

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

Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

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

Аеронавігація

за темою – Специфічні рідини, що застосовуються при ТО ПС

Кременчук 2023

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 27.11.2023 р. № 10

СХВАЛЕНО

Методичною радою
Кременчуцького льотного коледжу
Протокол від 20.11.2023 р. № 4

ПОГОДЖЕНО

Секцією науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 24.11.2023 р. № 10

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічного обслуговування авіаційної
техніки, протокол від 06. 11. 2023 р. № 10

Розробник:

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

Рецензент:

- 1. Викладач циклової комісії аеронавігації Кременчуцького льотного
коледжу Харківського національного університету внутрішніх справ,
спеціаліст вищої категорії, викладач-методист, к.т.н., с.н.с. Тягній В.Г.;*
- 2. Завідувач кафедри технологій аеропортів Національного авіаційного
університету, доктор технічних наук, професор Тамаргазін О.А.*

План лекції

1. Призначення і використання спеціальних рідин. Умови роботи рідин для гідравлічних систем авіаційних апаратів.
2. Сорти гідравлічних рідин та їх характеристика.
3. Противодокристалізаційні рідини та їх характеристика.
4. Охолоджувальні рідини та їх характеристика.

Рекомендована література:

Основна література:

1. Паливно-мастильні матеріали та інші експлуатаційні матеріали. Навчально- методичний комплекс. І.М. Бендера, В.І. Дуганець, М.І.Кизима, та ін.. /за ред.. І.М. Бендера, В.І. Дуганця. – Кам'янець – Подільський: ФОП Сисин Я.І., 2016.- 420 с. Режим доступу: http://www.tsatu.edu.ua/tkm/wp-content/uploads/sites/11/144_posybynyk.pdf
2. Бойченко С. В., Іванов С. В., Бурлака В. Г. Моторні палива і масла для сучасної техніки: монографія. Київ: НАУ, 2015. 216 с. Режим доступу: <https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/38010>
3. Бойченко С. В., Спіркін В. Г. Вступ до хімотології палив та олив: навчальний посібник. Одеса: Астропринт, 2009. Ч.1. 236 с. Режим доступу: <https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/39106>
4. Моторні палива: властивості та якість [текст] підручник / Сергій Бойченко, Андрій Пушак, Петро Топільницький, Казимир Лейда; за заг. ред. проф. С. Бойченка. – К. : «Центр учбової літератури», 2017. – 324 с. Режим доступу: <https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/39105>

Допоміжна література:

1. Карпинець А. П. Лекції з курсу «Використання експлуатаційних матеріалів та економія Пально-енергетичних ресурсів» : навч. посібник. Горлівка, 2014. 107 с. Режим доступу: 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
2. 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. Режим доступу: <https://library.kr.ua/wp->

content/elib/chabanniy/Chabanniy_Pal_mast_Mater_kn1.pdf

3. 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. Режим доступу: https://library.kr.ua/wp-content/elib/chabanniy/Chabanniy_Pal_mast_Mater_kn2.pdf

[content/elib/chabanniy/Chabanniy_Pal_mast_Mater_kn2.pdf](https://library.kr.ua/wp-content/elib/chabanniy/Chabanniy_Pal_mast_Mater_kn2.pdf)

4. Сизова З.О. Конспект лекцій з дисципліни «Хімотологія» : навч. посібн. Харків, 2013. 83 с. Режим доступу: <https://docplayer.net/amp/111468418-Konspekt-lekciy-z-disciplini-himotologiya.html>

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

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

7. 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). Режим доступу: https://www.ksv.biz.ua/GOST/DSTY_ALL/DSTU2/dstu_4796-2007.pdf

8. ДСТУ 7687:2015. Бензини автомобільні євро. Технічні умови. [Чинний від 2016-01 -01]. Київ : УкрНДНЦ, 2015. 15 с. (Національний стандарт України). Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=94717

9. ДСТУ 7688:2015. Паливо дизельне євро. Технічні умови. [Чинний від 2016-01 -01]. Київ : УкрНДНЦ, 2015. 15 с. (Національний стандарт України). Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=62099

10. Інструкція про порядок приймання, транспортування, зберігання, відпуску та обліку нафти і нафтопродуктів на підприємствах і в організаціях України. 2008 р. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0805-08#Text>

11. Наказ від 08.12.2016 № 662 Про затвердження Інструкції з контролю якості пально-мастильних матеріалів та спеціальних рідин у державній авіації України/ Верховна Рада України. Чинний від 17.02.2017. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0060-17#Text>

Текст лекції

1. Призначення і використання спеціальних рідин. Умови роботи рідин для гідравлічних систем авіаційних апаратів.

Робочі рідини для гідравлічних систем і стійок шасі літаків і вертольотів

На ВС гідравлічні системи використовуються як силові пристрої та приводи в механізмах для прибирання і випуску шасі, закрилків, а також в механізмах різних люків, стулок і т.д. На гідравлічному принципі заснований пристрій гасителів коливань - демпферів і амортизаторів.

В якості робочих рідин для гідравлічних систем в даний час використовують продукти, одержувані з нафти, а також синтетичні рідини. Робочі рідини знаходяться в постійному контакті з різними матеріалами, з яких виготовлені агрегати гідравлічної системи. Тиск рідин може досягати 300 кг / см² і більше, температура коливатиметься від -60 до 150 °С і вище. Робочі рідини в гідравлічних системах також піддаються впливу високих тисків на поверхнях пар тертя і інших чинників, які можуть викликати зменшення їх в'язкості.

Робочі рідини повинні:

- мати оптимальну в'язкість в межах робочих температур і тисків;
- володіти хорошими змащувальними властивостями;
- бути стабільними у всьому діапазоні експлуатаційних температур і робочих параметрів;
- мати задовільні низькотемпературні властивості;
- не руйнувати ущільнювачів і не кородувати матеріали деталей системи;
- не розчиняються в собі гази;
- мати мінімальну піноутворюваність;
- бути нестисливими, нелетучими, негорючими, нетоксичними.

Відповідати в повній мірі всім цим вимогам одночасно виявляється практично неможливим, тому, в першу чергу, прагнуть поліпшити найбільш важливі експлуатаційні властивості робочих рідин, а ті чи інші недоліки можуть бути компенсовані зміною конструкції гідравлічної системи або окремих її агрегатів.

2. Сорти гідравлічних рідин та їх характеристика.

Основною робочою рідиною для гідросистем літаків і вертольотів є рідина АМГ-10 - авіаційне масло гідравлічне в'язкістю $10 \text{ мм}^2 / \text{с}$ (сСт) при 50°C . Вона являє собою нафтову фракцію з межами кипіння $200\text{-}320^\circ \text{C}$, загущену полімером вінілбутилового ефіру (вініполом). Для забезпечення стабільності при роботі і зберіганні в рідину додається антиокислювальна присадка. Рідина пофарбована в червоний колір барвником.

На літаках ІЛ-86 використовується вибухо- і пожежобезпечна робоча рідина НГЖ-4. Вона являє собою суміш фосфороорганічних ефірів з загусником і спеціальною присадкою. На відміну від інших рідин рідина НГЖ-4 має високу температуру самозаймання, повільно горить в полум'ї і гасне при його видаленні. Рідина токсична, і застосування її можливо тільки при дотриманні спеціальних заходів безпеки, викладених в інструкції з її застосування.

3. Противодокристалізаційні рідини та їх характеристика.

Рідини проти льоду. Для видалення з поверхонь літаків і вертольотів на землі крижаних утворень (льоду, примерзлого снігу, інею), а також для профілактичної обробки поверхонь з метою їх запобігання від обмерзання на землі використовуються рідини проти утворення льоду «Арктика» і «Арктика-200».

Рідина «Арктика» є водним розчином етиленгліколю (двухатомного спирту) і містить поверхнево-активні речовини. Рідина має малу летючість, вогнебезпечна. Густина рідини при температурі 20°C знаходиться в межах $1,0710\text{-}1,0795 \text{ г/см}^3$, температура замерзання не нижче -37°C .

Рідина «Арктика-200» також є водним розчином етиленгліколю і містить поверхнево-активні речовини, але на відміну від рідини «Арктика» додатково містить загусник і протикорозійну присадку. Завдяки цьому вона має ряд переваг перед рідиною «Арктика» по ряду експлуатаційних властивостей. Перед застосуванням рідина «Арктика-200» розбавляється водою. Методика приготування водного розчину рідини «Арктика-200» викладена в «Інструкції щодо застосування і контролю якості авіаційних паливно-мастильних матеріалів і спеціальних рідин в цивільній авіації».

Противодокристалізаційні рідини (ПВК рідини) – рідина для попередження утворення кристалів льоду в паливі.

Для попередження утворення кристалів льоду в паливах для реактивних двигунів до них додають спеціальні присадки - рідини «І», ТГФ, І-М або ТГФ-М

Рідина «І» є моноетиловий ефір етиленгліколю - етилцелозольв. Її отримують в результаті реакції взаємодії окису етилену з етиловим спиртом. За зовнішнім виглядом - це безбарвна прозора рідина зі слабким ефірним запахом. Рідина гігроскопічна: якщо в її складі міститься більше 2% води, то при введенні в паливо відбувається розшарування. Гранично допустимий вміст води в ПВК рідини 0,5% (за обсягом).

Рідина ТГФ - це тетрагідрофуриловий спирт, який отримують шляхом гідрування фурфуролу в присутності каталізаторів. Вона являє собою безбарвну або зі слабо-жовтим відтінком рідина. Рідина ТГФ гігроскопічна: якщо в її складі міститься 1% води (за обсягом), то при введенні в паливо відбувається розшарування. Гранично допустимий вміст води в рідини 0,25% (за обсягом).

Як ПВК рідин використовуються також І-М і ТГФ-М, які представляють собою суміші рідини «І» або ТГФ з метанолом. Використання цих рідин обумовлюється їх кращою розчинністю в паливі.

4. Охолоджувальні рідини та їх характеристика.

Призначення та основні вимоги до охолоджувальних рідин. При спалюванні палива в двигуні частина тепла йде на нагрів стінок камери згоряння та всього двигуна. При досягненні критичної температури двигун перегрівається, при цьому погіршується наповнення циліндрів та умови мащення, з'являється детонація, калильне запалювання, збільшується витрата палива та знижується потужність двигуна. Для підтримування нормальної температури двигуна його охолоджують, використовуючи для цього охолоджувальні рідини. До охолоджувальних рідин висувають наступні вимоги:

- висока температура кипіння (щоб запобігти утворення парових пробок та втрат рідини);
- висока теплоємність та теплопровідність;
- висока хімічна та фізична стабільність;
- корозійна пасивність;
- не вступати в реакцію з гумовими деталями;
- оптимальна в'язкість;
- відсутність утворення накипу;
- низька вартість та недефіцитність;

- нетоксичність та пожежобезпечність.

При температурах вище нуля всім перерахованим вимогам відповідає вода, основними перевагами якої є нешкідливість, доступність, низька вартість. В'язкість води забезпечує легкість її циркуляції в системі охолодження. Вода володіє великою теплоємністю.

Поки ще немає охолоджувальної рідини, яка повністю відповідала б даним вимогам. Широке застосування в системах охолодження двигунів одержала вода, а при низьких температурах – низькозамерзаючі охолоджувальні рідини.

Використання води у якості охолоджувальної рідини

Найбільш розповсюдженою рідиною, що використовується для охолодження, є вода. Вона має саму високу теплоємність $4,19 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$, більшу теплопровідність, невелику кінематичну в'язкість ($\nu_{20^\circ\text{C}} = 1 \text{ мм}^2/\text{с}$) та більшу теплоту випаровування.

При використанні води в якості охолоджувальної рідини утворення відкладень в системі охолодження двигуна визначається в основному наявністю розчинених у воді солей, що утворюють накип.

Використовувати технічну воду слід після попередньої її пом'якшення (кип'ятіння, обробки вапном та содою) або з додаванням протинакипних присадок (антинакипинів). Наприклад, калієвий хромпик $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ при концентрації його від 5 до 10 г в 1 л води здатний перетворювати солі у речовини, що не утворюють накип.

Використання любого антинакипина повинна випереджати очищення системи охолодження від утвореної раніше накипи.

Вода, як охолоджувальна рідина має переважне застосування, оскільки недефіцитна, має високу теплоємність, пожежобезпечна і нетоксична. Однак їй властиві суттєві експлуатаційні недоліки. Це – низька температура замерзання (0°C), що дуже ускладнює її застосування взимку. До того ж при замерзанні вода збільшує свій об'єм на 10 %, тому при утворенні льоду в системі охолодження виникає тиск до 200...300 МПа, що призводить до поломок двигуна і радіатора.

Низька температура кипіння веде іноді до закипання води в системі охолодження, інтенсивного випаровування і припинення циркуляції, внаслідок утворення парових пробок. Цей недолік води виявляється перш за все у жаркий періоді в гористій місцевості. Застосування закритої системи охолодження дозволяє підвищити температуру кипіння до $110...120^\circ\text{C}$.

Одним з найбільших недоліків води є здатність утворювати накипи на стінках деталей системи охолодження. Накип, маючи низьку теплопровідність (приблизно в 100 раз нижче чавуну), погіршує відведення тепла від стінок двигуна, порушуючи його тепловий режим, внаслідок чого при товщині шару накипу від 1,5 до 6 мм збільшується витрата палива на 9...20%, масла – на 15...40%, а потужність двигуна знижується на 10...20%.

Інтенсивність утворення накипу залежить від вмісту в воді розчинних солей, в основному кальцію і магнію, що характеризується твердістю води.

Низькозамерзаючі охолоджувальні рідини

В зимовий період експлуатації в системах охолодження двигунів використовують низькозамерзаючі охолоджувальні рідини – антифризи, що є сумішшю етиленгліколя з водою.

Етиленгліколь (двохатомний спирт $\text{CH}_2\text{OH} - \text{CH}_2\text{OH}$, або $\text{C}_2\text{H}_4(\text{OH})_2$) являють собою маслянисту жовтувату рідину без запаху з температурою кипіння 197°C та температурою кристалізації $-11,5^\circ\text{C}$. Мінімальне значення температури замерзання

суміші етиленгліколя з водою (-75°C) отримують при концентрації етиленгліколя 66,7 %.

Етиленгліколь та його водні розчини при нагріванні сильно розширюються. Щоб запобігти викид суміші, її не доливають в систему охолодження на 6...8% від загального об'єму. Етиленгліколеві антифризи мають підвищену корозійність по відношенню до металів та руйнують гуму.

В склад антифризів вводять протикорозійні присадки: декстрин – вуглець типу крохмалю (1 г на літр), що зберігає від руйнування свинцево-олов'янистий припой, алюміній та мідь, і динатрій фосфат (2,5...3,5 г на літр), що захищають чорні метали, мідь і латунь.

Етиленгліколь – сильна харчова отрута, тому після контакту з ним необхідно ретельно вимити руки з милом. При експлуатації в першу чергу випаровується вода, це змінює склад, а отже, і температуру застигання антифризу. Температурний коефіцієнт об'ємного розширення у антифризів більший, ніж у води, тому заливати його слід на 5...8% менше, чим води, або використовувати в системі охолодження розширювальний бачок. Неможливо допускати потрапляння в антифриз нафтопродуктів, тому що в цьому випадку розпадаються присадки.

