

УДК 665.581

*Е.А. Гончарова, М.Є. Шевченко, В.Г. Кулабухова, А.Й. Запорожець, В.О. Головенко*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОБІОЛОГІЧНОГО УРАЖЕННЯ РЕАКТИВНОГО ПАЛИВА**

**ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», м. Дніпропетровськ**

Досліджено вплив біоушкодження реактивного палива на його експлуатаційні властивості і прояви біоушкоджень при зберіганні палив. Наведено основну причину ураження палива. Виявлено, що розмноження у паливі біошкідників викликає зростання показника кислотності і наявності водорозчинних кислот та лугів, що в свою чергу обумовлює корозійну активність палива.

Нафтопродукти при зберіганні, транспортуванні та безпосередньому використанні можуть бути забруднені різними мікроорганізмами (бактерії, гриби, лишайники, водорості, вищі рослини, найпростіші та ін.). При цьому найбільш ак-

тивні збудники ушкоджень — це міцеліальні гриби та бактерії, на частку яких припадає до 20% від загального числа біоушкодження.

Повсюдне поширення мікроорганізмів, різноманітність їх ферментного апарату, здатність до

зростання в різних умовах призводять до можливості пошкодження різних, як природних, так і синтетичних матеріалів, що надає значні матеріальні збитки, а також шкоду здоров'ю людей.

Особливо нестійкі до біоураження палива для літальних апаратів. Це проявляється в погіршенні якості самих продуктів, корозії резервуарів, паливних і мастильних систем двигунів та ін.

В авіаційних паливах мікроорганізми з'являються, в основному, при транспортуванні та зберіганні. Стимулюють біоушкодження палив підвищена температура (більше 20°C), забруднення, що попадають у ємності з паливом, та присутність води.

Одним із основних руйнівників палив у баках реактивних літаків є гриб *Cladosporium resinae*. Він переважно росте на рідких вуглеводнях, а продукти його метаболізму є причиною деструкції палив. Цей гриб може розвиватися в паливних резервуарах при обмеженому доступі повітря на межі паливо–вода, при значній товщині паливного шару. Міцелій поширюється виключно у вуглеводнях. Гриб зберігає життєстійкість і у зневоднених паливах і росте при потраплянні вологи або в парах вуглеводнів. За короткий термін (1–7 діб) утворюється мікробна маса, що впливає на працездатність фільтрів, форсунок, клапанів та інших елементів конструкцій паливних систем. Підвищується кислотність палив, внутрішня поверхня ємкостей у крилах літаків виявляється ушкодженою виразковою і точковою корозією. Ушкодженню піддаються палива і паливні системи, а також наземні резервуари (сховища нафтопродуктів). При цьому спостерігаються наступні прояви біоушкоджень:

- скупчення в донній частині паливних баків і резервуарів шламу, води з різним забрудненням, бактеріального слизу;

- погіршення якості палива, включно з утворенням стійких емульсій типу вода в маслі, підвищення кислотності, зміна запаху та кольору палива, забруднення зваженими частками міцелію та слизу;

- відкладення осадів міцелію і колоній бактерій на внутрішніх поверхнях паливних систем, резервуарів, забивання опадами трубопроводів і фільтрів;

- розвиток корозії металів у донній частині, де збирається водний шлам, особливо на межі розподілу паливо–вода та в інших місцях;

- руйнування або відшарування захисних покриттів під скупченнями колоній мікроорганізмів, руйнування метаболітами ущільнюючопрокладних матеріалів та ін.

Таким чином, біоураження палив пов'язані з мікробіологічним ферментативним окиснюванням вуглеводнів з утворенням органічних кислот, що мають поверхнево–активні властивості, й емульгацією палива, а основною умовою розвит-

ку мікрофлори у паливі є наявність води, яка має мінеральні солі, та сприятлива температура (наявність лише 0,01–0,02% води в паливі досить для того, щоб почалося зростання мікроорганізмів).

Визначення біоураження палив мають здійснюватись як довготривалими методами, так і експрес-методами. До довготривалих відносять:

1. Безпосередній підрахунок клітин мікроорганізмів під мікроскопом.

2. Визначення числа живих клітин методом висіву на щільні та рідкі поживні середовища.

3. Оцінювання зростання за фізіолого-біохімічною активністю мікроорганізмів.

4. Візуальне оцінювання зростання клітин мікроорганізмів.

До експрес методів відносять:

1. Прямий аналіз біологічних забруднень із застосуванням індикаторів.

2. Непряма оцінка біологічного забруднення з використанням формальдегіда та індикатора.

В якості дослідного зразка прийнято паливо ТС-1. Всі дослідження проводились згідно вимог нормативної документації [1].

Визначення біоураження виконувалось за методикою [2,3], запропонованою Бойченко С.В.

Сутність методу полягає в тому, що досліджуваний зразок і розчин нінгідрину розміщують на предметному склі, накривають іншим склом (для виключення контакту біосфери з атмосферою) і нагрівають у полум'ї спиртівки. Нагрівання триває не більше 30 с до появи фіолетового кольору, що свідчить про наявність мікроорганізмів.

Досліджено 6 проб палива ТС-1. Одна проба була прийнята як контрольна (без біоушкодження).

Зразки 1–5 мали різний рівень біоушкодження грибом *Cladosporium*. Дослідження здійснювались за наступними показниками:

- випробування на склі;
- зовнішній вигляд;
- густина при 20°C, кг/м<sup>3</sup>;
- температура спалаху в закритому тиглі,

°C;

- кислотність мг КОН/100 см<sup>3</sup> палива;

- в'язкість кінематична при 20°C, сСт;

- вміст смол, мг/100 мл;

- вміст водорозчинних кислот і лугів;

- фракційний склад.

Результати досліджень надані в таблиці.

За даними таблиці можна зробити наступні висновки:

- наявність біоушкоджень впливає на фізико-хімічні та експлуатаційні показники властивостей палива;

- більшість показників таблиці змінюється в межах допустимої похибки за вимогами ДСТУ;

- найбільші зміни спостерігаються за показниками кислотності та наявності водорозчин-

Результати лабораторних досліджень фізико-хімічних властивостей зразка якісного та біоушкодженого палива

Показник	Паливо ТС-1					
	контроль	зразок 1	зразок 2	зразок 3	зразок 4	зразок 5
Випробування на склі	Відсутність фіолетового забарвлення	Наявність фіолетового забарвлення	Наявність фіолетового забарвлення	Наявність фіолетового забарвлення	Наявність фіолетового забарвлення	Наявність фіолетового забарвлення
Зовнішній вигляд	Прозора чиста рідина без домішок, вода та механічні домішки відсутні	Прозора рідина з тонкою плівкою міцелію на поверхні	Прозора рідина з тонкою плівкою міцелію на поверхні	Прозора рідина з тонкою плівкою міцелію на поверхні	Прозора рідина з тонкою плівкою міцелію на поверхні	Прозора рідина з тонкою плівкою міцелію на поверхні
Густина при 20 <sup>0</sup> С, кг/м <sup>3</sup>	783	782	783	782	782	783
Температура спалаху в закритому тиглі, <sup>0</sup> С	43	43	43	42	43	42
Кислотність, мг КОН на 100 см <sup>3</sup> палива	0,56	12,3	12,5	11,9	12,3	12,5
В'язкість при 20 <sup>0</sup> С, сСт	1,43	1,42	1,43	1,42	1,43	1,43
Вміст смол, мг/100 мл	2,5	3,5	4,0	4,0	3,5	3,5
Вміст водорозчинних кислот і лугів	відсутність	наявність	наявність	наявність	наявність	наявність
Фракційний склад, <sup>0</sup> С:						
початок кипіння	149	151	149	151	150	150
10% переганяється	159	162	160	158	158	159
50% переганяється	178	177	178	180	179	178
90% переганяється	211	211	213	214	210	211
98% переганяється	232	235	231	234	233	232

них кислот та лугів (ВКЛ).

Слід відзначити, що підвищення кислотності та ВКЛ викликає швидке зростання корозійної активності палива, що негативно впливає на його експлуатаційні властивості.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Нефтепродукты*. Методы испытаний. В 2 частях. – М: Изд-во стандартов, 1987. – Ч.2. – 392 с.
2. *Бойченко С.В., Кучма Н.М.* Методи оцінки біологічного забруднення нафтопродуктів // Вісник НАУ. – 2004. – № 3. – С.102-106.
3. *Бойченко С.В.* Методика визначення мікробіологічного забруднення палива. Документація. – К.: НАУ, 2008. – 34 с.

Надійшла до редакції 29.04.2013