

РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ

УДК 629.73: 662.75.017.1.03(045)

ВПЛИВ ОБВОДНЕННЯ РЕАКТИВНОГО ПАЛИВА НА ЙОГО ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ

МАТВЄЄВА О. Л.¹, к.т.н., доц., ЛЕГЕНЧУК О. В.¹, студ.,
КОПИЛЕНКО А. В.¹, к.т.н., доц., ТИМОНІН О. М.², к.т.н., доц.

¹ Національний авіаційний університет

² Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

Розглянуто проблему зміни якості вуглеводневого палива внаслідок їхнього обводнення під час експлуатації. Показано, що на сучасному етапі проблема фізико-хімічних змін у паливі під час експлуатації вирішена не повністю й потребує подальших досліджень.

Вступ

Дефіцит власних енергоресурсів у нашій країні обумовлює її залежність від країн-імпортерів. Тому необхідно по-новому підійти до питань удосконалення паливних технологій і модернізації виробництва, а також раціонального використання нафти та нафтопродуктів.

Останнім часом у світі відбулася значна кількість авіакатастроф, спричинених незадовільним технічним станом літаків. Забезпечення безпеки польотів, а також надійності й довговічності роботи паливних систем і газотурбінних установок літаків буде неможливим, якщо не приділяти уваги якості авіаційного палива.

Ефективність, надійність і довговічність роботи двигуна, токсичність вихлопних газів прямо пов'язані з якістю паливно-мастильних матеріалів. Використання високоефективного палива збільшує ресурс роботи двигуна і зменшує викиди шкідливих речовин у навколишнє середовище, застосування некондиційного палива дає зворотний ефект. Економічні збитки від застосування некондиційних нафтопродуктів не піддаються точному обліку, проте, навіть за найскромнішими підрахунками, становлять багато мільйонів гривень.

Одним із беззаперечних чинників надійності роботи паливних, гідравлічних і масляних систем і довготривалості безвідмовної роботи їхніх агрегатів є високий рівень чистоти робочих рідин [1, 2].

Впровадження в експлуатацію новітньої авіаційної техніки, встановлення більш жорстких вимог міжнародних авіаційних організацій до чистоти робочих рідин і споживання великих обсягів авіаційного палива залишає проблему забезпечення його чистоти відкритою.

Під час експлуатації тільки на шляху від нафтопереробного заводу до літака авіапаливо може декілька разів переливатися з резервуарів у транспортні ємкості, із них знову перевантажуватися в резервуари і перекачуватися в інші, перебуваючи під негативним впливом особливих умов транспортування й зберігання. Усе це може призвести до погіршення якісних показників авіапалива, у першу чергу, втрати певної частини легких фракцій від випаровування, а також внаслідок «дихання» резервуарів, забруднення механічними домішками і водою тощо [3, 4].

Під час довготривалого зберігання, якщо температура вища за 0 °С, в авіапаливі можуть розмножуватися мікроорганізми. Їхні колонії найчастіше виникають на межі поділу фаз авіапаливо – вода, у відстійній зоні, у підтоварній воді. Біологічні забруднення у вигляді желеподібної маси міцно утримуються на внутрішніх поверхнях трубопроводів, фільтрів, агрегатів і значно погіршують якість нафтопродуктів.

Під час експлуатації авіаційне паливо так чи інакше контактує з повітрям. Оскільки повітря завжди містить вологу, відбувається обводнення палива, внаслідок чого його експлуатаційні властивості погіршуються. Попри наявність широкого спектру технічних заходів щодо вирішення даної проблеми на підприємствах із забезпечення паливом, проблема обводнення палива, на жаль, залишається актуальною.

Виклад основного матеріалу

Як відомо, розчинність води в паливі залежить від хімічного складу й зовнішніх умов експлуатації. Найменше води розчиняється в алканових вуглеводнях, найбільше – в ароматичних. Із підвищенням молекулярної маси всіх вуглеводнів розчинність води в них зменшується (цей ефект найпомітніший для

ароматичних вуглеводнів). Розчинність води в паливі в присутності гетероорганічних сполук підвищується. Найбільше розчиняється води в бензині, розчинність води в реактивному паливі є дещо меншою.

На обводнення палив окрім хімічного складу впливають і зовнішні чинники, головними з яких є вологість середовища, що контактує з паливом, температура, тиск, площа поверхні й товщина шару нафтопродукту, інтенсивність руху газового середовища над паливом.

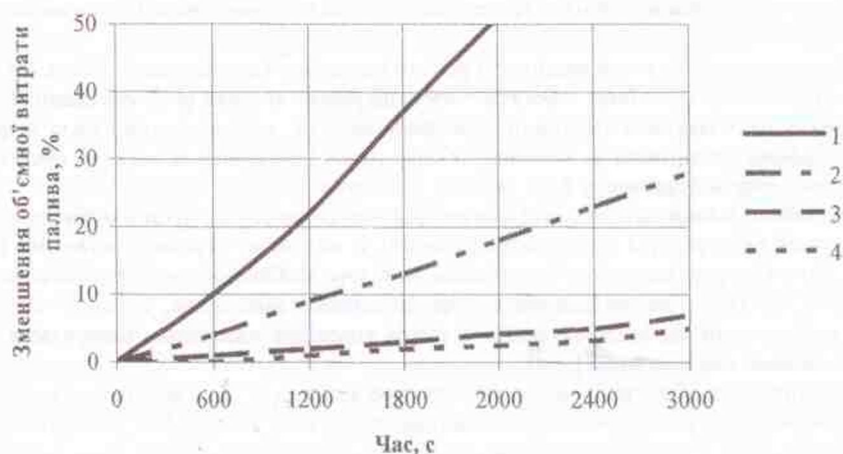
В умовах зберігання, коли температура повітря підвищується, на поверхні холодного палива може конденсуватися або сублимуватися атмосферна волога. Осадження крапель води, а також стікання конденсату зі стінок резервуара призводить до накопичення вільної води. В умовах експлуатації розчинена в паливі вода може переходити в інші фазові стани: емульсійну й вільну воду, кристали льоду, конденсат та інші в надпаливному просторі резервуара.

Потрапляючи в авіаційне паливо, вода погіршує його низькотемпературні властивості (знижує прокачуваність і підвищує температуру початку кристалізації), знижує термоокиснювальну стабільність, підвищує корозійну активність, сприяє збільшенню забруднення механічними домішками й продуктами окиснення, а також мікроорганізмами, погіршує протиспрацьовувальні властивості. За наявності води знижується теплота згорання палив, погіршується розпилювання й випаровування під час горіння.

Як свідчать дослідження [5], вода, що міститься в паливі, значно погіршує прокачуваність і фільтрованість палив за умови низьких температур, що пояснюється закупорюванням пор фільтраційних елементів кристалами льоду. Зі зниженням температури палива нижче 0 °С мікрокраплини води, що містяться в ньому, замерзають, утворюючи кристали льоду. У табл. 1 наведено експериментальні дані щодо впливу обводнення палива на його низькотемпературні властивості, а на рис. 1 – щодо впливу води на фільтрованість палива ТС-1 за умови низьких температур. Слід зазначити, що зневоднені палива можуть мати добру фільтрованість навіть за температури, значно нижчої, ніж температура початку кристалізації. Проте, за наявності невеликої кількості води в паливі в разі її замерзання кристали льоду є центрами кристалотворення для вуглеводнів із високою температурою плавлення.

Таблиця 1 – Вплив води на низькотемпературні властивості палива

Паливо	Температура, °С		
	помутніння	початку кристалізації	замерзання
ТС-1 (зневоднене)	-52,3	-63,2	-64,0
ТС-1 (із 0,008 % вільної води)	-41,7	-62,0	-63,1



1 – 0,011 % води при мінус 56 °С; 2 – те саме при мінус 33 °С;
3 – зневоднене при мінус 56 °С; 4 – те саме при мінус 33 °С

Рис. 1 – Вплив води на фільтрованість палива ТС-1

Прокачуваність обводненого палива за низької температури також є значно гіршою порівняно із зневодненим. Утворені кристали льоду й вуглеводнів погіршують рух палива в трубопроводах, спричинюючи ефект, схожий на той, що спостерігається з підвищенням густини рідини. Зі збільшенням діаметру трубопроводів вплив цього ефекту зменшується, проте фіктивне підвищення в'язкості палива залишається досить помітним.

Дослідження впливу на змащувальні властивості палива розчиненої води в кількості, близькій до межі насичення в інтервалі температур 30...300 °С, що здійснювали з парами тертя сталь ХВГ – сталь ШХ15, сталь ШХ15 – сталь ШХ15, сталь Х12М – сталь ЭИ347Ш, бронза БРОФ7-02 – сталь Х12Ф1, свідчать [19]: коли в паливі міститься понад 0,008 % ваг. розчиненої води, його протиспрацьовувальні властивості погіршуються, хоча протизадирні – майже не змінюються. Проте за наявності в паливі емульсійної води, значно погіршуються як протиспрацьовувальні, так і протизадирні властивості. У першому випадку відіграє роль зниження в'язкості палива з розчиненням у ньому води, у другому – мають місце розриви змащувальної плівки і виникнення сухого тертя.

У присутності води значно підвищується здатність реактивного палива до окислення і накопичення забруднень у вигляді нерозчинного осаду. Істотніше за все впливає на ці процеси вода, що міститься в паливі у вільному стані у вигляді емульсії чи відстою. На рис. 2 наведено дані щодо змін показників якості палива ТС-1 під час його окислення сухим і вологим повітрям. Ці дані свідчать, що за наявності вологи в паливі окислювальні процеси розвиваються інтенсивніше, що призводить до утворення органічних кислот, фактичних смол і нерозчинних осадів. Слід зазначити, що перевищення нормативних допустимих значень за цими показниками спричинює відбракування палива.

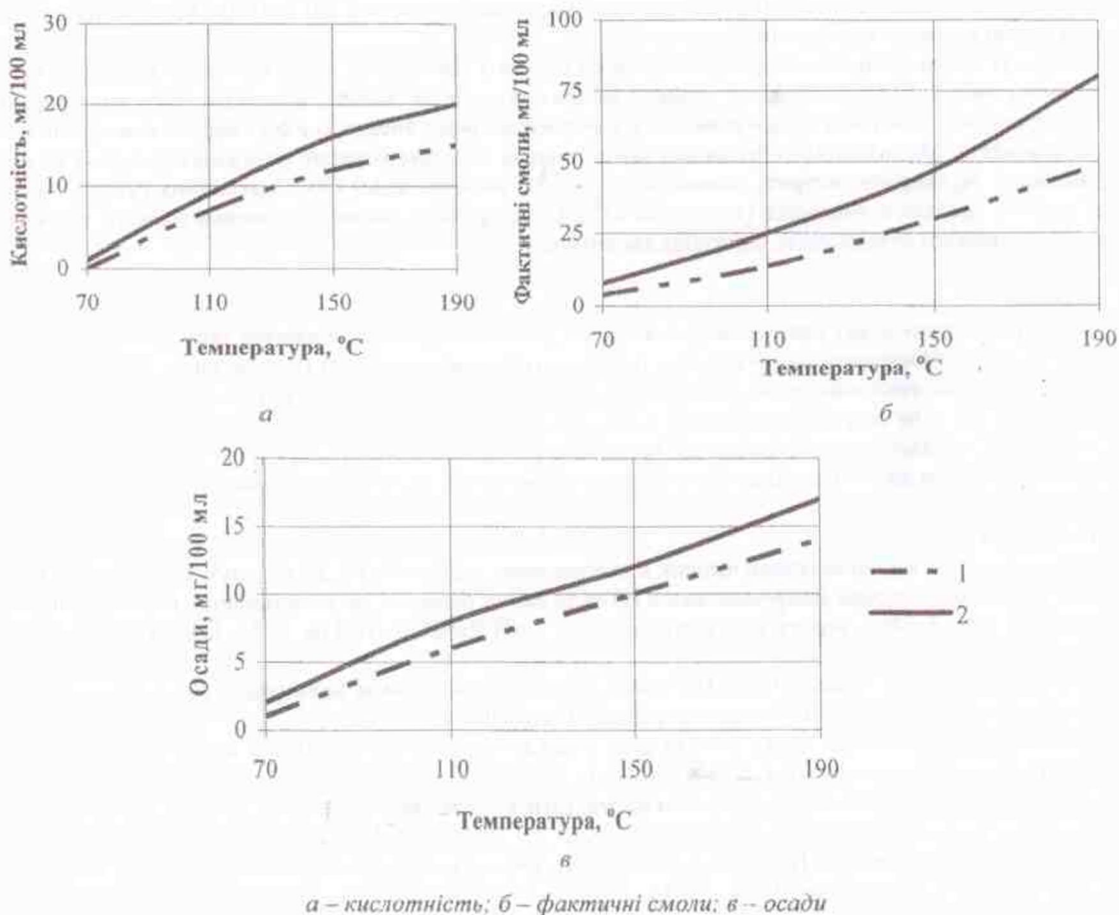


Рис. 2 – Залежність зміни показників якості палива ТС-1 від температури при контакті із сухим (1) і вологим (2) повітрям

Вплив води на зниження якості палив обумовлений тим, що вода реагує з речовинами, що містяться в паливі, а також спричинює електролітичну дисоціацію його неорганічних складових, у першу чергу, сполук сірки. Це призводить до інтенсифікації реакцій окислення, що відбуваються в паливі, продуктами яких є смоли і нерозчинні осадки. Одночасно вода сприяє утворенню продуктів корозії.

У присутності води пришвидшується коагуляція та ущільнення первинних продуктів окислення, що перебувають у паливі у вигляді розчину. Вільна вода у паливі прискорює процес коагуляції, пов'язаний

із високою поверхневою енергією, що мають мікрочапляє води, завдяки чому дрібнодисперсні частинки смолистого характеру, що випали з розчину і мають розміри до 1 мкм, збираються на поверхні крапель води, де асоціюються з неорганічними частками, які потрапили у паливо. Подальше укрупнення частинок спричинює появу осаду.

Недопущення обводнення палива в умовах зберігання переслідує такі цілі: запобігання надходженню емульсійної й вільної води до пунктів видавання; зниження вмісту розчиненої води в паливі; запобігання утворенню конденсату та інею, а також накопиченню вільної води в резервуарах.

Найдійовішими заходами, спрямованими на недопущення обводнення авіаційного палива, є запобігання його контакту з навколишнім середовищем і дегазація рідкої фази. Якщо паливо під час зберігання й використання буде перебувати в інертному середовищі, то обводнення не відбудеться. Також будуть відсутні й процеси окислення. Проте на практиці такий підхід до вирішення проблеми не знайшов широкого застосування. Ефективним може бути метод, відповідно до якого повітря, що надходить до резервуара, осушують. Для цього перед клапаном на резервуарах рекомендують встановлювати осушувачі повітря.

Одним із методів, що дозволяє запобігти накопиченню відстійної води в реактивному паливі, є застосування присадок, що запобігають її виділенню. Такими присадками є «Амікром» (продукт синтезу діетаноламіну та олеїнової кислоти) або вторинний високомолекулярний амін [6]. Це перспективні присадки на основі поверхнево-активних речовин.

Заслугує на увагу оброблення вуглеводневого палива в магнітному полі. Обробка в зовнішніх магнітних полях змінює велику кількість фізико-хімічних показників палива, внаслідок чого змінюються його експлуатаційні властивості. Доказом цього є результати робіт вчених із РФ і Національного авіаційного університету. Магнітне оброблення моторного палива збільшує корисну потужність двигуна не менше, ніж на 15 %, скорочує витрату палива на 15...20 %, зменшує вміст CO у вихлопних газах у середньому на 50 %, твердих вуглеводнів (золи) – на 40 %. Спостерігають також підвищення повноти згорання й термокиснювальної стабільності, зниження кислотності.

Висновки

На підставі аналізу стану проблеми з'ясовано, що обводнення палива в умовах експлуатації відбувається постійно, що призводить до погіршення його якості й нераціонального використання.

Показано, що на сучасному етапі проблему фізико-хімічних змін у паливі під час експлуатації повністю не вирішено, і вона потребує подальших досліджень.

Заслугує на увагу метод оброблення вуглеводневих рідин у магнітному полі як спосіб зміння енергоємності палива для покращання його експлуатаційних та екологічних властивостей.

Література

1. Матвеева О. Л. Хімотологічний чинник в забезпеченні надійності ГТД / Зб. наук. пр. «Сучасні процеси механічної обробки інструментами з НТМ та якість поверхні деталей машин». Серія Г «Процеси механічної обробки, верстати та інструменти» / НАН України, ІНМ ім. В. М. Бакуля. – К., 2003. – С.320-326.
2. Тимиркеев Р. Г., Сапожников В. М. Промышленная чистота и тонкая фильтрация рабочих жидкостей летательных аппаратов. – М.: Машиностроение, 1986. – 152 с.
3. Матвеева О. Л., Столінець С. Л. Дослідження зміни якості реактивних палив в експлуатаційних умовах // Проблеми техніки. – 2004. – № 3. – С.70-74.
4. Матвеева О. Л., Столінець С. Л. Проблеми чистоти вуглеводневих палив в процесі експлуатації // Проблеми техніки. – 2004. – № 4. – С.71-76.
5. Рыбаков К. В., Жулдыбин Н. Н., Коваленко В. П. Обезвоживание авиационных горюче-смазочных материалов. – М.: Транспорт, 1979. – 181 с.