

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

**Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки**

**МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ  
ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ**

із навчальної дисципліни  
«Паливно – мастильні матеріали»  
вибіркових компонент  
освітньо - професійної програми першого (бакалаврського) рівня

**Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів**

**Кременчук 2021**

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Науково-методичною радою  
Харківського національного  
університету внутрішніх справ  
Протокол від 23.09.2021 р. № 8

**СХВАЛЕНО**

Методичною радою  
Кременчуцького льотного коледжу  
Протокол від 22.09.2021 р. № 2

**ПОГОДЖЕНО**

Секцією науково-методичної ради  
ХНУВС з технічних дисциплін  
Протокол від 22.09.2021 р. № 8

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, протокол від 30. 09. 2021 р. № 1

**Розробник:**

1. Викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, спеціаліст вищої категорії, викладач – методист Реута А. В

**Рецензент:**

1. Викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки Кременчуцького льотного коледжу Харківського національного університету внутрішніх справ, кандидат хімічних наук, спеціаліст вищої категорії, Козловська Т.Ф.

# 1. Розподіл часу навчальної дисципліни за темами

## 1.1. Розподіл часу навчальної дисципліни за темами

(денна 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	
Тема № 1 Виробництво нафтових палив та їх хімічний склад.	6	2	-	-	-	4	Письмове опитування
Тема № 2 Методи оцінки фізико-хімічних властивостей палив.	10	2	-	2	-	6	Письмове опитування
Тема № 3Паливо для авіаційних реактивних двигунів.	10	2	-	2	-	6	Письмове опитування
Тема № 4Паливо для авіаційних поршневих двигунів.	10	2	-	2	-	6	Письмове опитування
Тема № 5 Паливо для двигунів з запаленням від стискання.	10	2	-	2	-	6	Письмове опитування
Тема № 6 Альтернативні види палив.	8	2	-	-	-	6	Письмове опитування
Тема № 7Основні відомості про виробництво олив.	8	2	-	-	-	6	Письмове опитування
Тема № 8 Оливи для авіаційних газотурбінних двигунів.	8	2	-	-	-	6	Письмове опитування
Тема № 9 Оливи для авіаційних поршневих двигунів.	10	2	-	2	-	6	Письмове опитування
Тема № 10 Пластичні та тверді мастила.	6	2	-	-	-	4	Письмове опитування
Тема № 11 Основні авіаційні мастила та мастила для наземної техніки.	7	2	-	-	-	5	Письмове опитування
Тема № 12 Специфічні рідини, що застосовуються при ТО ПС.	6	2	-	-	-	4	Письмове опитування
Тема № 13 Метрологічне забезпечення при виконанні технологічних операцій	4	2	-	-	-	2	Письмове опитування
Тема № 14 Забезпечення збереження якості авіаПММ при прийманні. Зберіганні та видачі.	8	4	-	-	-	4	Письмове опитування
Тема № 15 Порядок приймання нафтопродуктів.	4	2	-	-	-	2	Письмове опитування
Тема № 16 Зберігання нафти та нафтопродуктів Порядок відвантаження нафтопродуктів.	6	2	-	-	-	4	Письмове опитування
Тема № 17 Здійснення вимірювань у стаціонарних резервуарах.	6	2	-	-	-	4	Письмове опитування
Тема № 18 Порядок інвентаризації. Облік руху нафтопродуктів.	4	2	-	-	-	2	Письмове опитування
Тема № 19 Екологічна безпека під час роботи з ПММ.	4	2	-	-	-	2	Контрольна робота на 30 хв.
Всього за семестр № 8:	135	40	-	10	-	85	залік

## 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	
Тема № 1 Виробництво нафтових палив та їх хімічний склад.	6	2	-	-	-	4	Письмове опитування
Тема № 2 Методи оцінки фізико-хімічних властивостей палив.	10	-	-	2	-	8	Письмове опитування
Тема № 3Паливо для авіаційних реактивних двигунів.	10	2	-	-	-	8	Письмове опитування
Тема № 4Паливо для авіаційних поршневих двигунів.	10	2	-	-	-	8	Письмове опитування
Тема № 5 Паливо для двигунів з запаленням від стискання.	10	-	-	2	-	8	Письмове опитування
Тема № 6 Альтернативні види палив.	8	-	-	-	-	8	Письмове опитування
Тема № 7Основні відомості про виробництво олив.	8	-	-	-	-	8	Письмове опитування
Тема № 8 Оливи для авіаційних газотурбінних двигунів.	8	2	-	-	-	6	Письмове опитування
Тема № 9 Оливи для авіаційних поршневих двигунів.	10	2	-		-	8	Письмове опитування
Тема № 10 Пластичні та тверді мастила.	6	-	-	-	-	6	Письмове опитування
Тема № 11 Основні авіаційні мастила та мастила для наземної техніки.	7	-	-	-	-	7	Письмове опитування
Тема № 12 Специфічні рідини, що застосовуються при ТО ПС.	6	-	-	-	-	6	Письмове опитування
Тема № 13 Метрологічне забезпечення при виконанні технологічних операцій	4	-	-	-	-	4	Письмове опитування
Тема № 14 Забезпечення збереження якості авіаПММ при прийманні. Зберіганні та видачі.	8	-	-	-	-	8	Письмове опитування
Тема № 15 Порядок приймання нафтопродуктів.	4	-	-	-	-	4	Письмове опитування
Тема № 16 Зберігання нафти та нафтопродуктів Порядок відвантаження нафтопродуктів.	6	-	-	-	-	6	Письмове опитування
Тема № 17 Здійснення вимірювань у стаціонарних резервуарах.	6	-	-	-	-	6	Письмове опитування
Тема № 18 Порядок інвентаризації. Облік руху нафтопродуктів.	4	-	-	-	-	4	Письмове опитування
Тема № 19 Екологічна безпека під час роботи з ПММ.	4	-	-	-	-	4	Контрольна робота на 30 хв.
Всього за семестр № 8:	135	10	-	4	-	121	залік

## 2. Методичні вказівки до практичних занять

### Тема № 2 Методи оцінки фізико-хімічних властивостей палив.

**Практичне заняття:** Хімічний склад та фізичні властивості нафти. Густина як одна із фізичних одиниць нафти та нафтопродуктів

Навчальна мета заняття: орієнтуватися в хімічному складі та фізичних властивостях нафти. Навчитися розраховувати густину нафти та нафтопродуктів в залежності від температури за допомогою формул та таблиць. Кількість годин - 2 (денна форма), 2 (заочна форма)

Місце проведення: навчальний кабінет коледжу.

#### Навчальні питання:

1. Фізичні властивості нафти та нафтопродуктів.
2. Густина як одна з фізичних властивостей нафти та нафтопродуктів.
3. Розрахунок густини за формулою Д.І. Менделєєва.
4. Розрахунок густини за таблицями ГОСТ 39.

Література: 1( с.121-137); 2 ( с. 32-40).

#### План проведення заняття:

##### I. Порядок проведення вступу до заняття.

1. Проведення попереднього контролю теоретичних знань здобувачів (фронтальне опитування).

##### II. Порядок проведення основної частини заняття.

2. Поточний контроль теоретичних знань здобувачів (письмовий контроль).

#### Короткі теоретичні відомості

Для нафти або нафтопродуктів густина є найважливішою фізичною величиною, яка визначається відношенням маси речовини до його об'єму. В якості одиниці густини в СІ застосовують кілограм на кубічний метр ( $\text{кг/м}^3$ ) і частинні одиниці. На практиці частіше використовують відносну густину. Відносна густина рідкого нафтопродукту - це безрозмірна величина, що представляє собою відношення його істинної густини і до густини дистильованої води, взятих при певних температурах. При цьому відносна густина позначається символом  $\rho_{t_1}^{t_2}$ , де  $t_1$  - температура води, ° С (К),  $t_2$  - температура нафтопродукту, ° С (К). В Україні стандартними прийнято температури: для води 4 ° С, для нафтопродукту 20 ° С . У США, Англії та деяких інших країнах стандартні температури для нафтопродукту і води однакові - 15,6 ° С . Відомо, що густина зменшується із зростанням температури. Для більшості нафт і нафтових фракцій ця залежність носить лінійний характер і визначається формулою Д. І. Менделєєва.

$$\rho_4^t = \rho_4^{20} - \gamma (t - 20)$$

де  $\rho_4^t$  – відносна густина при температурі  $t$ ;

$\rho_4^{20}$  – відносна густина при  $20^\circ \text{C}$ ;

$\gamma$  – середня температурна поправка відносної густини на один градус.

Значення температурної поправки у формулі Д.І. Менделєєва застосовується в порівняно вузькому інтервалі температур від  $0$  до  $50^\circ \text{C}$  для нафтопродуктів, що містять невеликі кількості твердих парафінів і ароматичних вуглеводнів. Густину рідких нафтопродуктів при високих температурах можна визначити за номограмами.

В деякі формули, що застосовуються в практичних розрахунках нафтопереробних процесів, входить значення густини  $\rho_{15}^{15}$ . Перерахувати її можна таким чином:

$$\rho_4^{20} = \rho_{15}^{15} - 5\gamma$$

Густина є адитивною властивістю, тому при змішуванні різних нафтопродуктів суміші може бути легко визначена за рівняння по заданих масам компонентів:

$$\rho_{\text{сум}} = \frac{m}{\sum(m_i/\rho_i)}$$

Приклади рішення :

Приклад 1. Нафта знаходиться в резервуарі при температурі  $12^\circ \text{C}$ . Визначити її густину (відносну) в даних умовах, якщо  $\rho_4^{20} = 0,8675 \text{ г/см}^3$

Рішення:

$$\rho_4^t = \rho_4^{20} - \gamma (t-20)$$

$$\rho_4^{12} = 0,8675 - 0,000686 (12-20) = 0,8675 + 0,005488 = 0,8729 \text{ г/см}^3$$

Приклад 2. Визначити відносну густину нафтопродукту  $\rho_4^{20}$ , якщо  $\rho_4^{15} = 0,7586 \text{ г/см}^3$

Рішення:

$$\rho_4^{20} = \rho_4^t + \gamma (t-20)$$

$$\rho_4^{20} = 0,7586 + 0,000831 (15-20) = 0,7586 - 0,004155 = 0,7545 \text{ г/см}^3$$

Приклад 3. Для випробувань приготували пробу бензину, що складається з 5 кг прямогонної бензинової фракції ( $\rho_4^{20} = 0,7369 \text{ г/см}^3$ ) та 15 кг бензину каталітичного крекінгу ( $\rho_4^{20} = 0,7623 \text{ г/см}^3$ ). Визначити відносну густину суміші при  $5^\circ \text{C}$ .

Рішення:

$$\rho_{\text{сум}} = \frac{m}{\sum(m_i/\rho_i)}$$

$$\rho_{4\text{сум}}^{20} = \frac{5+15}{5/736,9+15/762,3} = \frac{20}{0,0068+0,02} = 746,27 \text{ кг/м}^3 = 0,746 \text{ г/см}^3$$

$$\rho_{4\text{сум}}^5 = \rho_4^{20} - \gamma (t-20) = 0,746 - 0,000844(5-20) = 0,759 \text{ г/см}^3$$

**Питання для фронтального опитування:**

1. Загальна характеристика нафти.
2. Метод визначення густини за допомогою ареометра.
3. Дати визначення – відносна густина.
4. Надати характеристику стандартним умовам визначення густини.
5. Які фізичні властивості нафти та нафтопродуктів впливають на показник густини.

**III. Порядок проведення заключної частини заняття.**

**Питання для письмового контролю:**

**I варіант**

1. Визначити відносну густину суміші при 5 ° С. Суміш складається з 250 кг бензину  $\rho_4^{20} = 0,756 \text{ г/см}^3$  та 375 кг керосину  $\rho_4^{20} = 0,826 \text{ г/см}^3$ .
2. Бензинова фракція з  $\rho_4^{20} = 0,7486 \text{ г/см}^3$  нагрівається в теплообміннику від 30°C до 52°C. Визначити зміну відносної густини бензину.

**II варіант**

1. Нафту закачали в резервуар при 15 ° С, її густина при цій температурі дорівнює 0,845 г/см<sup>3</sup>. На наступний день температура нафти піднялась до 25 ° С, визначити густину при даній температурі.
2. Суміш складається із трьох компонентів:  $m_1=459 \text{ кг}$ ,  $m_2=711 \text{ кг}$ ,  $m_3=234\text{кг}$ ;  $\rho_1^{24} = 0,756 \text{ г/см}^3$ ,  $\rho_2^{24} = 0,790 \text{ г/см}^3$ ,  $\rho_3^{24} = 0,780 \text{ г/см}^3$ . Визначити густину цієї суміші при 20°C.

**Тема № 3 Паливо для авіаційних реактивних двигунів.**

**Практичне заняття:** 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 (денна форма).

Місце проведення: лабораторія фізико-хімічних методів аналізу.

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

**Навчальні питання:**

1. Теоретичні аспекти методу визначення концентрації ПВК-рідини в реактивному паливі.
2. Порядок виконання дослідження концентрації ПВК-рідини в реактивному паливі.

Література: 1(с. 29-38), 3(с. 15-23)

### План проведення заняття:

I. Порядок проведення вступу заняття.

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 20<sup>0</sup>С. Для визначення вмісту в паливі ПВК-рідини И або И-М до 100 см<sup>3</sup> випробовуваного палива додають 3 см<sup>3</sup> 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 на формулі



$$A_2 = \frac{(n_{D_1}^{20} - n_{D_2}^{20}) \cdot 3}{(n_{D_3}^{20} - n_{D_1}^{20})}.$$

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

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

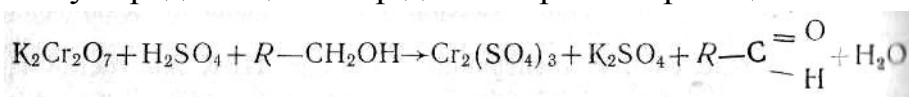
$n_{D3}$ —показник заломлення рідини И або И-М при температурі 20 °С .

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 двохромовокислого калію ( $K_2Cr_2O_7$ ) в сірчанокиислому середовищі ПВК рідинами, 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 двохромовокислого калію у воді) і зеленого утворюються проміжні кольори (наприклад, гірчичний). При концентраціях ПВК рідин в паливах більше 0,15% в процесі реакції відновлення двохромовокислого калію утворюються хромові комплекси блакитного кольору. При відновленні двохромовокислого калію в сірчанокиислому середовищі ПВК рідиною протікає реакція



## II. Порядок проведення основної частини заняття.

### 1. Теоретичні аспекти методу визначення фракційного складу бензину.

#### 1.1 Визначення концентрації ПВК-рідини в паливі біхроматним методом.

Приготувати 0,2н розчин двохромовокислого калію. Для цього необхідно взяти 9,7 гр. солі  $K_2Cr_2O_7$  та розчинити в 1 л дистильованої води.

Для досліду необхідно 20 мл розчину. Взяти паливо з ПВК-рідиною. Приготувати водний екстракт. У ділильну воронку налити 20 см<sup>3</sup> палива з ПВК-рідиною і 10 см<sup>3</sup> 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:

-2см<sup>3</sup> водної витяжки, яку ми отримали в попередньому пункті,

-2 см<sup>3</sup> 0,2 н. розчину двохромовокислого калію,

-2 см<sup>3</sup> 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. Порядок виконання дослідження концентрації ПВК-рідини в реактивному паливі.

#### 2.1 Визначення концентрації ПВК-рідини в паливі рефрактометричним методом.

В ділильну воронку налити 100 см<sup>3</sup> палива, яке містить ПВК-рідину та 3

см<sup>3</sup> дистильованої води. Струсити 15 хвилин та злити водну витяжку.

Визначити коефіцієнт заломлення на рефрактометрі водної витяжки, ПВК-рідини та дистильованої води.

III. Порядок проведення заключної частини заняття.

3.1. Обробка результатів.

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.

Контрольні питання:

1. З якою метою додають ПВК-рідину в реактивне паливо.
2. Опишіть механізм роботи рідини-«I» 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 «I».

#### Тема № 4 Паливо для авіаційних поршневих двигунів.

**Практичне заняття:** 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 наявностію)

Кількість годин – 2 (денна форма).

Місце проведення: лабораторія фізико-хімічних методів аналізу

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

**Навчальні питання:**

1. Теоретичні аспекти основних методів визначення властивостей палив для поршневих двигунів з примусовим запалюванням.
2. Порядок виконання дослідження фізико – хімічних властивостей палив для поршневих двигунів з примусовим запалюванням.

Література: 1(с. 40-58), 2 (с. 65-74)

### **План проведення заняття:**

I. Порядок проведення вступу заняття.

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; питома вага 0,700—0,780 кг./л.; легко випаровується, утворює з повітрям у певних концентраціях вибухові суміші,  $T^\circ$  спалаху нижче  $0^\circ$ . Більшість бензинів замерзає нижче  $-60^\circ\text{C}$ . 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.

II. Порядок проведення основної частини заняття.

1. Теоретичні аспекти основних методів визначення властивостей палив для поршневих двигунів з примусовим запалюванням.

1.1. Записати марку бензину та нормативний документ.

1.2. Перевірити бензин на колір та прозорість.

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

2. Порядок виконання дослідження фізико – хімічних властивостей палив для поршневих двигунів з примусовим запалюванням.

2.1. 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.

2.2. Визначити густину бензину при  $15^\circ\text{C}$ .

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.

### 2.3 Перевірити вміст свинцю в пробі бензину.

До пробі бензину додати невелику кількість розчину калій йод (KI) або концентровану сульфатну кислоту ( $H_2SO_4$ ). 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.

### III. Порядок проведення заключної частини заняття.

#### 3.1 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?

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

#### 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 № 5 Паливо для двигунів з запаленням від стискання.**

**Практичне заняття:** Визначення властивостей палива для двигунів з запаленням від стискання

Навчальна мета заняття: Ознайомитись та вивчити методики визначення основних властивостей палив для двигунів з запаленням від стискання (марка за наявністю)

Кількість годин – 2 (денна форма).

Місце проведення: лабораторія фізико-хімічних методів аналізу

Обладнання: дизельне паливо, мірний циліндр, пробірки, ареометр АНТ, термометри скляні ртутні, , розчин йоду, розчин перманганату калію, прибор ТВЗ.

#### **Навчальні питання:**

1. Теоретичні аспекти основних методів визначення властивостей палив для двигунів з запаленням від стискання.

2. Порядок виконання дослідження фізико – хімічних властивостей палив для двигунів з запаленням від стискання.

Література: 1(с. 66-72), 2 (с. 32-40)

#### **План проведення заняття:**

I. Порядок проведення вступу заняття.

Короткі теоретичні відомості.

Дізельне паливо — рідка речовина, що є головним видом палива для дизельних двигунів.

Дизельне паливо найчастіше використовується в двигунах, установлених на великовантажних автомобілях, тракторах і дорожніх машинах, на водному і залізничному транспорті, у різних енергетичних установках.

Основні споживачі дизельного палива — залізничний транспорт, вантажний автотранспорт і сільськогосподарська техніка.

Альтернативою дизельному паливу є біодизель і емульговане дизельне паливо.

Зазвичай під цим терміном розуміють паливо, що виходить з гасово-газойлевих фракцій прямої перегонки нафти.

Як і бензин, дизельне паливо є сумішшю парафінових, нафтових і ароматичних вуглеводнів, які виділяються з нафтової ропи шляхом дистиляції з додаванням (не більш 20%) компонентів каталітичного крекінгу.

Основний показник дизельного палива — цетанове число (45-55). Цетанове число характеризує здатність палива до займання в камері згорання і

рівне об'ємному вмісту цетану в суміші з  $\alpha$ -метилнафталіном, яке в стандартних умовах має однакову займистість порівняно з дослідженим паливом.

Густина дизельного палива  $0,79 — 0,97 \text{ г/см}^3$ , температура спалаху  $35—80^\circ\text{C}$ .

Температура перегонки, для дизельного палива не повинна бути нижче  $200$  і вище  $350^\circ\text{C}$ . Температура помутніння для літніх сортів не вище  $-5^\circ\text{C}$ , а для зимових — від  $-25$  до  $-30^\circ\text{C}$ . Температура застигання повинна бути на  $5—10^\circ\text{C}$  нижча температури помутніння.

З 2008 р. дизельне паливо виготовляють за ДСТУ 4840:2007 «Дизельне паливо підвищеної якості». За вмістом сірки це паливо поділяють на два види:

I — масова частка не більше ніж  $0,001\%$  (відповідає вимогам стандарту Євро-5 EN 590).;

II — масова частка не більше ніж  $0,005\%$  (відповідає вимогам стандарту Євро-4 EN 590)<sup>[1]</sup>.

Ще однією проблемою є підвищений вміст води в дизельному паливі. Вода відшаровується при зберіганні дизпалива і збирається внизу, оскільки щільність дизпалива менше  $1 \text{ кг/л}$ . Водяна пробка в магістралі повністю блокує роботу двигуна.

Останнім часом в рамках боротьби за екологію жорстко нормовано вміст сірки у дизельному паливі. Пониження вмісту сірки в дизпаливі, як правило, приводить до зменшення його змащуючих властивостей, тому для дизельних палив з ультранизьким вмістом сірки обов'язковою умовою є наявність присадок. Вважається, що при вмісті сірки в паливі менш  $0,05\%$  потрібне застосування спеціальних протизносних присадок, що дозволяють продовжити термін роботи паливної апаратури.

## II. Порядок проведення основної частини заняття.

1. Теоретичні аспекти основних методів визначення властивостей палив для двигунів з запаленням від стискання

1.1 Записати марку ДП та НД на нього.

1.2 Перевірити дизельне паливо на вміст води і механічних домішок.

Для цього налити невелику кількість ДП в пробірку. Спочатку перевірити візуально вміст води і механічних домішок, потім за допомогою перманганату калія. Зробити висновок та порівняти з вимогами ДСТУ.

1.3 Визначити густину ДП при  $15^\circ\text{C}$ .

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  $15^\circ\text{C}$  проводимо згідно ДСТУ ГОСТ 8.599-2010, або за відомими формулами перерахунку.

Налити необхідну кількість ДП 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. Зробити висновок та порівняти з вимогами ДСТУ.

2. Порядок виконання дослідження фізико – хімічних властивостей палив для двигунів з запаленням від стискання.

### 2.1 Перевірити наявність ненасичених вуглеводнів в ДП.

Налити в дві окремі пробірки водні розчини йоду та перманганату калію. Додати до розчинів невелику кількість дизельного палива та ретельно перемішати. Зробити висновки про наявність ненасичених вуглеводнів в паливі по зміні кольору розчинів в пробірках.

### 2.2 Визначення температури спалаху ДП.

Випробування проводять по ГОСТ 6356.

Випробовуваний зразок продукту перед випробуванням перемішують впродовж 5 хв. струшуванням в склянці, заповненій не більше ніж на 2/3 її місткості.

Зразки продуктів, що мають температуру спалаху нижче 50°C, охолоджують до температури, яка не менше чим на 17°C нижче передбачуваної температури спалаху.

Тигель заповнюють нафтопродуктом так, щоб верхній меніск точно співпадав з міткою. Тигель з пробєю нагрівають за допомогою електронагріву. Нагрівання ведуть зі швидкістю від 5 до 6°C в 1 хв.

Випробування на спалах проводять при підвищенні температури на кожний 1°C.

У момент випробування на спалах перемішування припиняють, приводять в дію розташований на кришці механізм, який відкриває заслінку і опускає полум'я.

За температуру спалаху приймають температуру, яку показує термометр при появленні першого синього полум'я над поверхнею нафтопродукту.

## III. Порядок проведення заключної частини заняття.

### 3.1 Обробка результатів.

Визначити температуру спалаху палива та порівняти з вимогами ДСТУ.

3.2 Зробити висновки щодо якості наданого зразка ДП та оформити звіт дослідження, зробити висновки про проведену роботу.

Контрольні питання:

1. Назвіть основні показники якості для контрольних випробувань дизельних палив.

2. Які ви знаєте дизельні палива. Що таке цетанове число.
3. Як отримують дизельні палива.
4. Назвіть основні принципи маркування ДП.
5. Опишіть переваги та недоліки використання ДП в ДВЗ.

## **Тема № 9 Оливи для авіаційних поршневих двигунів.**

**Практичне заняття:** Вивчення властивостей авіаційних олив.

Навчальна мета заняття: Ознайомитись з фізико-хімічними властивостями авіаційних олив (марка за наявністю).

Кількість годин – 2 (денна форма).

Місце проведення: лабораторія фізико-хімічних методів аналізу.

Обладнання: олива гідравлічна, олива моторна, мірний циліндр, пробірки, ареометр АНТ-2, апарат ТВО для визначення температури спалаху у відкритому тиглі, термометр типу ТН-2, секундомір, папір фільтрувальний, мірні циліндри 250 мл

### **Навчальні питання:**

1. Теоретичні відомості про фізико-хімічними властивостями авіаційних олив.
2. Порядок виконання дослідження фізико – хімічних властивостей авіаційних олив.

Література: 1(с. 50-68), 4 (с. 62-72)

### **План проведення заняття:**

I. Порядок проведення вступу заняття.

Короткі теоретичні відомості.

Для двигунів дозвукових літальних апаратів визначаючою властивістю є довговічність. Головна функція оливи – забезпечення мінімального зносу деталей і вузлів тертя двигуна протягом ресурсу, який обчислюється тисячами годин. Це в значній мірі забезпечується змащувальними властивості оливи. Термоокислююча стабільність оливи також повинна бути достатньою, щоб в масляній системі не утворилося відкладень продуктів окислення оливи, що перешкоджають її нормальній роботі. Це має суттєве значення для дозвукових двигунів великого ресурсу і підвищеною тепло напруженістю.

Оливи для турбореактивних двигунів повинні відповідати наступним вимогам:

- надійне змазування усіх вузлів і агрегатів двигуна з мінімальним зносом в межах робочих температур від - 50 до +200 °З;



- полого в'язкісно-температурна крива і хороша прокачуваність при низьких температурах (пускові властивості олії повинні забезпечувати надійний запуск двигуна без підігрівання до температури - 50 °С);
- однорідний і стабільний фракційний склад, що обумовлює мінімальну випаровуваність фракцій і зберігає в'язкісні характеристики олії впродовж усього часу роботи двигуна (доцільно застосовувати мастильні олії вузького фракційного складу);
- високі антиокислювальні властивості і мінімальне окислення в двигуні при робочих температурах 150-200 °З і вище;
- мінімальна спінюваність, висока температура самозаймання;
- неагресивність по відношенню до металів, сплавів, гумотехнічних виробів, покриттів, клеїв і інших матеріалів.

## II. Порядок проведення основної частини заняття.

### 1. Теоретичні відомості про фізико-хімічними властивостями авіаційних олив.

1.1 Ознайомитись з нормативними документами на оливи.

1.2 Визначити густину олив нафтоденсиметром згідно ГОСТ 3900.

Налити необхідну кількість оливи 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 20°С. Звірити отримані дані з нормативною документацією.

### 2. Порядок виконання дослідження фізико – хімічних властивостей авіаційних олив.

2.1 Визначити температуру спалаху авіаційних олив в приборі відкритого типу. Тигель заповнюють нафтопродуктом так, щоб верхній меніск точно співпадав з міткою. Тигель з пробой нагрівають полум'ям газового пальника чи за допомогою електронагріву спочатку зі швидкістю 14-17°С в хвилину. Коли температура проби буде приблизно на 56°С нижче передбачуваної температури спалаху, швидкість нагріву регулюють так, щоб останні 28°С перед температурою спалаху нафтопродукт нагрівався зі швидкістю 5-6°С в хвилину.

Починаючи з температури не менше ніж на 28°С нижче температури спалаху, кожний раз застосовують запальний пристрій при підвищенні температури проби на 2°С. Полум'я запального пристрою переміщують в горизонтальному напрямку, не зупиняючись над краєм тигля, проводять їм над центром тигля в одному напрямку протягом 1 с. При наступному підвищенні температури переміщення запального пристрою проводять в зворотному напрямку.

За температуру спалаху приймають температуру, яку показує термометр при появленні першого синього полум'я над поверхнею нафтопродукту. В разі неясного спалаху, він повинен бути підтверджений наступним спалахом через 2°C.

III. Порядок проведення заключної частини заняття.

3.1 Обробка результатів. Зробити висновок про якість оливи, оформити звіт дослідження, зробити висновки про проведену роботу.

3.1 Записати основні марки олив, які використовують на Аеродромі «Кохнівка».

Контрольні питання:

1. Які ви знаєте базові оливи за походженням.
2. Класифікуйте змазуючі оливи за призначенням.
3. Охарактеризуйте умови роботи оливи МС-20.
4. Назвіть недоліки та переваги синтетичних та мінеральних олив.
5. Де використовують оливу СМ-4,5 та АМГ-10.

## **Тема № 10 Пластичні та тверді мастила.**

Лабораторне заняття № 5: Вивчення властивостей пластичних мастил.

Навчальна мета заняття: Ознайомитись з основними властивостями пластичних мастил для наземної та авіаційної техніки (марка за наявністю).

Кількість годин – 2 (денна форма).

Місце проведення: лабораторія фізико-хімічних методів аналізу.

Обладнання: мастило MOBIL, Agip, Ціатім-221, шарнірне мастило, графітне мастило. Лабораторний посуд: стакани, пробірки, лійка, колби, мішалки.

Бензин Калоша, перманганат калію

**Навчальні питання:**

1. Теоретичні відомості про склад пластичних мастил.
2. Порядок виконання дослідження фізико – хімічних властивостей консистентних мастил.

### **План проведення заняття:**

I. Порядок проведення вступу заняття.

Короткі теоретичні відомості.

У машинах і механізмах є різні вузли тертя (підшипники, ресори, деякі зубчасті передачі, карданні з'єднання тощо), які не вдається змазувати рідкою оливою, тому що до них не можна або не вигідно її безперервно подавати. Для мащення цих вузлів використовують пластичні мастила (за старою системою класифікації — консистентні).

Пластичні мастила — це мінеральні оливи, згущені до мазеподібного стану. В країнах СНД випускається близько 200 марок пластичних мастил різного призначення.

Вузли тертя, що змазуються пластичним мастилом, простіші в обслуговуванні, не так часто потребують заміни мастила, постійного нагляду за їхньою роботою.

Мастило за своїм складом є складною речовиною. В найпростішому випадку вона складається з двох компонентів — оливної основи (дисперсне середовище) та твердого загусника (дисперсна фаза).

Кількість загусника в мастилах лежить у межах 5 .30 % (найчастіше 1 .20 %). Він і визначає основні характеристики мастила.

Для перемішування оливи із загусником частину останнього вбирає олива та розбухає, створюючи структурний каркас мастила. При цьому в чашечках, утворених частинками загусника, що встиг розбухнути, знаходиться рідка олива. В такому вигляді мастило нагадує грудку вати, просочену рідиною.

Структурний каркас не міцний і при невеликому навантаженні руйнується; тоді олива починає текти, наближаючись до рідкого стану. Цим і забезпечується надійне мащення вузлів тертя. Проте, як тільки мастило вивільниться від навантаження, воно зразу немовби застигає та міцно утримується на деталях, не стікаючи з них. Ця властивість пластичних мастил дає змогу використовувати їх в негерметизованих, слабо герметизованих або зношених вузлах тертя.

Більшість мастил мають у своєму складі 80 .90 % нафтових або синтетичних олив, до яких з метою надання їм пластичності вводять 10 .20 % того чи іншого загусника. Крім того, пластичні мастила можуть містити до 5 % води і до 10 % графіту, стабілізатори та інші речовини.

Як загусник найчастіше застосовують мила різних металів (натрієві, літієві кальцієві), тверді вуглеводні (парафін, церезин і їх суміші), які здобувають з нафти та інших речовин.

Для виготовлення мильних загусників використовують індивідуальні жирні кислоти, які одержують із природних жирів та синтетичних жирних кислот. Перші мастила дістали назву жирових, а другі — синтетичних.

Вуглеводні мастила здобувають сплавленням нафтової оливи з твердими вуглеводнями. Вони мають невисоку температуру плавлення, абсолютно не розчинні у воді, крізь них слабо просочуються водяні пари. Ці мастила легко наносяться зануренням деталі в мастильний розплав або за допомогою щітки. Навіть тонкий шар вуглеводневого мастила (близько 0,5 мм) надійно захищає поверхню від шкідливої дії води та пари. Виходячи з цього, виготовляють такі мастила як консерваційні та захисні.

## II. Порядок проведення основної частини заняття.

### 1. Теоретичні відомості про склад пластичних мастил.

#### 1.1 Вивчити нормативні документи на зразки мастил.

#### 1.2 Перевірити зовнішній вигляд мастил.

Для цього розтерти невелику кількість мастила між двома скельцями. Уважно роздивитись зразки під світлом. Зробити висновок про однорідність та зовнішній вигляд мастила. Порівняти отриманні данні з НД.

### 2 Порядок виконання дослідження фізико – хімічних властивостей консистентних мастил.

2.1 Перевірити мастило за запахом. Мастило має відмінні запахи в залежності від природи оливи. Якщо мастило має парафіновий запах то використана олива належить до мінеральних. Якщо мастило має ароматний запах, то олива належить до синтетичних.

#### 2.2 Визначте наявність води в мастилі.

Для цього необхідно взяти невелику кількість мастила розтерти між скельцями та додати перманганат калію. При наявності води мастило стане рожевим.

#### 2.3 Перевірити розчинність мастил у воді.

Для цього необхідно невелику кількість мастила спробувати розчинити в склянці з гарячою водою.

## III. Порядок проведення заключної частини заняття.

3.1 Зробіть висновок про розчинність мастил. Обробка результатів. Зробити висновок про якість оливи, оформити звіт дослідження, зробити висновки про проведену роботу

Контрольні питання:

1. З яких компонентів складається мастило.
2. Назвіть основні загусники мастил.
3. Які основні вимоги пред'являють до пластичних мастил.
4. Назвати порядок відбору проб мазеподібних ПММ.
5. Дайте коротку характеристику мастила «Сапфір» та «Ціатім 221».

## **3. Рекомендована література (основна, допоміжна), інформаційні ресурси в Інтернеті**

### **Основна література:**

1. Бойченко С. В., Черняк Л. М., Новікова В. Ф. Контроль якості паливно-мастильних матеріалів : Київ : НАУ, 2012. 308 с.
2. Бойченко С. В., Іванов С. В., Бурлака В. Г. Моторні палива і масла для

сучасної техніки: монографія. Київ: НАУ, 2005. 216 с.

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

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

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

### **Допоміжна література:**

6. Карпинець А. П. Лекції з курсу «Використання експлуатаційних матеріалів та економія паливно-енергетичних ресурсів» : навч. посібник. Горлівка, 2014. 107 с.

7. Чабанний В. Я., Магопець 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.

8. Чабанний В. Я., Магопець 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.

9. Сизова З.О. Конспект лекцій з дисципліни «Хімотологія» : навч. посібн. Харків, 2013. 83 с.

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

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

12. 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).

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

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

15. Інструкція про порядок приймання, транспортування, зберігання, відпуску та обліку нафти і нафтопродуктів на підприємствах і в організаціях України. 2008 р.