами залежить у першу чергу від обережного ставлення до самого палива та від своєчасного догляду за комунікаціями, резервуарами та паливними системами, зокрема їх осушування. З механічних

методів захисту палив найкращим вибором є метод електромагнітного опромінювання з певною частотою радіохвиль та видалення знешкодженої мікрофлори палив за допомогою бактеріальних фільтрів. Для захисту палив від обводнення всіляко зменшують контакт з повітрям, особливо вологим, використовують осушувальні препарати типу силікагелю, фільтрацію і т.д.

Ефективним методом захисту ПММ є використання антимікробних (біоцидних) присадок, які не повинні погіршувати експлуатаційні характеристики палив.[1] Тому деякі біоциди, що застосовуються, наприклад, для захисту від біопшкоджень полімерних та інших матеріалів, виявляються непридатними для захисту палив. Є думка, що найбільш ефективним методом вважається комплексне опрацювання палива шляхом внесення інгібіторів в поєднанні з фільтрацією палива через фільтри, поверхня яких насичена тим же інгібітором. Пошук біоцидних препаратів йде на основі аналізу процесу мікробіологічного розкладання вуглеводнів. Знаючи схему процесу, послідовно перевіряючи з'єднання, можна виявити «метаболічні тупіки» - продукти токсичності для клітини, які або накопичують, або обривають процес, або направляють його іншим шляхом. У всіх випадках такі сполуки виявляють властивості активних інгібіторів мікробіологічного процесу для знезараження паливних систем і сховищ після зливу палива. Вони пригнічують життєдіяльність мікроорганізмів і запобігають біологічній корозії паливних баків. Розгляд спектру існуючих біоцидних присадок показало, що найбільш ефективними для палив для реактивних двигунів є металоорганічні сполуки, аміни, комплексні присадки з диметилдіалкіламонійхлоридом $[R_2(CH_3)_2N]Cl$, диметилалкілбензиламонійхлоридом $[R_2(CH_3)_2NC_6H_5-CH_2]Cl$ де R містить від 17 до 20 вуглеводневих атомів, а також гетероциклічні сполуки.[4] При дослідженні цих з'єднань було встановлено, що в концентрації від 0,05% і вище названі присадки пригнічують ріст усіх мікроорганізмів в паливі ТС-1. Із досліду було видно, що найбільш ефективною виявилась присадка диметилдіалкіламонійхлорид, яка при концентрації 0,05% пригнічує розвиток мікроорганізмів в паливах. Серед численних випробуваних в якості біоцидів сполук також було встановлено, що високою бактерицидною дією володіє антимікробна присадка, що містить монометилловий ефір етиленгліколю з добавкою етиленгліколю, яка раніше отримала широку популярність в якості антиводокристалізаційної присадки PFA-55MB. Оцінка мікробіоцидної дії присадки проводилась в лабораторних умовах по відношенню до мікроорганізмів, які були взяті з

паливних баків реактивних літаків, які експлуатуються в різних кліматичних зонах. Результати цих досліджень показали, що ця присадка при вмісті її у водному розчині, яке контактує з паливом, в кількості 10-12,5% повністю зупиняє розвиток мікроорганізмів. Застосування біоцидних присадок для обробки систем літаків необхідно проводити періодично. Біоцидну присадку вводять в донну фазу чи в паливо, а вона мігрує в шар "під товарної води". Біоцидні присадки не повинні погіршувати показники якості палив, характеризуватися пролонгованою дією, шкідливо впливати на конструктивні деталі двигуна, паливо регулюючі апарати; надійність роботи фільтрів і бути нетоксичними. Продукти згорання цих речовин не повинні спричиняти шкідливу дію на навколишнє середовище. У низці наукових праць зазначається, що біоцидні присадки мають бути розчинними і у паливах, і у водній товщі та знищувати мікроорганізми в обох фазах, для запобігання перехресного зараження.

Висновок: Важливо виділити, що саме експлуатаційні властивості реактивного палива залежать від наявності мікроорганізмів. Паливо, що вони уражають стає мало придатним і становить загрозу польотів. А це тому, що в результаті дії мікроорганізмів сильно погіршуються властивості палива, такі як кислотність, запах, колір. Забиваються фільтра, сітки насосів, все це може викликати відмову роботи паливної системи. Поява і розвиток біоценозу в паливах призводить до погіршення їх фізико-хімічних та експлуатаційних властивостей внаслідок зміни їх вуглеводневого складу, накопичення мікробного слизу та осадів, утворення стійких емульсій. Тому своєчасне виявлення і виділення мікроорганізмів з палива робить наше небо безпечним. Серед різноманіття методів позбавлення від мікроорганізмів найефективнішим є використання антимікробних (біоцидних) присадок, які майже повністю знищують небажані організми.

Список літератури:

1. Алиева Р.Б., Гаджиева М.А., Намазов И.И., Агаева С.Г., Абдуллаева Р.Ш. Защита нефтепродуктов от биоповреждений
2. Егоров Н.С., Вишнякова Т.П., Гречушкина Н.Н., Власова И.Д., Азова Л.Г., Мьельникова С.И. Поражаемость дистиллятных топлив микроорганизмами и их защита //136-146 с
3. Крейн С. Э., Бессмертный К. И., Немте И. Т., Гречушкина Н. Н., Влияние микроорганизмов на свойства нефтяных топлив. - Прикладная биохим. и микробиол., 1969, 5, 233-236
4. Паушкин Я.М., Работнова И.Л., Долидзе С.С. и др. Испытание антимикробного действия некоторых присадок при хранении топлив.- Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья, 1969, №10, 10-11