

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки

**МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ
ДО ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ**

з навчальної дисципліни «Транспортні пально-мастильні матеріали»
обов'язкових компонент
освітньої-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

272 Авіаційний транспорт
(Технології робіт та технологічне обладнання аеропортів)

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 30.08.2023 № 7

СХВАЛЕНО

Методичною радою
Кременчуцького льотного коледжу
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 28.08.2023 № 1

ПОГОДЖЕНО

Секцією науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 29.08.2023 № 7

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, протокол від 28.08.2023 № 1

Розробник:

Викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, спеціаліст вищої категорії, викладач - методист Давітая О. В.

Рецензенти:

- 1. Доцент кафедри автомобілів та тракторів Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського, к.т.н., доцент Павленко О. В.;*
- 2. Професор навчального відділу КЛК ХНУВС, к.х.н., доцент Козловська Т. Ф.*

1.1. Розподіл часу навчальної дисципліни за темами (денна форма навчання)

Не передбачено

1.2. Розподіл часу навчальної дисципліни за темами (заочна форма навчання)

Номер та назва навчальної теми	Кількість годин відведених на вивчення навчальної дисципліни						Вид контролю
	Всього	з них:					
		Лекції	Семінарські заняття	Практичні заняття	Лабораторні заняття	Самостійна робота	
Семестр № 6							
Тема № 1 Види палив, їх властивості і процеси горіння Тема № 2 Класифікація та принцип роботи теплових двигунів.	22	2	-	-	-	20	опитування
Тема № 3 Загальні показники фізико-хімічних та експлуатаційних властивостей нафтопродуктів. Тема № 4 Палива для поршневих двигунів з примусовим запалюванням.	34	2	-	2	2	28	опитування
Тема № 5 Палива для двигунів з запаленням від стискання. Тема № 6 Пальне для повітряно-реактивних двигунів. Тема № 7Альтернативне паливо для авіаційного та наземного транспорту	30	2	-	-	2	26	опитування
Тема № 8 Загальні відомості про мастильні матеріали. Тема № 9 Загальна характеристика моторних олив Тема № 10Загальна характеристика трансмісійних олив	24	2	-	-	-	22	опитування
Тема № 11Загальна характеристика авіаційних олив Тема № 12 Загальна характеристика пластичних мастил Тема № 13 Характеристика, призначення та використання спеціальних рідин	25	2	-	-	-	23	опитування
Всього за семестр № 6:	135	10	-	2	4	119	екзамен

2. Методичні вказівки до лабораторних занять

Тема № 4 Палива для поршневих двигунів з примусовим запалюванням.

Лабораторне заняття № 1: Вивчення властивостей палив для поршневих двигунів з примусовим запалюванням

Навчальна мета заняття: Ознайомитись та вивчити методики визначення основних властивостей палив для поршневих двигунів з примусовим запалюванням (марка за наявністю)

Кількість годин – 2 (заочна форма).

Місце проведення: навчальна лабораторія коледжу.

Обладнання: бензин автомобільний, мірний циліндр, пробірки, ареометр АНТ, термометри скляні ртутні.

Навчальні питання:

1. Теоретичні відомості про бензини
 2. Ознайомлення з нормативною документацією щодо якості автомобільних бензинів – ДСТУ 7687
 3. Визначення густини для автомобільних бензинів за ДСТУ 31072
- Література: 4(с.29-67), 5(с. 74-111), 7(с.95-125)

Короткі теоретичні відомості

Бензини призначені для застосування в поршневих двигунах внутрішнього згорання з примусовим займанням (від іскри). Залежно від призначення їх розділяють на автомобільні і авіаційні. Незважаючи на відмінності в умовах застосування автомобільні і авіаційні бензини характеризуються в основному загальними показниками якості, що визначають їх фізико-хімічні і експлуатаційні властивості. Бензин — рухлива, горюча здебільшого безбарвна рідина з характерним запахом; густина 0,700—0,780 г/см³; легко випаровується, утворює з повітрям у певних концентраціях вибухові суміші, Т° спалаху нижче 0°. Більшість бензинів замерзає нижче -60 °С. Має від 4 до 12 атомів вуглецю. Близько 90 % добувають з нафти.

Сучасні автомобільні і авіаційні бензини повинні задовольняти ряду вимог, що забезпечують економічну і надійну роботу двигуна, і вимогам експлуатації : мати хорошу випаровуваність, що дозволяє отримати однорідну паливоповітряну суміш оптимального складу при будь-яких температурах; мати груповий вуглеводневий склад, стійкий, що забезпечує, бездетонаційний процес згорання на усіх режимах роботи двигуна; не змінювати свого складу і властивостей при тривалому зберіганні і не робити шкідливого впливу на деталі паливної системи, резервуари, гумотехнічні вироби та ін. Останніми роками екологічні властивості палива висуваються на перший план.

План проведення заняття:

I. Порядок проведення вступу до заняття.

Отримання завдання на проведення лабораторної роботи. Проведення первинного інструктажу з охорони праці.

II. Порядок проведення основної частини заняття.

1. Записати марку бензину та нормативний документ.

2. Перевірити бензин на колір та прозорість.

Налити бензин в прозорий циліндр, піднести до світла. Визначити колір та прозорість. Зробити відповідні записи в звіті.

3. Перевірити бензин на вміст води і механічних домішок.

Для цього налити невелику кількість бензину в пробірку. Спочатку перевірити візуально вміст води і механічних домішок, потім за допомогою перманганату калія.

4. Визначити густину бензину при 15°C.

Для визначення густини використовуємо нормативний документ ДСТУ ГОСТ 31072:2006. «Нафта і нафтопродукти. Метод визначення густини, відносної густини та густини в градусах API ареометром». Перерахунок до 15°C проводимо згідно ДСТУ ГОСТ 8.599-2010, або за відомими формулами перерахунку.

Налити необхідну кількість бензину в мірний циліндр. Обережно занурити ареометр так, щоб він не торкався до дна посудини. Витримати ареометр декілька хвилин. Записати значення густини при температурі оточуючого середовища. Зробити розрахунки густини при 15°C.

5. Перевірити вміст свинцю в пробі бензину.

До проби бензину додати невелику кількість розчину калій йод (KI) або концентрованої сульфатної кислоти (H_2SO_4). Ретельно перемішати суміш. Визначити, чи відбулися зміни в суміші. У випадку наявності свинцю буде утворюватись жовтий або білий осад. Зробити висновок про вміст свинцю в пробі бензину.

6. Визначте ступінь розчинності спирту в бензині та воді.

Візьміть 20 мл бензину та 20 мл води. Розчиніть в кожній по 20 мл спирту. Після змішайте вміст двох пробірок в мірному циліндрі. Зробіть висновок де опинився спирт. Чому?

III. Проведення заключної частини заняття.

1. Зробіть висновок про якість бензину та оформіть паспорт якості на даний бензин.

2. Дати відповіді на контрольні питання.

Контрольні питання:

1. Назвіть марки автомобільних та авіаційних бензинів. Що позначають цифри в маркуванні.

2. Які показники якості перевіряють при прийманні авто- та авіабензинів.

3. З якою метою додають до бензинів етиловий спирт.

4. Що таке МТБЕ.

5. Які марки бензинів виробляють в Україні згідно чинних стандартів.

6. Що таке етилова рідина?

7. Дати визначення поняття густина нафтопродукту. З якою метою використовується цей параметр?

8. За допомогою яких приладів визначають густину нафтопродукту?

9. За яким положенням меніску рідини визначають густину?
10. Охарактеризувати методику проведення виміру густини нафтоденсиметром.
11. Поясніть залежність густини нафтопродуктів від температури.
12. Поясніть залежність густини нафтопродукту і його якості.
13. Техніка безпеки під час проведення дослідження.

Тема № 6 Пальне для повітряно-реактивних двигунів.

Лабораторне заняття № 2: Методи визначення концентрації ПВК-рідини в реактивному паливі.

Навчальна мета заняття: Ознайомитись з визначенням концентрації ПВК-рідини И-М в паливі ТС-1 біхроматним та рефрактометричним методами.

Кількість годин – 2 (заочна форма).

Місце проведення: навчальна лабораторія коледжу.

Обладнання: Лабораторний посуд, ареометри, хімічні реактиви, зразки палива з різним вмістом ПВК-рідини, рефрактометр, ваги.

Навчальні питання:

1. Теоретичні відомості щодо противодокристалізаційних рідин
2. Ознайомлення з нормативною документацією щодо визначення вмісту ПВК-рідини в паливі.

Література: 1(с.141-174), 7(с.161-188)

Короткі теоретичні відомості

Норми додавання ПВК рідини в паливо нормуються залежно від типу ВС, температури повітря біля землі в аеропорту вильоту і тривалості польоту.

Додавання ПВК рідин в паливо, як правило, відбувається за допомогою дозаторів в потік палива після фільтра-сепаратора. Контроль за точністю подання в паливо ПВК рідин дозаторами здійснюють не рідше за 1 раз в зміну шляхом аналізу проб палива, що містить ПВК, на пунктах наливання, з відстійника ТЗ, роздавального рукава агрегату, який заправляє.

Встановлені наступні межі змісту ПВК рідини в паливі, що подається на заправку ВС (у відсотках за об'ємом) :

0,10±0,05; 0,20±0,02 і 0,30±0,03.

Для визначення концентрації ПВК рідин в паливах застосовують рефрактометричний і біхроматний методи.

Рефрактометричний метод. Суть методу полягає в екстрагуванні ПВК-рідин з палива дистильованою водою і подальшому вимірі показника заломлення водного витягу при температурі 20⁰С. Для визначення вмісту в паливі ПВК-рідини И або И-М до 100 см³ випробовуваного палива додають 3 см³ дистильованої води, потім енергійно перемішують струшуванням 15 хв. Після відстоювання від палива відділяють водний витяг для визначенні концентрації ПВК рідин в ньому.



Концентрацію ПВК рідини И або И-М в паливах (у відсотках за об'ємом) визначають за формули

$$A_2 = \frac{(n_{D1}^{20} - n_{D2}^{20}) \cdot 3}{(n_{D3}^{20} - n_{D1}^{20})}.$$

де

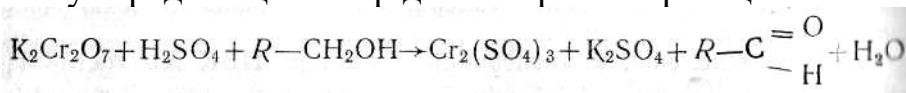
n_{D1} -показник заломлення водного витягу при температурі 20° С;

n_{D2} — показник заломлення дистильованої води при температурі 293 К, рівний 1,3330;

n_{D3} —показник заломлення рідини И або И-М при температурі 20 °С .

Якщо показник заломлення n_{D3} рідин И, И-М, ТГФ і ТГФ-М визначити неможливо через їх відсутність, то за його величину допускається приймати для ПВК рідин : И — 1,4080; И-М — 1,3680; ТГФ — 1,4520 і ТГФ-М — 1,3865.

Біхроматний метод. Суть методу полягає у відновленні двохромовоокислого калію ($K_2Cr_2O_7$) в сірчаноокислому середовищі ПВК рідин, екстрагованими водою з палива, в процесі якого утворюються з'єднання Сг, що мають зелений колір. При цьому залежно від концентрації ПВК рідини у водному екстракті (а відповідно і в паливі) в результаті змінення помаранчевого кольору (колір розчину двохромовоокислого калію у воді) і зеленого утворюються проміжні кольори (наприклад, гірчичний). При концентраціях ПВК рідин в паливах більше 0,15% в процесі реакції відновлення двохромовоокислого калію утворюються хромові комплекси блакитного кольору. При відновленні двохромовоокислого калію в сірчаноокислому середовищі ПВК рідиною протікає реакція



План проведення заняття:

I. Порядок проведення вступу до заняття.

Отримання завдання на проведення лабораторної роботи. Проведення первинного інструктажу з охорони праці.

II. Порядок проведення основної частини заняття.

1. Визначення концентрації ПВК-рідини в паливі біхроматним методом.

Приготувати 0,2н розчин двохромовоокислого калію. Для цього необхідно взяти 9,7 гр. солі $K_2Cr_2O_7$ та розчинити в 1 л дистильованої води. Для дослідів необхідно 20 мл розчину. Взяти паливо з ПВК-рідиною. Приготувати водний екстракт.

У ділільну воронку налити 20 см³ палива з ПВК-рідиною і 10 см³ дистильованої води. Суміш струсити впродовж 1-2 мін і відстояти для розшарування палива і води. Після цього злити водну витяжку.

Визначаємо концентрацію ПВК-рідини в паливі.

Помістити в пробірку:

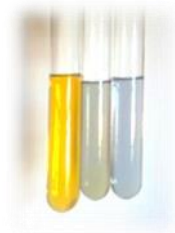
- 2 см³ водної витяжки, яку ми отримали в попередньому пункті,
- 2 см³ 0,2 н. розчину двохромовоокислого калію,
- 2 см³ сірчаної кислоти

і перемішати.

Через 1-2 хв спостерігаємо зміну забарвлення розчину в пробірці.

Забарвлення розчину за відсутності ПВК рідини в паливі має бути помаранчевим; при змісті ПВК рідини 0,05% — темно-жовтим (гірчичним); при 0,10% — зеленим; при 0,15% і більше — блакитним.

Зробити висновок про вміст ПВК-рідини у всіх трьох зразках палива.



2. Визначення концентрації ПВК-рідини в паливі рефрактометричним методом.

В ділильну воронку налити 100 см³ палива, яке містить ПВК-рідину та 3 см³ дистильованої води. Струсити 15 хвилин та злити водну витяжку.

Визначити коефіцієнт заломлення на рефрактометрі водної витяжки, ПВК-рідини та дистильованої води. Зробити поправку на температуру при 20 °С. Концентрацію ПВК-рідини в паливі знайти по формулі:

$$A = \frac{(n_{D1} - n_{D2}) \cdot 3}{(n_{D3} - n_{D1})}$$

де

n_{D1} -показник заломлення водного витягу при температурі 20° С;

n_{D2} — показник заломлення дистильованої води при температурі 293 К, рівний 1,3330;

n_{D3} —показник заломлення рідини И або И-М при температурі 20 °С .

Зробити висновок про вміст ПВК-рідини в паливі.

III. Проведення заключної частини заняття.

1. Зробіть висновок про якість реактивного палива та оформіть паспорт якості на дане пальне.

2. Дати відповіді на контрольні питання.

Контрольні питання:

1. З якою метою додають ПВК-рідину в реактивне паливо.
2. Опишіть механізм роботи рідини-«І» в паливі.
3. В якій концентрації додають ПВК-рідину в паливо.
4. Чи можливо проводити польоти без додавання ПВК-рідини.
5. Що являє собою ПВК-рідина «І».

3. Рекомендована література (основна, додаткова), інформаційні та навчальні ресурси в Інтернеті

Основна

1. Бойченко С. В., Черняк Л. М., Новікова В. Ф. Контроль якості паливно-

мастильних матеріалів : Київ : НАУ, 2012. 308 с.

URL:https://er.nau.edu.ua/bitstream/NAU/38010/3/%D0%9E%D0%BB%D0%B8%D0%B2%D0%B8_%D0%BC%D0%BE%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BD%D1%96_%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B1%D1%96%D0%BD%D0%BD%D1%96_%D0%91%D0%BE%D0%B9%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE%D0%92%D0%A1%D0%95_%D0%905.pdf (дата звернення: 15.08.2023).

2. Бойченко С. В. Оливи. Моторні, турбінні, гідравлічні та трансмісійні: властивості та якість : підручник. Київ : Центр учбової літератури, 2019. 323 с.

URL:<https://er.nau.edu.ua/bitstream/NAU/38010/> (дата звернення: 10.08.2023).

3. Бойченко С. В. Моторні палива: властивості та якість: підручник. Київ : Центр учбової літератури, 2017. 324 с. URL:<https://klk.univd.edu.ua/uk/dir/177/biblioteka> (дата звернення: 10.08.2023).

4. Бойченко С. В., Спіркін В. Г. Вступ до хімотології палив та олив : навчальний посібник. Одеса: Астропринт, 2009. Ч.1. 236 с.

5. Бойченко С. В., Любінін Й. А., Спіркін В. Г. Вступ до хімотології палив та олив : навчальний посібник. Одеса: Астропринт, 2009. Ч.2. 276 с.

6. Полянський С.К., Коваленко В.М. Експлуатаційні матеріали для автомобілів і будівельно-дорожніх машин : підручник . Київ : Либідь, 2005. 504с.

URL:<https://prom.ua/ua/p1824906114-polyanskij-kovalenko-ekspluatatsijni.html>

(дата звернення: 05.08.2023).

Додаткова

7. Карпинець А. П. Лекції з курсу «Використання експлуатаційних матеріалів та економія паливно-енергетичних ресурсів» : навч. посібник. Горлівка, 2014.107 с.

URL : https://ea.donntu.edu.ua/bitstream/123456789/27470/2/%D0%92%D0%95%D0%9C_%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82.pdf (дата звернення: 25.07.2023).

8. Чабанний В. Я., Магопєць С. О., Мажейка О. Й. Паливо-мастильні матеріали, технічні рідини та системи їх забезпечення: навч. посібн. Кіровоград: Центрально-Українське видавництво, 2008. ч.1. 353 с.

URL : https://library.kr.ua/wp-content/elib/chabanniy/Chabanniy_Pal_mast_Mater_kn1.pdf (дата звернення: 25.07.2023).

9. Чабанний В. Я., Магопєць С. О., Осипов І. М. Паливо-мастильні матеріали, технічні рідини та системи їх забезпечення : навч. посібн. Кіровоград: Центрально-Українське видавництво, 2008. ч.2. 500 с. URL : https://library.kr.ua/wp-content/elib/chabanniy/Chabanniy_Pal_mast_Mater_kn1.pdf (дата звернення: 13.07.2023).

10. Сизова З.О. Конспект лекцій з дисципліни «Хімотологія» : навч. посібн. Харків, 2013. 83 с. URL : <https://docplayer.net/amp/111468418-Konspekt-lekciy-z-disciplini-himotologiya.html> (дата звернення: 28.07.2023).

11. ГСТУ 320.00149943.007-97. Паливо для реактивних двигунів «РТ». [Чинний від 1997-06-15]. Держнафтогазпром України, 1997. 19 с. (Галузевий

стандарт України).

12. ГСТУ 320.00149943.011-99. Паливо ТС-1 для реактивних двигунів. [Чинний від 1999-07-01]. Держнафтогазпром України, 1999. 27 с. (Галузевий стандарт України).

13. ДСТУ 4796:2007. Паливо авіаційне для газотурбінних двигунів ДЖЕТ А-1. [Чинний від 2007-10 -01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 8 с. (Національний стандарт України).

14. ДСТУ 7687:2015. Бензини автомобільні євро. Технічні умови. [Чинний від 2016-01 -01]. Київ : УкрНДНЦ, 2015. 15 с. (Національний стандарт України).

15. ДСТУ 7688:2015. Паливо дизельне євро. Технічні умови. [Чинний від 2016-01 -01]. Київ : УкрНДНЦ, 2015. 15 с. (Національний стандарт України).

Інформаційні ресурси в Інтернеті

16. Офіційний сайт Державної Авіаційної Служби України [URL:https://avia.gov.ua/](https://avia.gov.ua/) (дата звернення: 11.08.2023).

17. Офіційний сайт аеропорту «Бориспіль» URL: <https://kbp.aero/> (дата звернення: 11.08.2023).

18. Офіційний сайт Верховної Ради: URL:<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0594-19/> (дата звернення: 11.08.2023).