

**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

«Технологія виробництва і переробки нафтопродуктів»

обов'язкових компонент

освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

272 Авіаційний транспорт

(Технології робіт та технологічне обладнання аеропортів)

Кременчук 2023

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 22.02.2024 № 2

СХВАЛЕНО

Методичною радою
Кременчуцького льотного коледжу
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 17.01.2024 № 6

ПОГОДЖЕНО

Секцією науково-методичної ради
Харківського національного
університету внутрішніх
справ з технічних дисциплін
Протокол від 22.02.2024 № 2

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, протокол від 12.12.2023 № 8

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:					
		Лекцій	Семінарські заняття	Практичні заняття	Лабораторні заняття	Самостійна робота	
Семестр № 4							
Тема № 1 Джерела енергії Тема № 2 Походження, класифікація та фізико-хімічні властивості нафти Тема № 3 Нетрадиційні вуглеводні	24	2	-	2	-	20	опитування
Тема № 4 Первина переробка-очистка та розділення Тема № 5 Поглиблена переробка нафти Тема № 6 Покращення якості моторних палив	30	2	-	2	-	26	опитування
Тема № 7 Синтез високоякісних компонентів бензинів та присадок для моторних палив Тема № 8 Вимоги до сучасних двигунів та палив для двигунів Тема № 9 Основи технологій виробництва нафтових олив	24	2	-	2	-	20	опитування
Тема № 10 Отримання парафінів та церезинів при виробництві олив та дизельних палив Тема № 11 Виробництво консистентних мастил Тема № 12 Виробництво нафтових бітумів	24	2	-	-	-	22	опитування
Тема № 13 Основні нафтохімічні виробництва Тема № 14 Особливості забруднення навколишнього середовища нафтопродуктами	18	2	-	-	-	16	- опитування
Всього за семестр № 4:	120	10	-	6	-	104	екзамен

2. Методичні вказівки до практичних занять

Тема № 2 Походження, класифікація та фізико-хімічні властивості нафти.

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 (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.5-11); 2 (с.33-42); 5 (с. 83-91); 7 (36-47)

План проведення заняття:

I. Порядок проведення вступу до заняття. Опрацювати теоретичний матеріал необхідний для виконання практичної роботи:

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 (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 ρ_4^t — відносна густина при температурі t ;

ρ_4^{20} — відносна густина при 20 ° С;

γ - 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 ° С 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 ρ_{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:

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

II. Порядок проведення основної частини заняття.

1. Провести фронтальне опитування:

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.

2. Розібрати приклади рішення задач:

Приклад 1 Нафта знаходиться в резервуарі при температурі 12 ° С. Визначити її густину (відносну) в даних умовах, якщо $\rho_4^{20} = 0,8675$ г/см³

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 ρ_4^{20} , якщо $\rho_4^{15} = 0,7586$ г/см³

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 ($\rho_4^{20} = 0,7369$ г/см³) та 15 кг бензину каталітичного крекінгу ($\rho_4^{20} = 0,7623$ г/см³). Визначити відносну густину суміші при 5 ° С.

Рішення:

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

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

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

III. Порядок проведення заключної частини заняття.

Для заліку практичної роботи виконати завдання в письмовій формі за варіантами:

І 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.

ІІ варіант

1. Нафту закачали в резервуар при 15 ° С, її густина при цій температурі дорівнює 0,845 г/см³. 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 № 6 Покращення якості моторних палив.

Практичне заняття : Сірка як одна з негативних складових моторного палива.

Навчальна мета заняття: Навчитися визначати вміст сірки в моторних паливах.

Кількість годин - 2 (заочна форма).

Місце проведення: навчальна лабораторія коледжу.

Навчальні питання:

1. Методи визначення сірки в нафтопродуктів.

Література: 1 (с.11-20); 2(с.91-109)

План проведення заняття:

I. Порядок проведення вступу до заняття. Опрацювати теоретичний матеріал необхідний для виконання лабораторної роботи:

Всі нафти містять в своєму складі сірку. Абсолютно безсірчаних нафт немає. Зміст загальної сірки в нафтах коливається від сотих часток до 8% та може досягати 14%. Під «загальної сіркою» розуміють сірку всіх сірковмісних з'єднань нафти: вільну, сірководневу, меркаптанову, сульфідну, дисульфідну, тіофенового і неіндефіковану так звану залишкову.

Елементний аналіз на сірку заснований на окисленні сірковмісних з'єднань до SO₂ і SO₃.

Сучасний арсенал фізико-хімічних методів визначення дозволяє ідентифікувати і визначати структурногруповий склад сіркоорганічних з'єднань нафтових фракцій, що википають до 500 ° С. У нафтах до теперішнього часу ідентифіковано більш 250 сірковмісних сполук, включаючи сірководень і вільну сірку. Сірководень знаходиться в нафті в розчиненому стані і його масова частка в високосірчистих нафтах може досягати 0,02%. Сірководень - сильна отрута, що вимагає суворого дотримання заходів техніки безпеки при роботі з ним в лабораторних і виробничих умовах.

Вільна сірка в нафтах знаходиться в розчиненому або колоїдному стані. Зазвичай її масова частка в нафтах не перевищує 0,1%. Однак є нафти зі значно

більшим вмістом вільної сірки. У чистому вигляді вільна сірка не отруйна. Сірковмісні сполуки - небажані компоненти нафти. Вони мають негативний вплив на процеси підготовки та переробки нафти і, потрапляючи в нафтопродукти, погіршують їх експлуатаційні властивості (збільшують корозію і знос устаткування, отруєння навколишнього середовища) і унеможливають їх подальше використання в нафтохімічному синтезі. Товарні нафтопродукти строго контролюються на вміст сірковмісних сполук. В автомобільних бензинах масова частка загальної сірки регламентується в межах 0,10- 0,12%, в авіаційних - не більше 0,05%. У паливах для реактивних двигунів при допустимій масовій частці загальної сірки 0,05-0,25% суворіше регламентується зміст меркаптанової сірки (від 0 до 0,005%). У дизельних паливах масова частка загальної сірки не повинна перевищувати 0,5%, при цьому зміст меркаптанової сірки допускається не більше 0,01%. У процесі переробки нафти сірковмісні з'єднання розподіляються в різному якісному і кількісному співвідношенні між вуглеводневими фракціями. В даний час розроблені і застосовуються різні методи якісного і кількісного аналізу сірковмісних з'єднань нафти і нафтопродуктах. Якісні методи аналізу необхідні перш за все для виявлення таких активних сполук, як сірководень, меркаптани і вільна сірка. З якісних методів визначення активних сірковмісних з'єднань в лабораторній практиці найбільше застосування знайшли проба на мідну пластинку і так звана докторська проба.

Якісними пробами на присутність сірководню являються також його реакції з NaOH, карбонатом натрію, сульфатом або хлоридом кадмію. В аналітичній хімії відомі якісні реакції на меркаптани, дисульфіді, сульфіді і тіофени.

До інструментальних методів визначення групового і структурного складу сірковмісних сполук відносяться газорідинна і рідина-рідинна хроматографія, полярографія, потенціометричне та амперометричне титрування, УФ-, ІЧ-і ЯМР-спектроскопія, мас-спектрометрія.

Як немає універсального способу очищення від сірковмісних сполук, так немає і універсального методу їх аналізу. Це пов'язано з тим, що ми маємо справу з великим числом ступенів окислення сірки (-2, 0, +4, +6) і широким спектром аналізуємих з'єднань. Тому визначають зміст загальної сірки - один з основних показовий якості нафти і нафтопродуктів.

Методи аналізу загальної сірки ділять на два класи: хімічні і фізичні.

З фізичних методів аналізу слід зазначити нейтронно-активаційний (НАА), рентгено-флуоресцентний (РФА) і рентгено-радіометричний (РРМ).

З хімічних методів аналізу загальної сірки найбільш поширені та стандартизовані окислювальні методи. Це пов'язано з їх порівняльною простотою, доступністю і достатньо високою точністю. В окислювальних методах наважку нафтопродукту спалюють в приладах різної конструкції (лампочці, калориметричних бомбі, кварцової трубці, тиглі, колбі). Як окислювач використовуються повітря, кисень, діоксид марганцю. В основі методів спалювання лежить реакція окислення всіх сірковмісних з'єднань аналізованої нафти (нафтопродукту) в оксиди сірки (SO_2 і SO_3) з подальшим їх

поглинанням і аналізом. Ламповий метод визначення сірки описаний в розділі .

II. Порядок проведення основної частини заняття.

1. Прискорений метод визначення сірки.
2. Ламповий метод визначення сірки (ГОСТ 19121-73 Нафтопродукти.

Метод визначення вмісту сірки спалюванням в лампі.)

3. Основні фізичні методи визначення загальної сірки
4. Основні хімічні методи визначення загальної сірки
5. Вплив сірковмісних сполук на експлуатаційні властивості палив

III. Порядок проведення заключної частини заняття.

Для заліку практичної роботи дати відповідь на запитання в письмовій формі:

1. Дати характеристику сірковмісних сполук нафти та нафтопродуктів
2. Охарактеризувати методику проведення прискореного методу визначення вмісту сірки
3. Охарактеризувати методику проведення лампового методу визначення вмісту сірки
4. Охарактеризувати основні хімічні методи визначення загальної сірки
5. Охарактеризувати основні фізичні методи визначення загальної сірки

Тема № 8 Вимоги до сучасних двигунів та палив для двигунів.

Практичне заняття: Палива для поршневих двигунів з примусовим запалюванням

Навчальна мета заняття: опанувати знання щодо конструкції та принципу роботи двигунів з примусовим запалюванням

Кількість годин - 2 (заочна форма).

Місце проведення: навчальний кабінет коледжу.

Навчальні питання:

1. Хімічний склад палив для поршневих двигунів
2. Умови застосування і основні вимоги до бензинів.
3. Методи оцінки детонаційної стійкості палив.
4. Детонаційна стійкість вуглеводнів в паливі.
5. Антидетонатори та високооктанові компоненти.
6. Сучасні та перспективні бензини.

Література: 2 (с.26-29; 74-86;115-117)

План проведення заняття:

I. Порядок проведення вступу до заняття.

Отримання завдання до практичної роботи

II. Порядок проведення основної частини заняття.

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

Питання для фронтального опитування:

1. Що таке бензини та які вимоги ставляться до них?
2. Що таке карбюраторні властивості бензинів та якими показниками вони оцінюються?

3. Що таке випаровуваність бензинів та якими стандартними показниками вона оцінюється? Як впливає фракційний склад бензину на пуск і роботу двигуна?

4. Що таке низькотемпературні властивості бензинів? Що таке обмерзання карбюратора? Які його причини?

5. Що таке коефіцієнти надлишку повітря? Що таке багаті та бідні суміші?

6. Що таке теплота згоряння палива? Які чинники впливають на швидкість його згоряння?

7. Що таке детонація та розжарювальне запалювання?

8. Що таке антидетонаційна стійкість палива?

9. Які способи підвищення октанового числа?

10. Що означає стабільність палива і від чого вона залежить?

11. Що таке кислотність та індукційний період бензинів? Які є терміни зберігання бензинів?

12. Який вплив мінеральних й органічних кислот на якість бензинів?

13. Який вплив сірчаних сполук та яка їхня допустима кількість у бензині?

14. Асортимент і маркування бензинів.

2.Проведення попереднього контролю теоретичних знань здобувачів (письмове опитування).

Питання для письмового контролю:

1. Випаровуваність як один з експлуатаційних властивостей палива для двигунів внутрішнього згоряння.

2. Яка реакція лежить в основі процесу горіння, розкрити її сутність.

3. Корозійна активність, від яких факторів вона залежить.

4. Від яких показників якості палива залежить прокачуваність.

5.Розкрийте сутність впливу в'язкості палива на прокачуваність.

6. Хімічна стабільність, природа та шляхи її підвищення.

7. Токсичність продуктів згоряння.

8. Розкрити сутність фізичної стабільності палив.

9. Протизносні властивості палив, від яких факторів вони залежать.

10. Теплота згоряння палива як одна з енергетичних характеристик палива.

3.Проведення попереднього контролю теоретичних знань здобувачів (тестовий контроль).

Питання для тестового контролю:

1. Що покладене в основу маркування автомобільних та авіаційних бензинів?

a) октанове число по моторному методу;

b) октанове число по дослідницькому методу;

c) сортність;

d) октанове число.

2. Якими п'ятьма характерними температурами формують фракційний склад бензину?

- a) $t_{10\%}$; $t_{25\%}$; $t_{50\%}$; $t_{95\%}$; $t_{к.к.}$;
- b) $t_{п.к.}$; $t_{10\%}$; $t_{55\%}$; $t_{90\%}$; $t_{к.к.}$;
- c) $t_{п.к.}$; $t_{10\%}$; $t_{50\%}$; $t_{90\%}$; $t_{к.к.}$.

3. Вкажіть існуючі марки авіабензинів. З 3-х представлених відповідей вибрати правильну:

- a) Б-60; Б-91/120; Б-70; Б-92/130;
- b) Б-70; Б-91/115; Б-95/130; Б-100/130;
- c) Б-91/120; Б-70; Б-95/130; Б-100/130.

4. Детонаційну стійкість бензину підвищують додаванням антидетонаційних присадок. Вказати правильний перелік існуючих антидетонаторів.

- a) Тетрапентилсвинець, альфаметилнафталін, гексадекан, петролатум, третичнобутиловий спирт, іонол;
- b) Альфаметилнафталін, гексадекан, іонол, петролатум, вторинний бутиловий спирт;
- c) Тетраетилсвинець, тетрапентилсвинець, тетраметилсвинець, третичнобутиловий спирт, метилтретичнобутиловий ефір, вторинний бутиловий спирт.

5. Від яких фізичних властивостей бензину найбільшою мірою залежить його випаровуваність?

- a) Від в'язкості, поверхневого натягу і густини;
- b) Від тиску насиченої пари, теплоти випару і коефіцієнта дифузії пари;
- c) Від фракційного складу і тиску насиченої пари.

6. Що свідчить про неповне згоряння палива?

- a) Наявність в продуктах згорання діоксиду вуглецю (CO_2) і оксидів азоту (NO_x);
- b) Наявність оксиду вуглецю (CO) і водню (H_2);
- c) Наявність сажі (C) і оксидів сірки (SO_2 и SO_3).

7. Вкажіть правильний перелік нетоксичних продуктів згоряння палива:

- a) Вуглеводні простої будови, оксид вуглецю, азот, альдегіди;
- b) Пари води, оксиди азоту, кисень, оксиди сірки;
- c) Азот, кисень, пари води, діоксид вуглецю.

8. Розшифрувати марку бензину АИ-93. Вибрати правильну відповідь.

- a) Бензин авіаційний (А), індустріальний (І), 93- сортність;
- b) Бензин автомобільний (А), І- октанове число визначається по дослідницькому методу, 93- октанове число;
- c) Бензин автомобільний (А), цетанове число (93) визначене по індивідуальному методу.

9. Вибрати правильну відповідь розшифровки бензину Б-91/115.

- a) Бензин авіаційний, число, що стоїть в чисельнику, вказує цетанове число (91), отримане по дослідницькому методу. У знаменнику вказується температура перегонки 50% палив (115);

б) Бензин побутовий (Б), 91- октанове число, отримане по моторному методу, 115 – температура спалахи в закритому тиглі;

с) Бензин авіаційний, 91- октанове число, отримане по моторному методу, в знаменнику вказується сортність (115).

10. Як визначити присутність активних сірчистих з'єднань в бензині?

- а) За допомогою мідної пластинки;
- б) За допомогою гідроксиду калію;
- с) За допомогою індикаторів.

11. Чим відрізняються один від одного моторний і дослідницький метод визначення октанового числа?

- а) Складом еталонних і контрольних сумішей;
- б) Визначають на різних установках;
- с) Режимом навантаження двигуна.

12. Що таке етилова рідина?

- а) Це суміш тетроетилсвинцю, оксидів сірки і барвника.
- б) Це суміш тетроетилсвинцю, виношувача і барвника.
- с) Це суміш фенолів, ТЕС і виношувача.

13. Мінімальна температура, від якої залежить можливий пуск двигуна:

- а) від $t_{10\%}$; $t_{50\%}$;
- б) від $t_{п.к.}$; $t_{10\%}$;
- с) від $t_{90\%}$; $t_{к.к.}$.

14. Вживання бензину з високим вмістом низькокиплячих фракцій призводить:

а) до утворення нагару у впускній системі; збільшенню втрат при зберіганні і транспортуванні;

б) до обмерзання карбюратора, калільного запалення і та засмічення паливопроводів;

с) до утворення парових пробок, обмерзання карбюратора, збільшення втрат при зберіганні і транспортуванні.

15. На виникнення детонації впливає:

а) міра стискання, фракційний склад палива, склад робочої суміші, атмосферний тиск і вологість повітря, наддув, кут випередження запалення;

б) міра стискання, вуглеводневий склад бензину, склад робочої суміші, атмосферний тиск і вологість повітря, наддув, кут випередження запалення;

с) міра стискання, вуглеводневий склад бензину, наявність ароматичних вуглеводнів в паливі, атмосферний тиск і вологість повітря, наддув, кут випередження запалення.

16. Повноту згорання палива характеризує температура палива:

- а) $t_{50\%}$; $t_{к.к.}$;
- б) $t_{90\%}$; $t_{к.к.}$;
- с) $t_{п.к.}$; $t_{10\%}$.

III. Порядок проведення заключної частини заняття.

Проаналізувати відповіді, захистити роботу.

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

Основна

1. Братичак М. М., Гунька В. М. Хімія нафти та газу : підручник. Львів : Львівська політехніка, 2020. 448 с. . URL : <https://odnb.odessa.ua/vnn/book/2491> (дата звернення: 19.07.2023).
2. Братичак М. М., Гринишин О. Б. Технологія нафти та газу. навчальний посібник. Львів: Львівська політехніка, 2013. 180 с.
URL :<https://vlp.com.ua/node/10089> (дата звернення: 10.07.2023).
3. Суярко В. Г. Прогнозування, пошук та розвідка родовищ вуглеводнів: підручник. Харків: Фоліо, 2015. 296 с. URL :<https://ekhnuir.karazin.ua/items/a82b8326-70c8-49bc-b0a0-a4599ad553c1> (дата звернення: 25.07.2023).
4. Властивості нафти та нафтопродуктів. Ч.1 : навч. посіб. / О.В. Давітая та ін. Кременчук, 2019. 74 с. URL:http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe (дата звернення: 25.07.2023).
5. Сіренко Г.О., Кириченко В.І., Фізико-хімія паливно-мастильних матеріалів : монографічний підручник. Івано-Франківськ, 2017. 508 с.
URL:<https://kc.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/11/2020/09/Pidruchnyk-Sirenko.pdf> (дата звернення: 07.08.2023).
6. Білецький В. С., Орловський В. М., Вітрик В. Г. Основи нафтогазової інженерії : підручник. Полтава, 2018. 415 с.
URL:<https://repository.kpi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/8d67d6fa-2d73-4326-9156-6f0237f6c470/content> (дата звернення: 01.08.2023).

Додаткова

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.
URL : https://library.kr.ua/wp-content/elib/chabanniy/Chabanniy_Pal_mast_Mater_kn1.pdf (дата звернення: 25.07.2023).
8. Чабанний В. Я., Магопець С. О., Осипов І. М. Паливо-мастильні матеріали, технічні рідини та системи їх забезпечення : навч. посібн. Кіровоград: ЦентральноУкраїнське 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).
9. Зеркалов Д. В. Довідник споживача нафтопродуктів : посібник. Київ : Науковий світ , 2000. 196 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

10. Офіційний сайт Державної Авіаційної Служби України
[URL:https://avia.gov.ua/](https://avia.gov.ua/) (дата звернення: 11.08.2023).
11. Офіційний сайт аеропорту «Бориспіль» URL: <https://kbp.aero/> (дата звернення: 11.08.2023).
12. Офіційний сайт Верховної Ради: URL:<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0594-19/> (дата звернення: 11.08.2023).