

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

Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

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

272 Авіаційний транспорт
(Технології робіт та технологічне обладнання аеропортів)

за темою № 13 – Характеристика, призначення та використання спеціальних рідин

Кременчук 2023

ЗАТВЕРДЖЕНО

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

СХВАЛЕНО

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

ПОГОДЖЕНО

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

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

Розробник:

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

Рецензенти:

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

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. Миючі рідини та засоби.
4. Охолоджувальні рідини та їх характеристика.

Рекомендована література:

Основна

1. Бойченко С. В. Оливи. Моторні, турбінні, гідравлічні та трансмісійні: властивості та якість : підручник. Київ : Центр учбової літератури, 2019. 323 с. URL:<https://er.nau.edu.ua/bitstream/NAU/38010/> (дата звернення: 10.08.2023).
2. Бойченко С. В. Моторні палива: властивості та якість: підручник. Київ : Центр учбової літератури, 2017. 324 с. URL:<https://klk.univd.edu.ua/uk/dir/177/biblioteka> (дата звернення: 10.08.2023).
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.

Додаткова

5. Карпинець А. П. Лекції з курсу «Використання експлуатаційних матеріалів та економія паливно-енергетичних ресурсів» : навч. посібник. Горлівка, 2014. 107 с.
URL : https://ea.donntu.edu.ua/bitstream/123456789/27470/2/%D0%92%D0%95%D0%9C_%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82.pdf (дата звернення: 25.07.2023).
6. 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).
7. 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. URL : https://library.kr.ua/wp-content/elib/chabanniy/Chabanniy_Pal_mast_Mater_kn1.pdf (дата звернення: 13.07.2023).

Текст лекції

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

Гідропередачі, щоб забезпечити управління літальним апаратом і його силовою установкою, озброєнням, радіотехнічним обладнанням, підйомом і випуском шасі, гальмуванням коліс, а також гідропневматичні амортизатори і гасителі коливань стійок шасі, розраховані, як правило, на застосування єдиної всесезонної робочої рідини - гідрооливи. В окремих випадках в якості робочої рідини використовуються палива і мастила (головним чином в автоматичці двигуна і повітряного гвинта).

Гідромасло знаходиться в складних умовах: робочий тиск в гідросистемі 10-20 МПа, а при роботі деяких гідроагрегатів - до 25-40 МПа, температура рідини від -60°C на стоянці взимку в холодних районах, а внаслідок аеродинамічного нагрівання в польоті, тертя, теплопередачі від двигуна до $150-200^{\circ}\text{C}$. У гідропневматичних амортизаторах шасі при посадці деяких літаків тиск досягає 100 МПа.

На ВС гідравлічні системи використовуються як силові пристрої та приводи в механізмах для прибирання і випуску шасі, закриттів, 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 / см^2 і більше, температура коливатиметься від -60 до 150°C 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.

Масильна здатність гідромасла АМГ-10 достатня для запобігання зносу гідроприсроїв. Для забезпечення стабільності протягом тривалого терміну служби (двох-трьох років) і меншого впливу на гуму з нафтової основи гідромасла видалені ненасичені і ароматичні вуглеводні і додана антиокиснюча присадка - параоксидифеніламін. Хоча шланги, манжети гідроприсроїв виконані з маслостойкої гуми, при роботі (зазвичай більше двох років) через розчинення гуми в рідині іноді з'являються згустки, що призводять до відмови гідроприсроїв. Тому необхідно регулярно контролювати якість гідромасла і замінювати його.

В'язкість гідромасла АМГ-10 при експлуатації поступово знижується через руйнування в'язкісної присадки. Це призводить до грубої роботи механізмів, наприклад, різкого спрацьовування гальм і до витоків. Якщо в'язкість стала нижче $7 \text{ мм}^2 / \text{с}$, гідромасло замінюється незалежно від терміну служби. Розроблено гідромасло АМГ-10Б, в'язкісна присадка якого більш стійка до механодеструкції. Його в'язкість знижується в 3-4 рази повільніше.

Внаслідок розчинення вологи, що потрапляє з повітря, яка має контакт з рідиною в гідробачку, в гідромасле може накопичитися вода. Її виділення і замерзання на фільтрах, в редукційних клапанах, золотниках викличе відмови або затримки в роботі гідроприсроїв, наприклад, повільну реакцію гальм. Відсутність води періодично контролюється в нижніх точках гідросистем.

Серйозними недоліками гідромасла на нафтовій основі є його вогнебезпечність та недостатня для надзвукових літаків термостабільність. При пошкодженні гідросистеми і аварійному викиді гідромасла на гарячі деталі двигуна виникає самозаймання і пожежа. При бойових пошкодженнях в першу чергу, як правило, загоряється гідромасло, а від виниклого вогнища полум'я починає горіти паливо і масло. Тривала дія високої температури (понад 120°C) викликає появу твердого осаду (такого ж, як в паливах). Попадання його в зазори золотникових та інших регулюючих пристроїв може призвести до відмови гідроприводів, в зазори силових вузлів - до їх передчасного зносу, а відкладення на фільтрах - до уповільнення роботи гідромеханізмів. Щоб уникнути осадкоутворення, заміну гідромасла АМГ-10 на деяких надзвукових літаках проводять через 200 ч польоту.

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. Протиліодяні рідини та їх характеристика. Миючі рідини та їх засоби.

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 °С знаходиться в межах 1,0710-1,0795 г/см³, температура замерзання не нижче -37 °С.

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».

Противоводокристалізаційні 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 гідратування фурфуролу в присутності каталізаторів. Вона являє собою безбарвну або зі слабо-жовтим відтінком рідину. Рідина ТГФ гігроскопічна: якщо в її складі міститься 1% води (за обсягом), то при введенні в паливо відбувається розшарування. Гранично допустимий вміст води в рідині 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.

В теперішній час для очищення зовнішніх та внутрішніх поверхонь літаків від кіптяви та ґрунтових забруднень, деталей від масляних та

нагарозабруднень при ремонті повітряних суден та авіаційних двигунів використовують спеціальні миючі рідини:

- 35% етиленгліколю, 64,25% води, 0,5% олеїнової кислоти, 0,25% моноетаноламіна;
- 50% ЕАФ, 49,25% води, 0,5% олеїнової кислоти, 0,25% моноетаноламіна;
- 75% ЕАФ, 24,25% води, 0,5% олеїнової кислоти, 0,25% моноетаноламіна;
- 97% води, 2% олеїнової кислоти, 1% моноетаноламіна;
- 97,5% води, 2,5% господарського мила;
- 99% бензину Б-70, 1% олії МК-8;
- 95% води, 5% рідини «Прогрес»;
- Вайт-спірит (ГОСТ 3134-52);
- фенольний кам'яно-вугільний креолін;
- 60% технічного трикрезолу, 40% милонафта СТ-2;
- розчинник РДВ;
- змивка АФТ-1;
- Аерол-1 - одновідсотковий розчин пастоподібного концентрату з ПАР, жирних кислот і вуглекислого натрію.

4. Охолоджувальні рідини та їх характеристика.

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°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 етиленгликоля з водою.

Етиленгликоль (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 динарій 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.