

**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 № 7 – Альтернативне паливо для авіаційного та наземного транспорту

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. Склад альтернативних палив.
2. Екологічні вимоги до альтернативних палив.
3. Недоліки та переваги використання альтернативних палив.
4. Проблеми використання альтернативних палив.

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.
5. Полянський С.К., Коваленко В.М. Експлуатаційні матеріали для автомобілів і будівельно-дорожніх машин : підручник . Київ : Либідь, 2005. 504с.
URL:<https://prom.ua/ua/p1824906114-polyanskij-kovalenko-ekspluatatsijni.html> (дата звернення: 05.08.2023).

Додаткова

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: 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).

Текст лекції

1. Склад альтернативних палив.

Під збірним терміном «альтернативне паливо» розуміються в принципі всі речовини здатні горіти, які з більшим чи меншим успіхом можуть бути використані замість класичних палив з нафти і вугілля в двигунах внутрішнього

згоряння або в енергетичних установках. Спочатку основним призначенням альтернативних палив вважалася заміна ним палив з традиційної нафтової сировини, ресурси яких обмежені.

Про вичерпність запасів нафти та необхідність переходу на інші види палива вчені замислювалися вже в ті часи, які зараз ми відносимо трохи не до початку розвитку нафтохімічного синтезу та нафтопереробки. В.Є. Тищенко в монографії «Хімічна промисловість та війна», яка опублікована в 1923 році, писав: «Кам'яне вугілля дорожчає, запаси його виснажуються і це зобов'язує дотримуватися великої економії його використання. В Північній Америці видобуток нафти йде такими швидкими темпами, що провідними людьми... розповідаються побоювання за повне виснаження нафтових запасів протягом найближчих 30 років». З тих пір пройшло кілька десятиліть, з надр землі вилучили десятки мільярдів тонн нафти, щорічно обсяги її видобутку зростають в сотні разів, а потенціал видобутку нафти оцінюються всі тими ж 30 роками. Нафтовий достаток діяв розслаблюючим чином і до альтернативних палив зверталися тільки в крайньому випадку, головним чином ті країни, які були обмежені нафтовими ресурсами. Найбільш перспективними для застосування в двигунах внутрішнього згоряння були визнані продукти зрідження вугілля, горючі гази і рідкі продукти їх переробки, спирти і також рослинні масла. Особливе місце в цьому переліку заслуговує водень як найбільш енергоємний та екологічно чистий носій енергії.

Необхідними умовами подальшого розвитку автомобільного транспорту і БДМ мають бути економія палива й зменшення обсягів шкідливих викидів у атмосферу. До перспективних шляхів досягнення цього належить часткова або повна заміна традиційних нафтових палив на палива іншого походження: палива з вугілля, синтетичні палива, спирти, газові конденсати, метилтретиннобутиловий ефір, водень і водобензинові емульсії, в одних випадках вирішення проблеми перебуває на рівні дослідження (використання водню), в інших – на стадії успішних експериментів на машинах, що виробляються (використання спиртів).

До перспективних видів палив сформувалися певні вимоги: вони повинні мати такі фізико-технічні властивості, щоб не треба було докорінно змінювати конструкцію двигуна, паливної апаратури й умови зберігання палива в баках машин, а також могли б забезпечити підвищення економічної ефективності роботи двигуна та економію бензину.

Альтернативні палива за складом, властивостями, методам отримання надзвичайно різноманітні. Виробництво і застосування альтернативних палив розширюється у всіх розвинених країнах світу. Особливий інтерес представляє ряд альтернативних палив з поліпшеними екологічними властивостями, зумовленими особливостями їх хімічного складу. Поряд з цим деякі види альтернативних палив мають незадовільні експлуатаційні властивості і вимагають додавання спеціальних присадок. До альтернативних палив відносяться продукти нафтового природного і синтетичного походження.

Палива, отримані з газоконденсату і важких нафт, гідрогенізацією вугілля, близькі за складом до палив з нафтової сировини і можуть досліджуватися тими ж методами. Іншими видами альтернативних палив (замінниками бензина, реактивних, дизельних палив), а також добавками або комкомпонентами є індивідуальні сполуки і природні продукти на основі рослинної сировини і вугілля:

- природний газ (метан), вуглеводневий або нафтовий газ (Пропан, бутан);
- продукти процесу Gas to Liquid (GTL), реакції Фішера- Тропша - конверсії природних або попутних нафтових газів;
- спирти (етанол, метанол), спирто-бензинові суміші;
- складні ефіри (метилтретбутиловий ефір.);
- ефіро-спиртові суміші;
- азотоводородной з'єднання (аміак, гідразин, диметил- гідразин, триетиламін, ксілідін);
- рідкий водень;
- біопаливо, що отримується термічним і біологічним способами з біомаси або комунально-побутових відходів;
- пиловидне (каменновугільне), суспензійне паливо (водно-, бензино-, керосино-, мазуто-, смоло-, метаноловугільні дисперсії) і водо-паливні емульсії.

Більшість видів альтернативних палив - це індивідуальні з'єднання природного або синтетичного походження.

Палива з вугілля та синтетичні палива

Сировиною для виробництва синтетичних бензинів є нафтові залишки і вугілля. Тому процес переробки з вугілля зводиться не тільки до здобуття палива, а й до вилучення небажаних речовин.

Процес отримання палива з вугілля відбувається в дві стадії:

- спочатку вугілля або смолу розтирають з важкими оливами до утворення пасти, а потім гідрують під тиском 25...70 МПа в присутності каталізатора – заліза;
- одержану пасту переганяють, а фракції з температурою кипіння понад 325 °С знову піддають гідрогенізації (гідруванню), що полягає в приєднанні водню до хімічних елементів або сполук під впливом каталізатора (металів, оксидів, сульфідів).

Залежно від умов проведення процесу продуктами переробки можуть бути бензин, дизельне паливо і мазут. Октанове число синтетичних бензинів дорівнює 69,5, отже, його треба підвищувати.

Синтетичне рідке паливо для ДВЗ отримують синтезом із суміші водню й оксиду вуглецю, які виробляють з нафтових речовин, природних газів і вугілля. В результаті цього одержують бензин з октановим числом 60...80 (за дослідницьким методом), високоякісне дизельне паливо і парафін. Синтезують також високоякісні компоненти палив (наприклад, ізооктан, алкілбензол), що підвищують антидетонаційні властивості.

На відміну від нафти та вугілля синтетичний бензин містить багато кисню (до 20 %), сірки, азоту і мінеральних речовин (золи).

Характерно, що в одержаних речовинах відсутня сірка, а це значно підвищує їхню якість. Але виробництво і т синтетичного палива потребує від 3 до 6 т вугілля, тому це паливо поки що в 1,5...2 рази дорожче за бензин і практично не застосовується.

Метанол і етанол. Метанол (метиловий спирт) можна виробляти з природного газу, вугілля, біомаси або міських відходів. У США метанол в основному виробляють з природного газу. Проте виробництво метанолу потребує великих енергетичних витрат. Економічнішим є виробництво метанолу з вугілля, хоч і цей процес вимагає значних енергетичних витрат.

Енергетичний коефіцієнт корисної дії виробництва метанолу з вугілля становить приблизно 45...50 %, тобто трохи вищий, ніж при виробництві дизельного палива і бензину, значення якого досягає 40 %. При виробництві метанолу з деревини цей коефіцієнт коливається в межах 42...50%, а з природного газу — 60...70 %.

Промисловий синтез метилового спирту (метанолу) ґрунтується на тім, що оксид вуглецю в присутності каталізаторів (оксидів цинку та хрому) відновлюється воднем до метилового спирту. Але для процесу синтезу необхідна висока температура (близько 450 °С) і тиск приблизно 20 МПа.

Метанол є чудовим паливом для двигунів внутрішнього згорання, оскільки має високе октанове число (вище 100) і при згорянні метанолу зменшується кількість небажаних речовин.

Метилтретиннобутиловий ефір. Цей продукт одержують при взаємодії метанолу з ізобутиленом в присутності каталізаторів.

Метилтретиннобутиловий ефір (МТБЕ) має порівняно високу антидетонаційну стійкість і тому є перспективним компонентом автомобільних бензинів.

Порівняльна характеристика бензину й перспективних палив

Показник	Бензин	Метанол	Етанол	МТБЕ
Октанове число: за дослідним методом за моторним методом	80...98 76...88	114 95	111 94	117 100
В'язкість за температури 20 °С, мм ² /с	0,65	0,55	1,76	0,75
Густина за 20 °С, кг/м ³	700	800	790	750
Температура, °С: кипіння кристалізації самозаймання займання	35...195 – 60 255...370 –27...–39	65 – 98 464 8	78 – 115 423 13	51...62 – 105 421 11
Тиск насичених парів за 20 °С, кПа	66,5...93	12,1	5,6	58,4
Границі займання об'ємні, %	0,8...5,2	5,5...36	4,3...19	—
Теплота згорання, кДж/г · моль	254	238	278	—
Розчинність у воді, %	0,0008	Повна	Повна	14,3

МТБЕ практично нетоксичний і при доданні в бензин у кількості 15 % поліпшує його фракційний склад і стабільність.

Позитивні якості МТБЕ при додаванні до бензину такі:

- можливе одержання неетильованих високооктанових сумішей, оскільки за антидетонаційними властивостями МТБЕ значно перевищує всі марки бензинів (його октанове число за моторним методом — 100, а за дослідницьким — 117). При цьому немає необхідності змінювати регулювання паливної апаратури;
- висока теплотворна властивість (37 700 кДж/кг);
- домішка 10 % МТБЕ підвищує октанове число бензинів за дослідницьким методом на 2,1...5,9 одиниць, а 20 % — на 4,6... 12,6; тобто ефективність його значно вища, ніж при використанні метанолу;
- полегшується фракційний склад бензинів, при цьому знижується температура перегонки 50 % фракцій, а тим самим поліпшуються пускові якості та прийомистість двигуна, але збільшується й небезпечність створення парових пробок;
- дещо поліпшуються потужність й економічність двигуна в усьому діапазоні навантаження та частоти обертання колінчастого вала;
- знижується токсичність відпрацьованих газів приблизно на 10 % (за рахунок зниження вмісту оксиду вуглецю);
- зменшується витрата бензину на 3 %.

Можливе використання МТБЕ справедливо розглядається як один із перспективних напрямів розширення ресурсів високооктанових неетильованих бензинів.

Газові конденсати - це рідкі вуглеводні, які знаходяться в підземних пластах під тиском 4,9...9,8 МПа та температурі до 1500 С і конденсуються за нормальних умов із природних газів. Усі газові конденсати складаються в основному із нафтових і парафінових вуглеводнів, получають з нафти прямою перегонкою газового конденсату, а також як суміш фракцій газового конденсату з товарним дизельним паливом. Воно рекомендується при експлуатації дизелів у північних умовах при температурі повітря мінус 45° С і вище. Це паливо токсичне і вибухонебезпечне, шкідливо діє на центральну нервову систему, подразнює слизові оболонки очей та верхніх дихальних шляхів (гранична концентрація парів вуглеводнів у перерахунку на вуглець є 300 мг/м³).

Вибухонебезпечні суміші виникають при вмісті парів газоконденсатного палива у повітрі за об'ємом у повітрі від 1,4 до 8%. Температура запалювання становить - 50 С, самозапалювання – 250...3700 С. Цетанове число і густина газоконденсатного палива менше, ніж у звичайного ДП, що зумовлює велику затримку запалювання і зменшує його подачу. При відповідному регулюванні паливної апаратури дизеля його потужність, а також ефективність та економічність показників роботи практично не змінюється.

Водень. Донедавна водень розглядався лише як потенційне ефективне паливо. Проте постійно з'являються повідомлення про розробки експериментальних моделей автомобілів та інших транспортних засобів, що працюють на рідкому водні.

Технологію використання водню як палива для автомобілів можна вважати повністю віцпрацьованою.

Ще на початку 80-х років у колишньому СРСР був випробуваний дослідний автомобіль (РАФ-2203), в кузові якого були встановлені баки з рідким воднем. Аналогічні випробування, включаючи створення дослідних зразків, здійснюються і в Україні (в м. Харкові).

Найхарактернішими властивостями водню є:

- теплотворна здатність водню дорівнює 118045 кДж/кг і перевищує теплотворну здатність бензину в 2,7 рази;
- об'ємна енергоємність водню низька через малу густину (водень — найлегший елемент, навіть у рідкому стані він у 14 разів легший за воду);
- швидкість згоряння горючої суміші водню з повітрям у 6 разів перевищує швидкість згоряння бензиноповітряної суміші (для спалювання 1 кг водню необхідно вдвоє більше повітря, ніж для спалювання дизельного палива), але він здатен миттєво змішуватися з іншими газами і, зокрема, з повітрям;
- суміш водень—повітря запалюється за наявності водню від 4 до 74 % і горить при температурі вище 500 °С з утворенням парів дистильованої води;
- відпрацьовані гази при роботі двигуна на водні не містять шкідливих домішок, за винятком оксидів азоту, яких дуже мало.

Але водень має значно нижчу теплотворну спроможність, ніж бензин. Ці властивості водню спричиняють порушення нормального протікання робочого процесу — дострокове запалювання робочої суміші в циліндрах, жорстке згоряння, детонацію, займання у впускному трубопроводі.

Незважаючи на зазначені недоліки, водень є перспективним паливом взагалі і для двигуна внутрішнього згоряння зокрема.

На сьогодні водень використовується як добавка до рідких палив для збагачення їх висококалорійним компонентом. При цьому двигун не потребує ніяких змін.

Величина добавки водню залежить від режиму роботи двигуна. В режимі холостого ходу та малих і середніх навантажень для забезпечення оптимальних показників потужності та динамічності двигуна потрібно близько 20...25 % водню, а в режимі середнього і повного навантаження (на трасі) — значно менше. Тому бензиноводневі суміші доцільніше застосовувати на автомобілях, що працюють в умовах інтенсивного міського руху.

Встановлено, що на режимі холостого ходу на 100 км пробігу автомобіля замість 12,2 кг бензину витрачається всього 5,5 кг бензину і 1,8 кг водню. Отже, 1,8 кг водню замінює 6,7 кг бензину, тобто 1,8 кг водню дає змогу зекономити 50...55 % бензину.

Слід урахувати, що вартість водневого палива не вища, ніж інших видів синтетичного палива. При цьому концентрація оксиду вуглецю у відпрацьованих газах знижується в 13 разів, оксидів азоту — в 5 разів, вуглеводнів — на 30 %.

Для комбінованого постачання бензиноводнової суміші, коли витрата водню незначна (близько 20 % від основного палива), його можна використовувати в стисненому стані. Включення і відключення подачі водню не спричинює труднощі і здійснюється за допомогою електромагнітного клапана.

При використанні водню без домішок зберігати й використовувати його доцільно в рідкому стані, але при цьому необхідна надійна теплоізоляція паливного бака, оскільки температура рідкого водню становить - 253 °С. Тому для транспортування і зберігання водню потрібно використовувати криогенні резервуари з подвійними стінками й ізоляцією між ними. Однак і рідкий водень займає в 3,5 рази більший об'єм, ніж еквівалентна за енергією кількість бензину. Через це найперспективнішим для зберігання водню є використання повторних енергоносіїв, наприклад металогідридів, здатних акумулювати в собі водень. У цьому разі розв'язується проблема безпеки експлуатації водневого палива і забезпечується допустимий енергозапас без необхідності створення високих тисків або криогенних температур.

Виділення водню із гідроаккумуляторів відбувається в результаті підігрівання гідридів гарячою рідиною із системи охолодження або відпрацьованими газами. При цьому об'ємна енергоємність найкращих гідридів наближається до рівня рідкого водню, в зв'язку з чим об'єм гідридного бака може бути меншим від об'єму криогенного бака для рідкого водню, але сумарна маса бака з паливом зрівнянна з сумарною масою рідководневих паливних баків.

Гідридний акумулятор не потребує суттєвого догляду, швидко заряджується, собівартість його нижча, а термін експлуатації більший, ніж кислотних акумуляторних батарей. Тому автомобілі з гідридними акумуляторами можуть конкурувати зі звичайними автомобілями й електромобілями.

З огляду перспектив застосування водневої енергетики в майбутньому найважливішими є економічні фактори. В цьому відношенні водень як енергоносіє не має конкурентів. Сировинні ресурси для одержання водню необмежені: його можна одержати з біомаси у результаті газування вугілля, часткового окиснення вуглеводневого палива, застосовуючи сонячне випромінювання, а також у результаті електролізу води. Але для здобуття водню потрібна велика кількість енергії. Собівартість цих методів, у перерахунку на енергетичну одиницю, у 2...10 разів вища, ніж одержання природного горючого газу.

З погляду енергоємності, а також виділення токсичних компонентів у відпрацьованих газах водень є найкращим із усіх можливих палив. За своєю структурою молекула водню найпростіша. Під час її окиснення утворюється вода — найм'якша речовина, що міститься у відпрацьованих газах.

Перший двигун працював на водні у 1854р.

Позитив:

1. Необмежена сировинна база:

-в атмосферному повітрі міститься 3,5 10⁻⁶ %;

-у літосфері і гідросфері – 1%;

-у воді 11,19%;

2. Можливість виробництва його із природного газу, коксового газу, газів нафтопереробки, електролізом води;

3. Висока теплота згоряння (120мДж/кг);

4. Відсутність шкідливих речовин у продуктах згоряння;

5. Легкість транспортування.

Негатив:

1. $t_{кр.} = -239^{\circ} \text{C}$;

2. ОЧД=70;

3. Важко зберігати у рідкому стані;

4. Дострокове запалювання робочої суміші в циліндрах, жорстке її згоряння, виникнення детонації, спалахів у впускному трубопроводі.

Використання водню можливо:

1. Як основне палива;

2. Як домішок;

3. В залежності від стану:

- зрідженому;

- стисненому;

- твердому (гідриди).

Незважаючи на зазначені недоліки водень є перспективним паливом загалом і для ДВЗ зокрема. Нині він цікавий, як домішка до рідкого палива для його збагачення висококалорійним компонентом. При цьому двигун не потребує ніяких змін.

Встановлено, що домішки водню залежать від режиму роботи двигуна. В режимі холостого ходу, малих і середніх навантажень для забезпечення оптимальних потужнісних та динамічних показників його потрібно близько 20...25%, а в режимі середнього і повного навантаження (на трасі) значно менше. Тому бензиноводневі суміші найдоцільніше застосовувати на автомобілях інтенсивного міського руху (економія бензину – 50...55% бензину).

Для комбінованого постачання бензиноводневої суміші, коли витрата водню невелика (близько 29% основного палива), водень можна використовувати в стисненому стані.

При використанні водню в чистому стані зберігати і застосовувати його доцільно в рідкому стані, але при цьому потрібна надійна теплоізоляція

паливного бака, оскільки температура рідкого водню становить -253°C . Тому при транспортуванні та зберіганні водню слід використовувати криогенні резервуари з подвійними стінками і ізоляцією між ними.

Отже широке використання водню як палива в близькому майбутньому важкодоступне не тільки через перелічені недоліки, а й через високу вартість його виробництва. Тільки за умови забезпечення енергетичної та економічної технології, коли витрати енергії на здобуття водню будуть компенсовані його енергетичним потенціалом і загальним економічним ефектом, це паливо займе чільне місце в загальному енергетичному балансі.

Аміак

До синтетичних палив відносять і аміак. Перспективність аміаку обумовлена його доступністю, відносно низькою вартістю і практично необмеженою сировинною базою. При повному згоранні аміаку утворюється тільки один шкідливий компонент NO_x , однак і його вміст незначний унаслідок низької температури горіння аміачно-повітряних сумішей.

У нормальному стані аміак – безбарвний газ з різким характерним запахом. При температурах навколишнього середовища аміак зріджується вже під тиском 0,6-0,7 МПа. Розчиняється у воді у великих кількостях: від 700 об'ємів при 293 К до 1200 об'ємів при 273 К в одному об'ємі води. Погано спалахує, таким чином у пожежному відношенні відносно небезпечний.

Концентраційні межі займання аміаку з повітрям складають 15-18 % за об'ємом, температура самозаймання рівна 651°C .

Аміак проявляє лужні властивості, тому кородує мідь, бронзу, латунь і інші кольорові метали. Відносно стійкі сталь, чавун, алюміній, нікель, титан, монель-метал. Вуглецева сталь практично не кородує при контакті із зрідженим аміаком, тому з неї виготовляють трубопроводи і резервуари для зберігання аміаку. Стійкі до аміаку феропласти і деякі сорти гуми. Зріджений аміак характеризується помірними енергетичними показниками: теплота згорання – 17,13 МДж/кг або $11,64 \cdot 10^3$ МДж/м³. Аміак характеризується екстремальною антидетонаційною стійкістю: його ОЧМ 111 од., по дослідницькому – близько 130 од.

Дія аміаку перш за все позначається на слизових оболонках рота, носа, дихальних шляхів, викликаючи їх роздратування і кашель.

Транспортування і зберігання аміаку здійснюється в сталевих балонах під тиском до 0,6 МПа.

Вода як домішка до палива.

З метою економії бензину та більш раціонального використання низькооктанових бензинів останнім часом активно ведуться роботи щодо використання води як домішки до палива.

Механізм дії води на робочий процес у ДВЗ вивчений неповністю, але вважається, що при доданні води збільшується ОЧ палива, завдяки чому

зростає потужність і поліпшується економічність роботи машини. На думку фахівців, ця дія зумовлюється в основному трьома чинниками:

- *охладженням заряду робочої суміші;
- * охолодженням деталей камери згоряння;
- *дією водяної пари як інертного середовища, що регулює процес згоряння суміші.

Вода може подаватися безпосередньо впорскуванням у циліндри або впускну систему двигуна, а також у вигляді водобензинової емульсії (ВБЕ). Використання ВБЕ пов'язано з рішенням низки практичних завдань:

- *створення ВБЕ, що забезпечують потрібну стабільність;
- *розробкою ефективних ПАР, які знижують поверхневий натяг води;
- *створенням раціональної системи здобуття і використання ВБЕ в господарствах.

Практика показала, що через підвищену в'язкість ВБЕ в її склад можна вводити не більш, як 10% води.

Незважаючи на перелічені недоліки, практика показує, що при роботі двигуна на ВБЕ з умістом 10-30% води питома вага палива знижується на 12...22% при повних навантаженнях і на 7...10% при середніх.

Найефективнішим способом подачі води є її безпосередньо впорскування у всмоктувальний колектор двигуна. Цей спосіб забезпечує подачу води у впускний колектор на режимах середніх і максимальних навантажень, тобто, коли вимоги до ОЧ палива підвищуються.

У дизелях можна також застосовувати обводнене паливо – водопаливну емульсію (ВПЕ), що характеризується вищою фізичною стабільністю і для її приготування потрібно значно менше ПАР, причому емульгатори не повинні спричиняти схильність до відкладання небажаних речовин та корозії. У цьому випадку питома витрата палива може бути знижена на 2...6%.

Обводнене дизельне паливо характеризується зниженням цетанового числа і великим періодом затримки самозапалювання. Однак, наявність „мікровибухів” капель емульсії та вплив на згоряння хімічних чинників (присутності води) призводить до інтенсифікації тепловиділення і скорочення тривалості згоряння палива, що сприяє його витрати.

Біопаливо.

При створенні нового виду палива і розгляданні системи “палива – двигуни – експлуатація” можливі два крайні випадки адаптації палив до двигуна. В одному випадку під існуючу конструкцію двигуна створюється альтернативне паливо, по своїх фізико-хімічних властивостях близьке до традиційного нафтового (наприклад, дизельного); у іншому випадку – під розроблене (пропоноване) альтернативне паливо конвертується двигун, що значно важче вирішити практично, оскільки це вимагає досить значних науково-технічних зусиль і матеріальних засобів.

При аналізі можливостей використання у ДВЗ різних видів альтернативних палив особлива увага була приділена паливам з поновлюваних джерел сировини. Ці палива знаходяться в рідкому або газоподібному стані, виробляються з зеленої маси або насіння рослин.

Рапсове масло (біопаливо) – рідина від ясно-жовтого до темно-коричневого кольору, $t_{\text{заст}}$ від 0 до -10°C , не розчинне у воді, розчинне в органічних розчинниках, $t_{\text{спал}} \geq 230^{\circ}\text{C}$. До складу входять жирні кислоти: 3-6% насичених кислот (головним чином пальмітинова і стеаринова) та ненасичені кислоти 5-44% олеїнової, 11-42% лінолевої, 1-12% ліноленової, 11-56% ерукової, 8-15% гадолеїнової. Отримують з насіння рапсу пресуванням або екстрагуванням органічними розчинниками.

Рапс відноситься до тих рослин, які можуть бути використані для рекультивації радіоактивно забруднених земель.

До безперечних переваг біодизеля необхідно віднести наступне: паливо з поновлюваних джерел; висока біорозкладність; хороші хімотологічні властивості; зменшена на 25 - 30 %, емісія шкідливих речовин з відпрацьованими газами (у складі відсутня сірка, що виключає викид в атмосферу SO_2 і SO_3); знижена небезпека парникового ефекту (скільки CO_2 поглинається рослинами в процесі зростання, стільки ж йде в навколишнє середовище при згоранні даного виду палива).

З-за особливостей структури молекули біодизеля (наявність 10 % кисню і знижене на 10 %, кількість вуглецю) його теплота згорання на 14 % нижче, ніж у дизельного палива, що приводить до збільшеної витрати палива. Відмічається велика гігроскопічність біодизеля і його агресивність до лакофарбових покриттів і гумотехнічних виробів. Можливе збільшення рівня шуму та задимленості при холодному пуску двигуна що працює на біодизелі, при знижених температурах потрібне застосування депресорних присадок.

2. Екологічні вимоги до альтернативних палив

90% шкідливих канцерогенних викидів, що містяться в атмосфері великих міст України, забезпечує автотранспорт. Значно знизити їх і водночас забезпечити ринок нафтопродуктів новим видом моторних палив можливо - за рахунок початку виробництва конкурентного альтернативного палива з вугілля і газу.

Забезпечення моторним паливом є одним із проблемних завдань, що стоять перед нашою країною. Складність його вирішення зумовлена такими факторами:

- зростаючими вимогами до якості палив;
- станом нафтопереробних заводів в Україні;
- обмеженістю обсягів власного видобутку нафти.

Однак розв'язати цю проблему можливо не тільки за рахунок імпорту нафтопродуктів, але й налагодивши власне виробництво альтернативних і екологічно чистих палив.

Використання не нафтової сировини не тільки розширює ресурси палива але часто дозволяє поліпшити їх екологічні характеристики. Сьогодні проблема екологічності палива набула самостійного значення в зв'язку з посиленням екологічних вимог, висунутих як до самого палива, так і до продуктів їх згоряння.

Основні екологічні вимоги до палив наступні:

- відмова від сполук свинцю при виробництві автомобільних бензинів;
- суворе обмеження вмісту бензолу в автомобільних бензинах;
- обмеження вмісту ароматичних вуглеводнів, особливо поліциклічних в бензинових і дизельних паливах;
- обмеження вмісту олефінових вуглеводнів в автомобільних бензинах;
- обмеження вмісту сірки в бензинах і дизельних паливах аж до тисячних часток відсотка:

– поступове обмеження емісії продуктів неповного згоряння: монооксиду вуглецю, вуглеводнів, твердих частинок і оксидів азоту.

Кабінет міністрів України постановою від 1 серпня 2013 р. № 927 затвердив "Технічний Регламент про вимоги до автомобільних бензинів, дизельного, судових і котельних палив". Зазначений регламент розроблено з урахуванням директив Євросоюзу. Його метою є перехід на європейські стандарти моторних палив як вагомий фактор захисту здоров'я людей і охорони навколишнього середовища від шкідливих викидів.

Газоподібні викиди, що утворюються при експлуатації транспортних засобів, мають значну питому вагу в структурі джерел забруднення атмосфери. Наприклад, їхня частка в загальному обсязі таких викидів у США, Великобританії та ФРН становить 50–60%. До найнебезпечніших викидів двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) належать поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ), що мають сильний канцерогенно-мутагенний вплив на організм людини. Встановлено, що близько 90% ПАВ, які містяться в атмосфері великих міст України, припадає на ДВЗ транспортних засобів. Іншим великим забруднювачем атмосфери є оксиди сірки.

Технічним регламентом передбачено подовження дії стандарту якості автомобільних бензинів і дизельного палива, що відповідає вимозі Євро-3, до кінця 2015 р. Цією ж постановою Кабмін затвердив кінцевий строк введення в обіг палива стандарту Євро-4 - до 31 грудня 2017 р., а Євро-5 - на необмежений строк.

3. Недоліки та переваги використання альтернативних палив.

Метанол має істотні переваги:

- можливість використання збіднених сумішей ($\alpha = 1,05 \dots 1,1$), що знижує витрати палива;

- суттєве зменшення у відпрацьованих газах оксиду азоту (в 1,5...2 рази) і вуглеводнів (в 1,3...1,7 рази);
- оксиди вуглецю виділяються в такій самій кількості, як і при роботі на бензині.

Однак при переведенні двигуна на метанол необхідні деякі конструктивні зміни паливної апаратури і в деякій мірі в самій машині.

При цьому треба:

- встановити обладнання, яке полегшувало б запуск, особливо за мінусових температур повітря;
- збільшити місткість паливних баків;
- замінити деякі матеріали паливної системи на більш стійкі, бо метанол агресивний;
- встановити устаткування для підігріву суміші, оскільки робота на метанолі пов'язана зі значними переохолодженнями паливоповітряного тракту.

Враховуючи зазначені недоліки поки що рекомендують використовувати як домішку до бензину, наприклад, суміш М І 5 (15 % метанолу та 85 % бензину). В цьому разі досягають таких позитивних результатів:

- немає потреби вносити конструктивні зміни в двигун і знову регулювати паливну апаратуру;
- можна працювати на бензині з меншим октановим числом і замінити етильований бензин на неетилований;
- немає потреби в стабілізаторі, адже за значного додавання метанолу суміш зберігає свою стабільність;
- при добавці всього 3...5 % метанолу забезпечується економія бензину на 2,5 % при збереженні потужності, динамічних і економічних показників а також рівня токсичності відпрацьованих газів.

Стійкий запуск холодного двигуна для суміші М І 5 (так позначають бензин із 15 %-ю добавкою метанолу) забезпечується за температури повітря —26 °С. За нижчих температур рекомендується підігрівати повітря при застосуванні паливоповітряної суміші або додавати до палива легкі компоненти.

При роботі на метанолі розбухають манжети насосів прискорення, а отже, збільшується кількість їхніх відмов.

Серйозні проблеми пов'язані з низькою стабільністю бензометанольних сумішей і чутливості їх до води. Так, суміш стає практично непридатною для експлуатації навіть при збільшенні води в ній від 0,2 до 1 %, оскільки температура розшарування за наявності води збільшується від —20 до 10 °С.

Отже, процес розшарування активізується за умови зниження температур, збільшення концентрації води і зменшення спиртових добавок.

Вважається, що через високу леткість метанолу необхідна щільніша герметизація паливоподавальної системи і ретельне виконання правил техніки безпеки. Гранична концентрація парів метанолу становить 5 мг/м³, що

значно вище, ніж у антидетонаторах тетраетилсвинцю (ТЕС) та тетраметилсвинцю (ТМС).

Аналогічні властивості має й етиловий спирт (етанол), але за деякими показниками він перевищує метанол і може застосовуватись у двигунах як у суміші з бензином, так і самостійно. Після модернізації двигунів метанол і етанол можуть застосовуватися в суміші з дизельним паливом як домішка в кількості 15... 20 %. При додаванні спирту значно знижується в'язкість палива, зменшується густина, оскільки питома вага спирту менша. Це сприяє кращому сумішоутворенню, горінню і, як наслідок, збільшенню потужності та поліпшенню пуску двигуна при низьких температурах.

Ці суміші не зумовлюють корозію і не забруднюють паливну систему дизеля. Однак поки що застосування домішок у вигляді синтетичних спиртів обмежене через високу вартість самих спиртів і присадок, які стабілізують паливоспиртові суміші. Але метанол є сировиною і для звичайних синтетичних бензинів.

Сфера застосування нетрадиційних палив.

На думку фахівців нетрадиційні палива мають використовуватися у послідовності на сьогоднішній день:

- використання МТБЕ (зараз добавляється у товарні бензини);
- використання бензометанольної суміші з умістом 3...5% метанолу;
- застосування бензометанольної суміші з умістом 15% метанолу;
- роздільна подача метанолу і бензину;
- водень як паливо для автомобілів може знайти широке застосування вже в середині нинішнього століття. До цього його можна використовувати як домішку до палива;
- додання води до бензину з утворенням ВБЕ, а також роздільна подача бензину і води не дають прямої економії бензину і потребує встановлення на двигуні додаткової системи живлення, або створення дорогих стабілізаторів.

4. Проблеми використання альтернативних палив.

На сьогоднішній день автомобільний транспорт є одним з основних споживачів нафтопродуктів і залишиться головним споживачем моторних палив на період до 2040-2050 р. В найближчій перспективі очікується збільшення споживання нафтопродуктів при приблизно постійних об'ємах їх виробництва і зростаючий дефіцит моторних палив. Використання на транспорті різних альтернативних палив забезпечує вирішення проблеми заміщення нафтових палив, значно розширює сировинну базу, полегшує вирішення питань забезпечення паливом транспортних засобів і стаціонарних установок. Останнім часом все більш широке розповсюдження отримують альтернативні біопалива.

Інтенсивні роботи з переобладнання дизелів на біопаливо проводяться як в країнах з обмеженим енергетичним потенціалом, так і в країнах з великими запасами нафтової сировини, а також в високо розвинутих країнах, які мають

фінансову можливість купівлі нафтових енергоносіїв. На даний час в Європі продукується більше 6,5 млн. т. біопалива. Перше місце в світі у споживанні в транспортній сфері альтернативних палив займають знежирені нафтові гази (знежирені вуглеводневі гази чи пропан-бутанова суміш), які одрежуються при переробці нафтового (попутного) газу.

Найдоступнішою сировиною для виготовлення моторних палив для транспорту в найближчій перспективі є вугілля. В світових запасах енергоресурсів вугілля складає 80-85% сумарного енергетичного потенціалу. Доведено, що світові запаси вугілля складають 16 трлн. т., з них 4 трлн. т. – доступні рентабельні запаси. При сучасному рівні добування вугілля цих запасів вистачить на 200-250 років. Серед альтернативних енергоносіїв для транспорту необхідно відмітити водень, а також вуглеводневмісні палива (синтез-газ H_2+CO).

Перспективні в якості моторних палив рослинні олії: соняшникова, ріпакова, бавовняна, соєва, льняна, пальмова, арахісова, суремна та ін. На даний час вартість рослинної олії і палив на їх основі співрозмірна з вартістю нафтових дизельних палив. Тому застосування таких палив є економічно вигідним, особливо в тих країнах, де рослинні олії є в надлишку. Нові технології переробки відкривають нові можливості для виготовлення малосіркових дизельних палив на основі біомаси. Енергія, взята з біомаси, можливо, є старовинним джерелом невичерпної енергії. Біомаса може бути отримана з насіння їстівних та неїстівних маслинних культур, морських водоростей і бактерій, опалого листя, гілок та плодів старих дерев, відходів лісопереробної промисловості, залишків зібраного врожаю технічних культур, відходів харчової промисловості, кулінарії та твердих побутових відходів та ін. Біомаса, отримана з таких джерел, може бути перетворена в газоподібне та рідке паливо.

Основна частина біопалива, яка виробляється на основі біомаси, це біодизельне паливо та біоетанол. Біопаливо виробляють із свіжих чи використаних рослинних олій (як харчових, так і технічних) і тваринних жирів за допомогою різних хімічних процесів. Найбільш поширені з них – трансестерифікація. Зазвичай, це складні ефіри метилового, етилового чи вищих спиртів, отриманих з тригліцеридів – основного компоненту всіх природних олій та жирів. Тригліцериди взаємодіють із спиртами в присутності каталізатора, утворюючи складні ефіри жирних кислот. За фізичними та хімічними властивостями складні ефіри жирних кислот подібні до дизельних палив на нафтовій основі або кращі від них. Складні ефіри жирних кислот звичайно називають біопаливом. Зазвичай, біопаливо змішують з нафтовим дизельним паливом в кількості до 20%. Користь від компаундування біопаливом – дуже низький вміст сірки і дуже високе цетанове число (46-70 і 100, якщо використаний процес гідрокрекінгу).

Використання біопалива суттєво знижує кількість оксидів вуглецю, твердих домішок та вуглеводнів, які не згоріли. Головною перешкодою на

шляху промислового виробництва біопалива – затрати на рослинну олію. Закупівля зерен олійних культур, транспортування, зберігання та одержання олії – основні статті витрат, пов'язані з виробництвом біопалива. Крім того, необхідно задіювати громадські території під плантації.

Оскільки для насадження промислового масштабу необхідна велика територія; бажано, щоб в цій діяльності приймали участь державні та недержавні організації. У біопалива є й інші технічні обмеження. У нього більш висока в'язкість, ніж у звичайного дизпалива, тому при низьких температурах воно стає менш придатним. Споживачі 20 %-вих сумішей з біодизельним компонентом можуть зіткнутися з проблемами запуску двигуна у холодний період (підвищення граничної температури фільтрації та температури застигання приблизно на 1,7-2,8°C). Для будь-якого об'єму чистого біопалива, що використовується в зимовий період, необхідні присадки та зберігання в резервуарі з підігрівом.

При довгостроковому зберіганні в теплих вологих умовах може виникнути необхідність в біоциді для попередження розвитку бактерій. Біопаливо за дією на навколишнє середовище та здоров'я людини має великі переваги в порівнянні з нафтовим дизельним паливом при зберіганні позитивного енергетичного балансу, а технічні показники відповідають стандарту на дизельне паливо Євро-4.