

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний авіаційний університет

АЛЬТЕРНАТИВНІ АВІАЦІЙНІ ПАЛИВНО- МАСТИЛЬНІ МАТЕРІАЛИ

Лабораторний практикум
для здобувачів вищої освіти
ОС «Бакалавр» спеціальності
161 «Хімічні технології та інженерія»

Київ 2022

УДК

Укладачі:

О.Л. Матвєєва – канд. техн. наук, професор кафедри;

О.С. Тітова – канд. хім. наук, доцент кафедри;

Ю.О. Вовк – аспірант кафедри;

Т.І. Кирик – асистент кафедри

Рецензент *Т. В. Дудар* – докт. техн. наук, завідувач
кафедри екології Національного авіаційного університету

*Затверджено науково-методично-редакційною радою
Національного авіаційного університету (протокол № від .
.2022 р.).*

А

Альтернативні авіаційні паливно-мастильні матеріали:
лабораторний практикум /уклад.: О.Л. Матвєєва, О. С. Тітова, Ю.О.
Вовк, Т.І. Кирик. – К.: НАУ, 2022. – 56 с.

Містить навчально-практичний матеріал до виконання
лабораторних занять з дисципліни «Альтернативні авіаційні
паливно-мастильні матеріали».

Для здобувачів вищої освіти ОС «Бакалавр» спеціальності 161
«Хімічні технології та інженерія».

ВСТУП

Метою викладання дисципліни є вивчення та ознайомлення здобувача освіти зі асортиментом альтернативних авіаційних паливно-мастильних матеріалів (далі ПММ), особливостями їх складу, контролем якості та застосування в експлуатаційних умовах.

В результаті опанування навчальної дисципліни «Альтернативні авіаційні паливно-мастильні матеріали» здобувачі вищої освіти мають знати: асортимент альтернативних авіаційних палив; вимоги забезпечення безпеки польотів при їх експлуатації; вимоги ІСАО, ІАТА щодо якості авіаційних палив; міжнародний асортимент авіаційних бензинів та вимоги до їх якості; проблеми та перспективи розвитку впровадження водневих технологій на авіаційному транспорті та забезпечення безпеки польотів. Вміти: проводити якісний аналіз палив для авіаційної техніки згідно нормативних вимог; оцінювати екологічні властивості палив за стандартними методиками; аналізувати потенційні зміни якості альтернативних авіаційних ПММ в умовах експлуатації та їх вплив на забезпечення високого рівня безпеки польотів повітряного судна.

Лабораторний практикум з дисципліни «Альтернативні авіаційні паливно-мастильні матеріали» призначено для здобувачів освіти спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» з метою поглиблення знань та вмінь у галузі застосування паливно-мастильних матеріалів в авіаційній галузі.

Лабораторні роботи мають сприяти активному засвоєнню теоретичного матеріалу навчального курсу та навчити аналізувати особливості застосування альтернативних ПММ на авіаційному транспорті.

В лабораторному практикумі приділено увагу дослідженню та оцінці фізико-хімічних, експлуатаційних та екологічних показників асортименту сучасних палив, олив та їх альтернативних аналогів, які мають забезпечити екологічність, експлуатаційну надійність та пожежовибухобезпечність їх функціонування. В роботі приділено увагу оцінці мікробіологічного забруднення палив, що є нагальною проблемою сьогодення на підприємствах паливозабезпечення. Також подано навчальний матеріал із біотестування стічної води, забрудненої паливно-мастильними матеріалами із відновлювальної та не відновлювальної сировини, що дозволяє оцінити екологічні властивості альтернативних палив та олив.

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ПІД ЧАС РОБОТИ В ЛАБОРАТОРІЯХ З ХІМІЧНИМИ РЕАГЕНТАМИ

Загальні вимоги до лабораторних приміщень

1.1 Лабораторії по роботі з ПММ мають бути розташовані в спеціально спроектованих і побудованих за типовим проектом будівлях, не нижче III ступеню вогнестійкості.

1.2 Приміщення лабораторій повинні мати:

- підлогу із незаймистих чи важкозаймистих матеріалів, які не поглинають рідину;
- двері, що вільно відчиняються та виходять на коридор приміщення, із якого, в свою чергу, є не менше двох виходів назовні.

1.3 Лабораторії ПММ мають бути підключені до всіх інженерних комунікацій інженерного забезпечення (тепломережі, мереж електрогазообладнання, водопровідної і каналізаційної мережі).

1.4 Електронні мережі й електрообладнання, які використовують в лабораторії, повинні відповідати вимогам діючих “Правил обладнання електроустановок”, “Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів” і “Правил техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів”.

1.5 Елементи силової й освітлювальної мережі повинні бути у вибухобезпечному виконанні та відповідати класу приміщення.

1.6 Обладнання і прилади, які мають електроживлення, а також металеве покриття і бортики лабораторних столів, потрібно заземлювати. Проводка до них виконується кабелем, захищеним від механічних пошкоджень під час прокладання по підлозі.

1.7 Штепсельні розетки і вимикачі рекомендується розміщувати ззовні витяжних шаф і на торцевій стороні столів чи інших лабораторних меблів.

1.8 Усі робочі приміщення лабораторії ПММ повинні бути обладнані загальною і місцевою припливно-витяжною вентиляцією з механічним приводом, яка забезпечує необхідну кратність повітрообміну. Електродвигуни і вентилятори, які застосовують у витяжній вентиляції, повинні бути вибухобезпечними.

1.9 Газова мережа лабораторії повинна мати загальний кран, який дозволяє припинити подачу газу в усі робочі приміщення.

1.10 Газові крани робочих столів і витяжних шаф мають бути розташовані перед їх передніми краями так, щоб уникнути можливості випадкового відкриття.

1.11 Подача газів від балону у газову мережу лабораторії здійснюється тільки через редуктор пониження тиску з манометром.

1.12 Ємності з газами і рідинами під високим тиском повинні мати клеймо із терміном планової перевірки.

1.13 Лабораторні меблі для робіт з вогнем, вибухонебезпечними і агресивними речовинами мають бути покриті незаймистими протикорозійними матеріалами і мати відбортуння.

1.14 Приміщення лабораторії мають бути обладнані первинними засобами пожежогасіння (на кожні 50 м² підлоги, але не менше одного вогнегасника на кожне приміщення), які знаходяться на видимих і легкодоступних місцях.

1.15. У робочих приміщеннях повинні знаходитись аптечки для надання першої медичної допомоги.

2. Запобіжні заходи під час роботи з паливно-мастильними матеріалами

2.1. Перед початком роботи в лабораторії необхідно впевнитися, що повітря приміщення не містить газу (за запахом), парів нафтопродуктів, а також бензолу, ацетону та інших легкозаймистих чи отруйних газів і пари. При їх виявленні швидко закрити газовий кран даного приміщення, провітрити кімнату та повідомити працівників лабораторії. Увімкнути вентилятори, якщо вони вибухобезпечні і тільки після провітрення приміщення та ліквідації виділеної пари або газів можна приступити до роботи.

Під час роботи в лабораторії забороняється:

– прибирати випадково розлиті вогненебезпечні рідини при запалених пальниках чи увімкнених електронагрівальних приладах;

– виливати паливні рідини в каналізацію. Відпрацьовані паливні рідини потрібно збирати в спеціальні герметично закриті ємності, які по закінченню роботи необхідно здати працівнику лабораторії.

3. Пожежовибухонебезпечність паливно-мастильних матеріалів

3.1. Пожежовибухонебезпечність речовин характеризується наступними показниками:

- температурою спалаху та самозаймання парів речовин з повітрям;
- нижньою і верхньою концентраційними межами вибуху (займання) парів речовин в повітрі;
- самозапаленням рідини.

3.2 У випадку спалаху паливної рідини (виникненні пожежі) необхідно:

- негайно вимкнути газові пальники, електронагрівальні прилади і вентиляцію;
- винести з приміщення посуд з вогненебезпечними речовинами і балони зі стисненими газами;
- негайно приступити до гасіння палаючого нафтопродукту піском, покривалом чи вогнегасником, розташування яких повинні знати всі робітники;
- викликати пожежну охорону та доповісти керівнику охорони і лабораторії.

3.4. Полум'я необхідно гасити наступними засобами:

- при запаленні рідини, яка не змішується з водою – вуглекислотними порошковими вогнегасниками, піском, ковдрами, починаючи з периферії. Категорично забороняється застосовувати воду;
- при запаленні рідини, яка змішується з водою – іншими вогнегасниками, струменем води, піском;
- палаючі дроти і електроприлади, які знаходяться під напругою, знеструмити і гасити вуглекислотними вогнегасниками.

Лабораторна робота 1

МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ ПРОТИВОДОКРИСТАЛІЗАЦІЙНИХ РІДИН В ПАЛИВІ

Для визначення вмісту противодокристалізаційних (ПВК) рідин у моторному паливі для реактивних двигунів застосовуються рефрактометричний і експрес-метод.

Рефрактометричний метод

Мета та основні завдання роботи: екстракція ПВК рідини з палива згідно з ГОСТ 18995.2-73 та визначення вмісту ПВК рідини в паливі.

Основні теоретичні відомості

Даний метод заснований на екстракції ПВК рідини з палива дистильованою водою з наступними вимірами показників заломлення водневої витяжки за температури 20°C згідно з ГОСТ 18995.2.

Обладнання, прилади та матеріали

Рефрактометр РФ-23, РФ-22 або інших марок; лійка ділільна місткістю 100 см³; циліндри вимірювальні місткістю 10 та 100 см³; фільтрувальний папір; вода дистильована; паливо з ПВК-рідинами; спирт.

Порядок виконання роботи

Для проведення вимірювання показників заломлення рефрактометр з'єднують з термостатом та термостатують призми при температурі 20°C.

При проведенні екстракції ПВК рідини з палива дотримуються наступних рекомендацій до кількості води.

При визначенні вмісту в паливі рідин И або И-М до 100 см³ палив додають 3 см³ дистильованої води.

При визначенні вмісту в паливі рідин ТГФ або ТГФ-М в ділільну лійку наливають 100 см³ палива з ПВК-рідиною, та 5 см³

точно відміряної дистильованої води. Вміст ділильної лійки енергійно струшують протягом 15 хв. Після відстоювання від палива відділяють водну витяжку.

На горизонтальну поверхню нижньої призми рефрактометра наносять 2-3 краплі водної витяжки. Потім вимірюють показник заломлення водної витяжки при температурі 20 °С згідно з ГОСТ 18995.2-73

Для порівняння аналогічно визначають показник заломлення дистильованої води, яку використовують для приготування водної витяжки.

Обробка експериментальних даних

Концентрацію рідин И або И-М (А) в паливах у відсотках (за об'ємом) розраховують за формулою:

$$A = \frac{(n_{D_1}^{20} - n_{D_2}^{20})}{n_{D_3}^{20} - n_{D_2}^{20}} \cdot 100$$

де $n_{D_1}^{20}$ - показник заломлення водної витяжки за температури 20 °С;

$n_{D_2}^{20}$ - показник заломлення дистильованої води за температури 20 °С, рівний 1,3330;

$n_{D_3}^{20}$ - показник заломлення рідини И або И-М за температури 20°С.

Якщо через відсутність вихідних рідин И або И-М неможливо визначити їх показники заломлення за температури 20°С ($n_{D_3}^{20}$), то за його величину допускається приймати наступні дані: для рідини И - 1,4080, а для рідини И-М - 1,3680.

Концентрація ТГФ або ТГФ-М (А) в паливі у відсотках (за об'ємом) розраховують за формулою:

$$A = \frac{(n_{D_1}^{20} - n_{D_2}^{20}) \cdot 5}{n_{D_3}^{20} - n_{D_2}^{20}}$$

де $n_{D_1}^{20}$ - показник заломлення водної витяжки за температури 20 °С;
 $n_{D_2}^{20}$ - показник заломлення дистильованої води за температури 20°С, рівний 1,3330;
 $n_{D_3}^{20}$ - показник заломлення ТГФ або ТГФ-М за температури 20 °С.

При відсутності вихідних ТГФ або ТГФ-М за їх показник заломлення за температури 20 °С ($n_{D_3}^{20}$) приймаються наступні величини: для рідини ТГФ - 1,4520, а для рідини ТГФ-М — 1,3865.

Експрес-метод визначення складу ПВК рідин в паливах за допомогою індикаторно - рідинної хроматографії

Мета та основні завдання роботи: визначення вмісту ПВК рідин в паливах за допомогою індикаторно-рідинної хроматографії.

Основні теоретичні відомості

Метод заснований на хроматографічному розділенні палив на дрібнопористому силікагелі, попередньо обробленому 0,3%-вим водним розчином хлористого кобальту, з наступними вимірами довжини адсорбції ПВК рідини.

Обладнання, прилади та матеріали: шприц місткістю 10 см³; ампули індикаторні: скляні трубки з внутрішнім діаметром 2,2 мм та довжиною 90 мм, заповнені силікагелем та запаяні; ємності скляні місткістю 0,2 або 0,5 дм³; лінійка вимірювальна з ціною поділки 1мм; трубка гумова вакуумна.

Порядок виконання роботи

Перед проведенням випробування верхній та нижній кінці ампули з силікагелем відрізають на довжину 3-5 мм.

Утрамбовують силікагель постукуванням нижнього кінця ампули об дерев'яну або гумову поверхню, та ущільнюють силікагель

в ампулі за допомогою ватного тампона, переміщаючи його до верхнього рівня силікагелю.

За допомогою шприця набирають 10 см³ палива та через гумову трубку приєднують шприц до верхнього кінця ампули.

Через ампулу під тиском пропускають 4 см³ палива протягом 3-3,5хв. Тиск на поршень шприця повинен бути рівним.

Необхідно уважно слідкувати за тим, щоб через ампулу обов'язково пройшло 4 см³ палива.

Після пропускання палива через ампулу її від'єднують від шприца і проводять вимір зони адсорбції ПВК рідини лінійкою з похибкою 1 мм. Зона адсорбції відрізняється більш світлим коліром забарвлення. Випробування повторюють не менше 3 разів.

Концентрацію ПВК рідини в паливі (А) у відсотках (за об'ємом) розраховують за формулою:

$$A=0,01L$$

де L - довжина зони адсорбції ПВК рідини, мм;

0,01 - емпіричний коефіцієнт.

Концентрацію ПВК рідини в паливі вираховують як середнє арифметичне значення результатів трьох паралельних визначень.

Різниця між двома паралельними визначеннями не повинна перевищувати 0,01 % за об'ємом.

Контрольні питання та завдання

1. Як визначити в паливі ПВК рідину при наявності в ньому протизносної присадки?
2. Описати існуючі методи визначення ПВК рідини в паливі.

Список джерел

1. *Альтернативні палива: Підручник/* А.Д.Кустовська, С.В.Іванов, Є.О.Бережний. –К.: НАУ, 2014. – 624 с.
2. *Хімматологія. Навч.-метод. посібник /*Бойченко С. В., Кучма Н. М., Тітова О. С., Єфименко В. В. – К.: НАУ, 2006. – 160 с.
3. *Природоохоронні технології авіапідприємств: лабораторний практикум /*Уклад.: О.Л. Матвєєва, І.Л. Трофімов, О.В. Рябчевський. – К.: Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк», 2017. – 96 с.
4. *Інструкція з контролю якості пально-мастильних матеріалів та спеціальних рідин у державній авіації України* № 60/29928, Затверджена Наказом Міністерства оборони України 08 грудня 2016 року № 662.
5. *Транспортна екологія: навч. посіб. /*Запорожець О.І., С.В. Бойченко, О.Л. Матвєєва, С.Й. Шаманський, Т.І. Дмитруха, С.М. Маджд. – К.: Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк», 2017. - 507 с.
6. *IATA FUEL BOOK Guidance Material on Microbiological Contamination in Aircraft Fuel Tanks, 5rd edition 2015.*
7. *Technical Information Document: Microbial Monitoring Strategies.* October 2015 <http://www.jigonline.com/wp-content/uploads/2018/09/TID-Microbial-Monitoring-Strategies-Oct-2015.pdf>.
8. *Doc 9977, Manual on Civil Aviation Jet Fuel Supply* February 2008, Australia. 2008. 44–47.
9. *MicrobMonitor2.* Інструкція по застосуванню. Компанія ECHA Microbiology Ltd. Режим доступу: www.echamicrobiology.com.
10. *Контроль якості нафтопродуктів: навч.-метод. посіб /* Новікова В.Ф., Іванов С.В., Полякова О.В., Єфименко В.В.– К.: НАУ, 2005. –180 с.

ЗМІСТ

Вступ	3
Охорона праці та безпека під час роботи в лабораторіях з хімічними реагентами	4
Лабораторна робота 1. МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ ПРОТИВОДОКРИСТАЛІЗАЦІЙНИХ РІДИН В ПАЛИВІ	7
Лабораторна робота 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИЧНОЇ СТАБІЛЬНОСТІ АВТОМОБІЛЬНИХ І АВІАЦІЙНИХ БЕНЗИНІВ .	11
Лабораторна робота 3. ВИЗНАЧЕННЯ КИСЛОТНОСТІ АВІАЦІЙНИХ ПАЛИВ.	16
Лабораторна робота 4. ВИЗНАЧЕННЯ КИСЛОТНОСТІ АВІАЦІЙНИХ ПАЛИВ	18
Лабораторна робота 5. ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ФАКТИЧНИХ СМОЛ У ПАЛИВІ.	23
Лабораторна робота 6. ПОРЯДОК ДОДАВАННЯ ТА КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ПВК-ПРИСАДКИ	29
Лабораторна робота 7. МІКРОБІОЛОГІЧНЕ УРАЖЕННЯ МОТОРНИХ ПАЛИВ.	36
Лабораторна робота 8. ДОСЛІДЖЕННЯ ПІНОУТВОРЮЮЧОЇ ЗДАТНОСТІ ОЛИВ	41
Лабораторна робота 9. БІОТЕСТУВАННЯ СТІЧНОЇ ВОДИ, ЗАБРУДНЕНОЇ ПММ ІЗ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ТА НЕ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ СИРОВИНИ, З ВИКОРИСТАННЯМ ЦИБУЛІ РІПЧАСТОЇ (ALLIUM SERA L.)	45
Лабораторна робота 10 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ КРАПЛЕПАДІННЯ ПЛАСТИЧНИХ МАСТИЛ	49
Список використаних джерел	54

Навчальне видання

АЛЬТЕРНАТИВНІ АВІАЦІЙНІ ПАЛИВНО- МАСТИЛЬНІ МАТЕРІАЛИ

Лабораторний практикум
для здобувачів вищої освіти
ОС «Бакалавр» спеціальності
161 «Хімічні технології та інженерія»

Укладачі:

МАТВЄЄВА Олена Львівна
ТІТОВА Ольга Самійлівна
ВОВК Юлія Олександрівна
КИРИК Тетяна Іванівна