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

Циклова комісія технічного обслуговування авіаційного транспорту

МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ

ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

із навчальної дисципліни
«Хімія, пально-мастильні матеріали і авіаційне матеріалознавство»
вибіркових компонент
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського)
освітньо-кваліфікаційного рівня
бакалавр

Аеронавігація

Харків 2022

ЗАТВЕРДЖЕНО
Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 30.08.2022 № 8

СХВАЛЕНО
Методичною радою
Кременчуцького льотного коледжу
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 22.08.2022 № 1

ПОГОДЖЕНО
Секцією науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 29.08.2022 № 8

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, протокол від 10.08.2022 № 1

Розробники:
1. канд. хім. наук, доцент, спеціаліст вищої категорії, викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, Козловська Т. Ф.;
2. викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, спеціаліст вищої категорії, викладач-методист Реута А. В.

Рецензенти:
1. канд. хім. наук, доцент, завідувач кафедри екології та біотехнологій Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського, професор Новохатько О. В.
2. канд. техн. наук, доцент, викладач циклової комісії природничих дисциплін Кременчуцького льотного коледжу Харківського національного університету внутрішніх справ, викладач-методист, спеціаліст вищої категорії Долударєва Я. С.

1. Структура навчальної дисципліни

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	
Тема № 1. Хімічний зв'язок. Ковалентний зв'язок. Іонний, металічний та водневий зв'язки. Способи утворення зв'язків.	2	–	–	–	–	2	
Тема № 2. Основні властивості матеріалів. Атомно-кристалічна будова металів і сплавів.	2	–	–	–	–	2	
Тема № 3. Хімічні властивості металів. їх добування та застосування. Сплави.	3	1	–	–	–	2	
Тема № 4. Перетворення хімічної енергії на електричну. Гальванічні та паливні елементи. Електрорушійна сила електрохімічних процесів.	2	–	–	–	–	2	
Тема № 5. Перетворення електричної енергії на хімічну. Електроліз розчинів і розплавів. Електроліз з інертним і розчинним електродом.	2	–	–	–	–	2	
Тема № 6. Корозія металів як різновид електрохімічних процесів.	6	–	–	2	–	4	Тестове опитув.

Тема № 7. Виробництво нафтових палив та їх хімічний склад.	5	1	–	–	–	4	
Тема № 8. Методи оцінки фізико-хімічних властивостей палив.	9	1	–	2	–	6	
Тема № 9. Паливо для авіаційних реактивних двигунів.	5	1	–	–	–	4	
Тема № 10. Альтернативні види палив.	7	1	–	–	–	6	
Тема № 11. Ретроперспектива виробництва біогазу в Німеччині, Словаччині та Україні.	4		–	–	–	4	
Тема № 12. Паливо для двигунів із запаленням від стискання.	4		–	–	–	4	
Тема № 13. Специфічні рідини, що застосовуються при технічному обслуговуванніповітряних суден.	2		–	–	–	2	
Тема № 14. Основні авіаційні мастила та мастила для наземної техніки.	2		–	–	–	2	Тестове опитув.
Тема № 15. Паливо для авіаційних поршневих двигунів.	5	1	–	–	–	4	
Тема № 16. Основні поняття. Загальні вимоги та класифікація матеріалів.	4		–	–	–	4	
Тема № 17 Методи дослідження структури та механічних властивостей матеріалів.	4		–	–	–	4	Тестове опитув.
Тема № 18 Теорія сплавів. Діаграми стану сплавів. Властивості кольорових металів.	7	1	–	–	–	6	Тестове опитув.
Тема № 19 Діаграма стану залізо-вуглець. Чавуни та сталі.	4		–	–	–	4	Контр. робота
Всього за семестр № 6:	**90**	**8**	**–**	**4**	**–**	**78**	**залік**

2. Методичні вказівки до практичних занять

Тема № 6. Корозія металів як різновид електрохімічних процесів.

Практичне заняття: Вивчення процесів руйнування покриттів під дією чинників навколишнього середовища.

Навчальна мета заняття: Ознайомитись та вивчити процеси корозії.

Кількість годин – 2 (заочна форма).

Місце проведення: навчальний кабінет коледжу.

Навчальні питання:

1. Види корозії.

2. Залежність процесів корозії від положення металу в електрохімічному ряду напруги.

Література: 2 (с. 316–352); 5 (с. 433–487).

План проведення заняття:

І. Порядок проведення вступу до заняття.

Опрацювати теоретичний матеріал необхідний для виконання практичної роботи:

Корозія − це процес руйнування металів у результаті їх хімічної чи електрохімічної взаємодії з навколишнім середовищем. При електрохімічній корозії на поверхні металу одночасно відбуваються два процеси:

− анодний — окислювання металу

$$Me° - ne = Me^{n+};$$

− катодний — відновлення іонів водню

$$2H^+ + 2e = H_2$$

або молекул кисню, розчиненого у воді,

$$O_2 + 2H_2O + 4e = 4OH^-.$$

Іони або молекули, що відновлюються на катоді, називаються деполяризаторами. При атмосферній корозії – корозії у вологому повітрі при кімнатній температурі – деполяризатором є кисень.

ІІ. Порядок проведення основної частини заняття.

Опанувати приклади розв’язання задач відповідно до теми практичного заняття.

Приклад 1. Як відбувається корозія цинку, що знаходиться в контакті з кадмієм у нейтральному і кислому розчинах. Складіть електронні рівняння анодного й катодного процесів. Який склад продуктів корозії?

Розв'язок. Цинк має більш негативний потенціал (−0,763 В), ніж кадмій

−0,403 В), тому він є анодом, а кадмій – катодом.

Анодний процес:

$$Zn - 2e = Zn^{2+}.$$

Катодний процес:

− у кислому середовищі $2H^+ + 2e = H_2$;

− у нейтральному середовищі $O_2 + H_2O + 2e = 2OH^-$.

Іони Zn^{2+} з гідроксильною групою утворюють нерозчинний гідроксид.

ІІІ. Порядок проведення заключної частини заняття.

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

1. Що таке корозія? Види корозії і чинники її виникнення?
2. Записати приклади розв'язання задач.
3. Від яких параметрів залежить перебіг корозії?
4. Розв'язати задачу за вказівкою викладача з наведеного переліку.

Приклади задач.

1. Як відбувається атмосферна корозія лудженого й оцинкованого заліза при порушенні покриття? Складіть електронні рівняння анодного і катодного процесів.

2. Купрум не витісняє водень з розведених кислот. Чому? Однак, якщо до мідної пластинки, зануреної в кислоту, доторкнутися цинковою, то на міді починається бурхливе виділення водню. Дайте цьому явищу пояснення, склавши електронні рівняння анодного і катодного процесів. Напишіть рівняння хімічної реакції, що відбувається.

3. Як відбувається атмосферна корозія лудженого заліза і лудженої міді при порушенні покриття? Складіть електронні рівняння анодного і катодного процесів.

4. Якщо пластинку з чистого цинку занурити в розведену кислоту, то виділення водню, що починається, незабаром майже припиняється. Однак при дотику до цинку мідною паличкою на останній починається бурхливе виділення водню. Дайте цьому пояснення, склавши електронні рівняння анодного і катодного процесів. Напишіть рівняння хімічної реакції, що відбувається.

5. У чому сутність протекторного захисту металів від корозії? Наведіть приклад протекторного захисту заліза в електроліті, що містить розчинений кисень. Складіть електронні рівняння анодного і катодного процесів.

6. Залізний виріб покрили нікелем. Яке це покриття — анодне чи катодне? Чому? Складіть електронні рівняння анодного і катодного процесів корозії цього виробу при порушенні покриття у вологому повітрі й у хлороводневій (соляній) кислоті. Які продукти корозії утворяться в першому та в другому випадках?

7. Складіть електронні рівняння анодного і катодного процесів з кисневою і водневою деполяризацією при корозії пари магній — нікель. Які продукти корозії утворяться в першому та в другому випадках?

8. У розчин хлороводневої (соляної) кислоти помістили цинкову пластинку і цинкову пластинку, частково покриту міддю. У якому випадку процес корозії цинку відбувається інтенсивніше? Відповідь обґрунтуйте, склавши електронні рівняння відповідних процесів.

9. Чому хімічно чисте залізо є більш стійким проти корозії, ніж технічне? Складіть електронні рівняння анодного і катодного процесів, які відбуваються при корозії технічного заліза у вологому повітрі та в кислому середовищі.

10. Яке покриття металу називається анодним, а яке – катодним? Назвіть кілька металів, що можуть слугувати для анодного і катодного покриття заліза. Складіть електронні рівняння анодного і катодного процесів, що відбуваються при корозії заліза, покритого міддю, у вологому повітрі й у кислому середовищі.

11. Залізний виріб покрили кадмієм. Яке це покриття – анодне чи катодне? Чому? Складіть електронні рівняння анодного і катодного процесів корозії цього виробу при порушенні покриття у вологому повітрі й у хлороводневій (соляній) кислоті. Які продукти корозії утворяться в першому та в другому випадках?

12. Залізний виріб покрили свинцем. Яке це покриття – анодне чи катодне? Чому? Складіть електронні рівняння анодного і катодного процесів корозії цього виробу при порушенні покриття у вологому повітрі й у хлороводневій (соляній) кислоті. Які продукти корозії утворяться в першому та в другому випадках?

13. Дві залізні пластинки, частково покриті одна оловом, друга міддю, знаходяться у вологому повітрі. На якій з цих пластинок швидше утвориться іржа? Чому? Складіть електронні рівняння анодного і катодного процесів корозії цих пластинок. Який склад продуктів корозії заліза?

14. Який метал краще брати для протекторного захисту від корозії свинцевої оболонки кабелю: цинк, магній чи хром? Чому? Складіть електронні рівняння анодного і катодного процесів атмосферної корозії. Який склад продуктів корозії?

15. Якщо занурити в розведену сульфатну кислоту пластинку з чистого заліза, то виділення на ній водню йде повільно і згодом майже припиняється. Однак, якщо цинковою паличкою доторкнутися до залізної пластинки, то на останній починається бурхливе виділення водню. Чому? Який метал при цьому розчиняється? Складіть електронні рівняння анодного і катодного процесів.

16. Цинкову і залізну пластинки занурили в розчин купрум сульфату.

Складіть електронні та іонно-молекулярні рівняння реакцій, що відбуваються на кожній з цих пластинок. Які процеси будуть проходити на пластинках, якщо зовнішні кінці їх з'єднати провідником?

17. Як впливає pH середовища на швидкість корозії заліза і цинку? Чому? Складіть електронні рівняння анодного і катодного процесів атмосферної корозії цих металів.

18. У розчин електроліту, що містить розчинений кисень, опустили цинкову пластинку і цинкову пластинку, частково покриту міддю. У якому випадку процес корозії цинку проходить інтенсивніше? Складіть електронні рівняння анодного і катодного процесів.

19. Складіть електронні рівняння анодного і катодного процесів з кисневою і водневою деполяризацією при корозії пари алюміній — залізо. Які продукти корозії утворяться в першому та в другому випадках?

20. Як перебігає атмосферна корозія заліза, покритого шаром нікелю, якщо покриття порушене? Складіть електронні рівняння анодного і катодного процесів. Який склад продуктів корозії?

Тема № 8 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 густина нафти та нафтопродуктів в залежності від температури за допомогою формул і 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 ДСТУ.

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

План проведення заняття:

I. Порядок проведення вступу до заняття.

Проведення попереднього контролю теоретичних знань здобувачів (фронтальне опитування).

II. Порядок проведення основної частини заняття.

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 (кг/м^3) і частинні одиниці. На практиці частіше використовують відносну густину.

Відносна густина рідкого нафтопродукту – це безрозмірна величина, що становить 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 такі 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 зі зростанням температури. Для більшості нафт і нафтових фракцій ця залежність має лінійний характер і визначається формулою Д. І. Менделєєва:

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

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. Мендєлєєва 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.

До деяких формул, 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

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

масам компонентів:

Приклади розв'язку:

Приклад 1. Нафта знаходиться в резервуарі при температурі 12 °С. Визначити її відносну густину за даних умов, якщо $\rho_4^{20} = 0{,}8675$ г/см^3.

Розв'язок:

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

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

Приклад 2. Визначити відносну густину нафтопродукту ρ_4^{20}, якщо $\rho_4^{15} = 0{,}7586$ г/см^3.

Розв'язок:

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

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

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

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

Розв'язок:

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

$\rho_{4сум}^{5} = 0{,}746 - 0{,}000844(5-20) = 0{,}759$ 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 густина.

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 $\rho_4^{20} = 0{,}756$ г/см^3 та 375 кг керосину $\rho_4^{20} = 0{,}826$ г/см^3.

2. Бензинова фракція з $\rho_4^{20} = 0{,}7486$ г/см^3 нагрівається в теплообміннику від 30°С до52°С. 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^3. На наступний день температура нафти піднялась до 25 °С, визначити густину при даній температурі.

2. Суміш складається із трьох компонентів: $m_1 = 459$ кг, $m_2 = 711$ кг,

m_3 = 234 кг; ρ_1^{24} = 0,756 г/см^3, ρ_2^{24} = 0,790 г/см^3, ρ_3^{24} = 0,780 г/см^3. Визначити густину цієї суміші при 20°С.

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

Основна

1. Романова Н. В. Загальна та неорганічна хімія : практикум. Київ : Либідь, 2003. 205 с.
2. Кириченко В. І. Загальна хімія : навч. посібник Київ : Вища школа, 2005. 635 с.
3. Басов В. П., Радіонов В. М. Хімія : навч. посібн. 4-те вид. Київ : Каравела, 2004. 302 с.
4. Бочеров А. Д., Жикол О. А., Красовська М. В. Хімія : Довідник з прикладами розв'язання задач. Харків, 2011. 416 с.
5. Григор'єва В. В., Самійленко В. М., Сич А. М., Голуб О. А. Загальна хімія : підручник для студентів нехімічних спеціальностей вищих навчальних закладів. Київ : Вища школа, 2009. 471 с.
6. Степаненко О. М., Рейтер Л. Г., Ледовських В. М., Іванов С. В. Загальна та неорганічна хімія. Част. 1. Київ : Педагогічна преса, 2002. 418 с.
7. Степаненко О. М., Рейтер Л. Г., Ледовських В. М., Іванов С. В. Загальна та неорганічна хімія. Част. 2. Київ : Педагогічна преса, 2000. 783 с.
8. Бойченко С. В., Черняк Л. М., Новікова В. Ф. Контроль якості паливно-мастильних матеріалів. Київ : НАУ, 2012. 308 с.
9. Бойченко С. В., Іванов С. В., Бурлака В. Г. Моторні палива і масла для сучасної техніки : монографія. Київ: НАУ, 2005. 216 с.
10. Бойченко С. В., Спіркін В. Г. Вступ до хіммотології палив та олив : навч. посібник. Одеса: Астропринт, 2009. Част. 1. 236 с.
11. Бойченко С. В., Любінін Й. А., Спіркін В. Г. Вступ до хіммотології палив та олив : навч. посібник. Одеса: Астропринт, 2009. Част. 2. 276 с.
12. Полянський С.К., Коваленко В.М. Експлуатаційні матеріали для автомобілів і будівельно-дорожніх машин : підручник . Київ : Либідь, 2005. 504 с.
13. Животовська К. О, Мамлюк О. В. Авіаційні матеріали та їх обробка : навч. посібник. Київ : Вища освіта, 2003.
14. Гарнець В. М. Матеріалознавство : підручник. Київ : Кондор, 2009.
15. Попович В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство : навч. посібник. Львів, 2002. 264 с.
16. Більченко О. В., Дудка О. І., Лобода П. І. Матеріалознавство : навч. посібник. Київ : Кондор, 2009.

Допоміжна

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

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

19. Чабанний В. Я., Магопець С. О., Осипов І. М. Паливо-мастильні матеріали, технічні рідини та системи їх забезпечення : навч. посібник. Кіровоград: Центрально-Українське видавництво, 2008. ч. 2. 500 с.

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

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

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

23. 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).

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

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

26. Хільчевський В. В., Кондратюк С. Є., Степаненко В. О., Лопатько К. Г. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів : навч. посібник. Київ, «Либідь», 2002. 328 с.