

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ

М. С. ЧЕМЕРИНСЬКИЙ

ХІММОТОЛОГІЯ
(частина 2)

Друкується за Планом видань навчальної та методичної літератури,
затвердженим Вченою радою ПІБТ УДУНТ
Протокол № 1 від 24.01.2022

ЕЛЕКТРОННИЙ АНАЛОГ ДРУКОВАНОГО ВИДАННЯ

Дніпро 2022

УДК 665.7.035

Чемеринський М. С. Хімотологія. Частина 2 : конспект лекцій. Україн. держ. ун-т науки і технол. – Дніпро : Україн. держ. ун-т науки і технол., 2022. – 27 с.

Викладено лекційний матеріал з дисципліни «Хімотологія», а саме: властивості та характеристики бензину, дизельного палива, моторної олії, трансмісійних масел.

Призначений для студентів спеціальності 161 – Хімічні технології та інженерія (магістерський рівень), а також може бути використаний аспірантами і при навчанні у магістратурі.

Іл. 7. Бібліогр.: 9 найм.

Друкується за авторською редакцією.

Відповідальний за випуск М. С. Чемеринський, канд. техн. наук, доц.

Рецензент Є. І. Малий, д-р техн. наук, проф. (ІПБТ УДУНТ)

© Чемеринський М. С., 2022

© Україн. держ. ун-т науки і технол.,
оригінал-макет, 2022

ВСТУП

В даний час нафта і газ є основною сировиною не тільки палив та мастил, а також сировиною хімічної та нафтохімічної промисловості. З нафти отримують всі види моторного палива: бензин, гас, реактивне паливо, дизельне паливо, котельне паливо, а також всі види мастил: машинні, турбінні, індустріальні тощо. Вуглеводневі гази використовуються не тільки як паливо, але і сировиною для виробництва всіх видів органічних речовин: пластмас, барвників тощо. Тому роль нафти та газу в народному господарстві зберігає своє чільне місце. Використання вуглеводневої нафтохімічної сировини дозволило вивільнити значну кількість харчових продуктів, які витрачалися раніше для хімічної переробки [1]. У металургійній промисловості застосування природного газу призвело до підвищення продуктивності доменних та мартенівських печей та дозволило заощадити понад 30% дорогого коксу. За останні роки створено великі нафтопереробні та нафтохімічні комбінати в районах масового споживання нафтопродуктів та продуктів органічного синтезу, освоєно нові процеси з органічного синтезу та виробництва нафтохімічної сировини високої чистоти. Передбачається подальше зростання нафтової, газової, нафтопереробної та нафтохімічної промисловості; підвищення якості автомобільних бензинів, дизельних палив та мастил, суттєве розширення виробництва ароматичних вуглеводнів, малосірчистого електродного коксу та нафтової сировини для хімічної промисловості.

1. МОТОРНІ ПАЛИВА

1.1 Бензин

При згорянні палива утворюються CO_2 та H_2O . При згорянні сірки та сірчистих сполук виділяються сірчаний та сірчистий ангідриди (SO_2 та SO_3). Пари води, з'єднуючись, з ангідридами, утворюють сірчисту та сірчану кислоти

H_2SO_3 та H_2SO_4 . Дані кислоти викликають корозію баків, трубопроводів та деталей двигуна.

Активність сірчистих з'єднань перевіряють за допомогою мідної пластинки. У пробірку наливають бензин, опускають мідну пластинку і кип'ятять 18 хв за нормальної температури 100 °С. Якщо на пластині відсутні темні плями, сірка в паливі знаходиться в допустимих межах.

Контрольно-вимірювальне обладнання удосконалюється. В останніх випадках приладів застосовуються автоматика, електроніка, мікропроцесорна техніка. Тривалість контролю скоротилася, а якість та точність підвищилися.

На рисунку 1.1 показаний аналізатор вмісту сірки ACE-1 у нафті та нафтопродуктах. Принцип дії приладу – енергодисперсійний аналіз рентгенівської флуоресценції сірки. Час виміру одного зразка нафтопродукту до 5 хв.



Рисунок 1.1 – Аналізатор вмісту сірки у нафтопродуктах ACE-1

1.1.1 Методика визначення октанового числа

Октанове число бензинів перевіряють моторним та дослідницьким методами [2]. Установка є одноциліндровим двигуном зі змінним ступенем стиснення. УІТ – універсальна одноциліндрова установка для випробування палива, зображена на рисунку 1.2. Діаметр поршня 85 мм, хід – 115 мм. При моторному методі частота обертання колінчастого валу $n = 900 \text{ хв}^{-1}$ та кут випередження запалення $\varphi = 15\text{--}26^\circ$. Дослідницький метод здійснюється за $n = 600 \text{ хв}^{-1}$, $\varphi = 13^\circ$. Установка обладнана приладом для вимірювання інтенсивності детонації, що змінюється від 0 до 100 одиниць.



Рисунок 1.2 – Загальний вид установки для визначення октанового числа бензинів

Моторний спосіб імітує роботу двигуна вантажних автомобілів на форсованих режимах та тривалих навантаженнях (міжміський рух транспорту).

Дослідницький спосіб імітує роботу двигуна легкового автомобіля при менших навантаженнях (внутрішньоміський рух).

Як еталонне паливо беруть ізооктан C_8H_{18} (ОЧ=100) і гептан C_7H_{16} (ОЧ=0).

Октанове число визначається порівняльним методом за допомогою еталонної суміші, що складається з октану та гептану. Наприклад, бензин, якому надали марку А-92, розшифровується так: А – автомобільний бензин, октанове число 92, визначено моторним методом. Якщо взяти суміш з 92% ізооктану та 8% гептану, то вона за детонаційною стійкістю буде такою ж, як бензин марки А-92.

Октанове число є показник детонаційної стійкості палива, чисельно рівний відсотковому вмісту ізооктану в тій його суміші з гептаном, яка за інтенсивністю детонації еквівалентна випробуваному паливу.

Розглянемо послідовність методики визначення ОЧ за моторним методом.

1. Одноциліндровий двигун прогрітий і працює на бензині, ОЧ якого невідомо. Частота обертання валу двигуна 900 хв^{-1} , кут випередження запалення, наприклад 200.

2. Підвищуємо ступінь стиснення (зменшуючи об'єм камери згоряння), досягаємо стійкої детонації (наприклад, при ступеню стиснення 8).

3. Відключаємо аналізований бензин і переводимо роботу двигуна на еталонну суміш із відомим октановим числом. Еталонні суміші можуть мати октанові числа від 62 до 98 одиниць і складаються з ізооктану та нормального гептану. Підбираємо еталонну суміш, за якої створюються умови згоряння зі стійкою детонацією. Наприклад, якщо еталонна суміш почала активно детонувати при октановому числі 76 (ізооктану 76%, гептану 24%), то октанове число аналізованого бензину дорівнюватиме 76.

При визначенні октанового числа можуть застосовуватись контрольні палива. Октанові числа змінюється від 76 до 104 при різному вмісті суміші толуолу, гептану, ізооктану. Наприклад, еталонна суміш з октановим числом 98 містить толуолу (C_7H_8) 74%, ізооктану (C_8H_{18}) 8% та нормального гептану (C_7H_{16}) 18%. Толуол має октанове число за моторним методом 104, а за дослідним – 120. При дослідженні палив з октановими числами більше 100 застосовують суміші ізооктану та тетраетилсвинцю.

При методі дослідження двигун працює з меншою частотою обертання валу двигуна (600 хв^{-1}). На даному режимі збільшується час на протікання процесу згоряння та утворення перекисів (осередків самозаймання). За наявності вогнищ самозаймання потрібно менше гептану – прискорювача детонації. З цієї причини ОЧ за методом дослідження буде більше ОЧ за моторним методом.

Октанове число за дослідним та моторним методами можна визначити за допомогою переносного портативного приладу октанометра (експрес-метод).

На рисунку 1.3 показаний октанометр. За допомогою даного приладу за кілька хвилин визначають октанове число бензину за моторним та дослідним методами.



Рисунок 1.3 – Октанометр

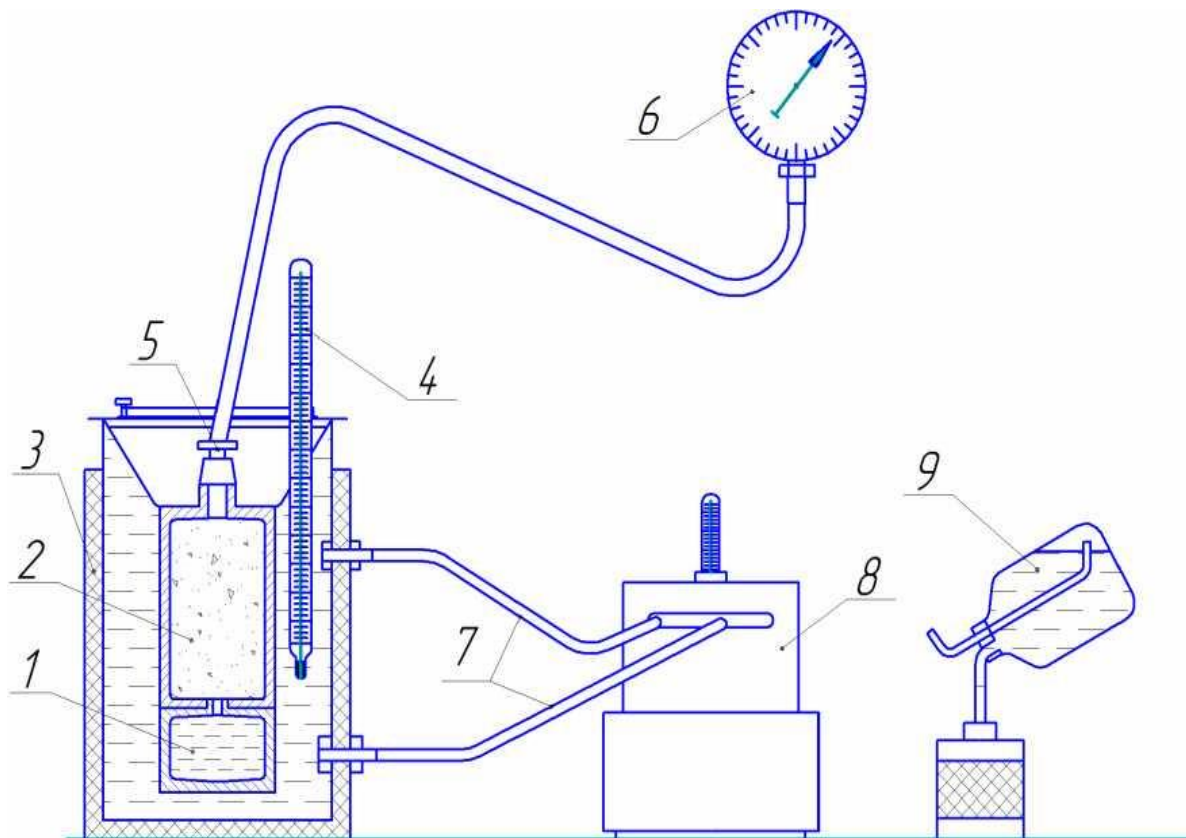
1.1.2 Тиск насиченої пари

Тиск насиченої пари – це тиск, при якому встановлюється термодинамічна рівновага між парою та рідиною, а концентрація пари палива в повітрі максимальна.

Прилад для визначення тиску насиченої пари палива (рисунок 1.4) складається з 1 паливної і повітряної 2 металевих камер циліндричної форми, з'єднаних між собою різьбою. Повітряна камера, призначена для парової фази, з'єднана за допомогою гумової трубки та пружинного затиску (крана) 5 з манометром – вакуумметром 6. При проведенні дослідів прилад поміщається у водяну баню 5, з'єднану двома шлангами 7 з термостатом 8. Задана температура води підтримується термостатом, контролюється за ртутним термометром 4, зануреним у баню до позначки 38 °С, з межами вимірювань від 0 до 50 °С. На позиції 9 показано схему заповнення паливної камери.

Перед початком досліду посудину роз'єднують, шланг повинен бути затиснутий затискачем. У паливну частину заливають бензин та охолоджують до 0 °С. Щільно з'єднують паливну камеру з повітряною. Зібрану посудину повертають і сильно струшують кілька разів. Приводять судину у нормальне положення, опускають його в баню з температурою 38 °С. Після занурення

судини в баню відкривають затискач і через 5 хв визначають тиск або розрідження за манометром-вакуумметром.



1 – паливна камера; 2 – повітряна камера; 3 – водяна баня; 4 – термометр; 5 – пружинний затискач; 6 – манометр; 7 – шланги; 8 – термостат; 9 – схема заповнення паливної камери

Рисунок 1.4 – Схема приладу визначення тиску насичених парів

Вказані вище операції повторюють доти, доки значення тиску за манометром не стабілізується. При стабілізації тиску досягається термодинамічна рівновага, коли рідина (бензин) не випаровується, а газ (пар) не конденсується. Стабілізований тиск і є тиск насиченої пари.

На рисунку 1.5 показаний сучасний прилад визначення тиску насичених парів. Прилад складається з манометра з ручкою, яка служить для повороту та струшування, повітряної та паливних камер. У процесі визначення тиску насиченої пари прилад знаходиться у водяній бані, в якій підтримується постійна температура, що дорівнює 38 °С.



Рисунок 1.5 – Бомба для визначення тиску насиченої пари

Випаровуваність бензину – це головна його якість, що характеризує швидкість переходу рідкої фази в газоподібну. Для оцінки випаровуваності виконують фракційний розгін і визначають температуру, при якій випаровуються 10, 50 та 90% палива за обсягом ($t_{10}\%$, $t_{50}\%$, $t_{90}\%$) [3].

За величиною температури, при якій випаровується 10% палива ($t_{10}\%$), визначають пускові якості палива та двигуна. При пуску двигуна насамперед спалахують від іскри легкі фракції. За величиною температури википання (випаровування) 10% палива можна визначити мінімальну температуру повітря, за якої можливий пуск двигуна.

Моторне масло повинне мати індекс в'язкості (не менше 100), при якому забезпечується легке провертання колінчастого валу від стартера. Якщо температура повітря не нижче мінус 25 °С, то можливе застосування всесезонної моторної олії SAE–5W/30, API – SL.

За значенням температури, за якої випаровується 50% ($t_{50}\%$) палива, визначають якість протікання робочого процесу двигуна, а також час його прогріву, динаміку розгону автомобіля.

За величиною температури $t_{90}\%$ оцінюють кількість важких вуглеводнів. У разі їх неповного згоряння вони сприяють утворенню нагару та розрідження моторного масла.

1.2 Дизельне паливо

У процесі розгонки нафти бензинові фракції википають при температурі до 200 °С, лігроїнові – до 230 °С, гасові – до 290 °С, газойлеві – до 340 °С, солярові – до 370 °С. З гасових, газойлевих та солярових фракцій (шляхом їх змішування) отримують дизельні палива. Широке застосування отримали літні (Л), зимові (З) та арктичні (А) палива. Головною їхньою відмінністю є температура застигання. Так, наприклад, літнє паливо не можна застосовувати взимку, так як воно може помутніти за нульової температури і втратити рухливість при мінус 5 °С. При застиганні палива у системі паливоподачі воно втрачає рухливість, не надходить у камеру згоряння і двигун припиняє роботу. У літнього палива більше парафінових вуглеводнів.

У маркуванні дизельних палив [4] вказують його вид, допустимий вміст сірки у відсотках, температуру спалаху для літнього та замерзання для зимового.

Якщо немає зимового палива, то літнє можна розбавити гасом, знижуючи температуру замерзання. Додаток 10% гасу знижує температуру замерзання на мінус 5 °С.

У дизельних палив пускові якості оцінюються за t_{50} % перегонки (250–280 °С); наявність важких фракцій (смоли) характеризується t_{98} %палива, що випарувалося (330–360 °С).

1.2.1 Методика визначення цетанового числа дизельного палива

Паливо дизельне повинне мати температуру самозаймання 250–300 °С, забезпечуючи стійку роботу двигуна.

Здатність дизельного палива самозайматися оцінюється цетановим числом (ЦЧ). Цетан або гексадекан ($C_{16}H_{34}$) – це вуглеводень з хорошою самозаймистістю, ЦЧ=100, а –метилнафталін ($C_{11}H_{10}$) – з низькою самозаймистістю, ЦЧ=0.

Цетанове число визначається на спеціальній одноциліндровій установці (рис. 1.6). Частота обертання валу двигуна $n=900 \text{ хв}^{-1}$, кут випередження упорскування палива $\varphi=130$.

Паливо подається в камеру згоряння за допомогою високого тиску та форсунки. Під дією високого тиску форсункою паливо подається в розпиленому вигляді в передкамеру, в якій за допомогою рухомого поршня може змінюватися об'єм камери згоряння і відповідно ступінь стиснення.



Рисунок 1.6 – Установка визначення цетанового числа дизельного палива

Процес сумішоутворення включає розпилювання палива, його змішування з повітрям, нагрівання, випаровування, окислення і самозаймання. Час від моменту подачі палива до його займання – це період затримки займання, який залежить від цетанового числа, температури та тиску.

Випробування проводять на одноциліндровий двигун методом збігу спалахів. Перший спалах відбувається в момент підйому голки форсунки (початок подачі палива до камери згоряння). Другий спалах здійснюється в момент різкого підвищення тиску в циліндрі (початок згоряння палива). Спалахи від неонових ламп фіксують на обід маховика.

Ступінь стиснення (7–23) змінюється за допомогою рухомого поршня, розташованого в передкамері. Установка має один бачок для зберігання досліджуваного палива та двох для еталонних палив.

1. Початок упорскування палива встановлюють за 130 до верхньої мертвої точки поршня (ВМТ).

2. Запускають двигун, прогрівають його і, підбираючи (змінюючи) ступінь стиснення (наприклад, 16), домагаються того, щоб початок згоряння відбувався у ВМТ.

3. Досліджуване паливо відключають, двигун починає працювати на еталонній суміші з відомим цетановим числом. Підібрана еталонна суміш повинна спалахнути у ВМТ. Якщо еталонна суміш, що містить цетану 40%, а – метилнафталіну 60%, спалахнула у ВМТ, то цетанове число досліджуваного палива приймається рівним 40.

Еталонні суміші повинні відрізнятися між собою за цетановим числом не більше ніж на 4 одиниці. Для остаточного визначення цетанового числа палива підбирають дві еталонні суміші. Одна повинна спалахнути в ВМТ при більшій мірі стиснення, а інша при меншій, ніж ступінь стиснення, визначена для палива, що випробовується.

Цетанове число є показником займистості дизельних палив, який чисельно дорівнює відсотковому вмісту цетану в такій еталонній суміші з а-метилнафталіном, яка за займистістю (періоду затримки займання) еквівалентна випробуваному паливу.

Початок подачі палива та момент займання оцінюються за допомогою неонових ламп, розташованих на маховику. Лампи спалахують при подачі напруги в момент замикання контактів. Один контакт замикається під час підйому голки (початок подачі палива), інший – у разі підвищення тиску на момент займання палива. Кут від першого спалаху до другого є періодом затримки займання. Підбираючи еталонну суміш із цетану та а-метилнафталіну, домагаються рівного періоду затримки займання (метод збігу спалахів).

Цетанове число можна визначити за допомогою портативного приладу октанометра (цетанометра).

При цетановому числі менше ніж 40 погіршуються пускові якості дизеля, зростає жорсткість процесу згоряння, збільшується витрата палива. Це з тим,

що з малих значеннях цетанового числа погіршується самозаймистість палива. Спалах розпиленого палива відбувається із запізненням у момент, коли його частина у вигляді плівки сконцентрувалася на стінці камери згоряння. Процес згоряння плівки палива погіршується.

При цетановому числі понад 60 покращуються пускові властивості дизеля, знижується жорсткість процесу згоряння, але витрата палива збільшується. Збільшення витрати палива пояснюється лише тим, що з великих цетанових числах швидкість займання палива підвищується. Паливо спалахує в зоні розпилювача. Внаслідок малого періоду затримки займання паливо не встигає поширитися по всьому об'єму камери згоряння. Повітря (кисень), що надійшло в камеру згоряння, повністю не використовується в процесі згоряння. Частина палива не згорає, утворюється сажа. Паливо, змішане з повітрям, має спалахнути в момент, коли передній фронт смолоскипа торкнеться стінки камери згоряння.

Оптимальне значення цетанового числа 45–55 залежить, головним чином, від способу сумішоутворення.

1.2.2 Характеристики дизельних палив

Температура помутніння – це мінімальна температура, за якої паливо втрачає прозорість та однорідність.

Температура застигання характеризує втрату рухливості палива. Якщо в пробірку стандартних розмірів помістити паливо і охолодити, воно залишається нерухомим протягом 1 хв, при нахилі пробірки на 45° і є температура застигання. При помутнінні палива забиваються фільтри, а при застиганні втрачається його рухливість у паливопроводах і двигун припиняє роботу [5].

Температура спалаху – це мінімуми температур, за яких пара палива, змішана з повітрям, спалахує від джерела полум'я (наприклад, сірники).

Кислотним числом палива називають кількість мілілітрів їдкого калію КОН, необхідного для нейтралізації кислот, що містяться у 100 см³ палива.

Чистоту палива оцінюють коефіцієнтом фільтрації. Він характеризує присутність у паливі всіх видів забруднень і є відношенням часу фільтрування через фільтр з паперу при атмосферному тиску десятої порції палива, що перетікає, до першої. На коефіцієнт фільтрації впливає вміст механічних домішок, води, смолистих речовин. При коефіцієнті фільтрації більше 3 знижується термін служби фільтрів, прискорюється знос двигуна та його систем.

Прилад для визначення коефіцієнта фільтрації складається зі скляної градуйованої трубки, зверху якої розташована скляна вирва з краном, а внизу – розбірний корпус фільтра з краном. Перед початком досліду у корпус встановлюється паперовий фільтр. Від ступеня забруднення паперового фільтра залежить швидкість витікання палива та значення коефіцієнта фільтрації.

Для покращення якості дизельних палив застосовують присадки різного функціонального призначення: депресорні, антиокислювальні, що підвищують цетанове число, миючі та знижують димність відпрацьованих газів.

Щільність рідких нафтопродуктів (бензину, дизельного палива, олії) визначають ареометрами. За щільністю оцінюють вид нафтопродукту та його масу. Методика визначення густини наступна.

У скляний циліндр (рисунок 1.7), встановлений на міцний горизонтальний стіл, обережно наливають випробуваний нафтопродукт, температура якого повинна відрізнитися від температури навколишнього середовища більш ніж ± 1 °C. У нафтопродукт повільно та обережно опускають чистий і сухий ареометр, тримаючи його за верхній кінець, до моменту його вільної плавучості. Відлік показань проводиться по верхньому краю меніска, око має бути на рівні меніска.

Температуру нафтопродукту визначають за термометром нафтоденсиметра або вимірюють додатковим термометром.

Гранична температура фільтрації (на холодному фільтрі) – це температура, за якої даний обсяг палива не протікає через дротяну сітку

(фільтруючу установку) протягом певного часу (більше 60 с). Паливо повністю не стікає назад через фільтр у вимірювальний посуд.



Рисунок 1.7 – Ареометр

При цій температурі в дизельному паливі виділяються розчинені парафіни (температура помутніння) і воно втрачає прозорість та рухливість.

2. МОТОРНІ ОЛІЇ

Від якості масла залежить довговічність двигуна, його знос, час запуску. Ефективність використання моторного масла визначається можливістю оптимізації його властивостей відповідно до умов протікання робочих процесів та особливостей конструкції двигуна.

Основна функція, яку виконують моторні масла – це зниження тертя і зносу деталей двигуна, що труться, за рахунок створення на їх поверхнях міцної масляної плівки. Одночасно моторні олії повинні забезпечувати [6, 7]:

- ущільнення зазорів у поєднаннях поршневої групи;
- ефективне відведення тепла і продуктів зносу від поверхонь, що труться; захист робочих поверхонь деталей від корозії;
- запобігання утворенню нагару, лаку на деталях двигуна;
- високу стабільність при окисленні та обводненні;
- мінімальну витрату масла при роботі двигуна;
- великий термін служби.

2.1 Умовне позначення моторних масел

Основною характеристикою моторної олії є в'язкість. В'язкість масла вказується при 100 °С, так як такої температури і вище вона досягає у процесі роботи двигуна. Наприклад, М-10 – моторне масло класом в'язкості 10 (в'язкість в сСт при 100 °С може лежати в межах 9,5–11,5) [8].

Потім вказується область застосування та умови експлуатації:

А – для нефорсованих бензинових та дизельних двигунів;

Б – для малофорсованих двигунів;

В – для середньофорсованих двигунів;

Г – для високофорсованих двигунів;

Д – для високофорсованих дизелів із наддувом, що працюють у важких умовах.

Економія палива залежить і від в'язкості олії. Якісна моторна олія, наприклад SAE 5W-20, знижує витрату палива до 10%. Якщо прийняти за 100% енергію (теплоту), що виділяється при згорянні палива, то близько 30% втрачається з газами, що відпрацювали, 30% йде в систему охолодження і тільки 40% може ефективно використовуватися. З 40% близько 10% втрачається на тертя в деталях ДВЗ та трансмісії. Ці втрати можна зменшити шляхом правильного вибору марки моторного масла.

У синтетичних масел та мінеральних зі спеціальними присадками в'язкість незначно змінюється від температури, що важливо при зимовій експлуатації автомобілів.

У маркуванні масел часто зустрічаються іноземні позначення. За системою SAE – американське товариство автомобільних інженерів (society of automobile engineers) застосовують 6 зимових (0W, 5W, 10W, 15W, 20W, 25W) та 5 літніх (20, 30, 40, 50, 60) масел [8]. У системі SAE вказується клас в'язкості моторних масел.

Моторна олія марки 0W (W-winter, зима) рекомендується для зимових умов експлуатації з температурою навколишнього середовища не нижче – 30 °С, а 5W – 25 °С, 10W – 20 °С.

Область застосування моторних масел за американською системою вказує API (Американський інститут нафти):

S – для легкових бензинових двигунів (service, сервіс);

C – для дизельних двигунів (commercial, комерція);

CF – для дизелів із розділеними камерами згоряння;

CF-4 – для чотиритактних дизелів;

CF-2 – для двотактних дизелів транспортних засобів;

CG-4 – для чотиритактних дизелів, що працюють на паливі із вмістом сірки до 0,05%;

CD – високофорсовані двигуни з наддувом;

CC – високофорсовані двигуни без наддуву або зменшеним наддувом;

SL – для двигунів випуску до 2001;

SE – високофорсовані бензинові двигуни;

EC – енергозберігаюча олія (energyconserving).

Приклад позначення: SAE-5W/30, API – SE, EC. Всесезонне моторне масло із середньою кінематичною в'язкістю 12 сСт (клас в'язкості 30) при 100 °C. При негативних температурах веде себе як зимове масло типу 5W, забезпечує легкий запуск двигуна до температури мінус 25 °C, призначене для високофорсованих бензинових двигунів, енергозберігаюче.

2.2 Присадки до олій

Для підвищення техніко-експлуатаційних та економічних показників масел у них вводять присадки, кількість яких змінюється від часток до 25–35%. Присадки – це речовини, які посилюють позитивні природні властивості базових олій. Базове масло – це мастильний матеріал, якого для отримання товарного продукту додають присадки (мінеральні, синтетичні).

Для посилення мастильних властивостей моторних масел у них вводять антифрикційні, протизносні та протизадирні присадки. Як антифрикційні присадки використовують олеїнову і стеаринову кислоти, ефіри різних кислот. Ці присадки додають до олій у кількості 0,5–2,0%.

Протизносні і протизадирні присадки мають здатність утворювати на поверхнях, що труться, адсорбовані і хемосорбовані плівки (нафтенат свинцю). Механізм дії таких присадок полягає в утворенні міцних, головним чином хемосорбованих, граничних плівок, що забезпечують «м'яке» зношування поверхонь тертя завдяки створенню на них тонкого шару продуктів хімічної взаємодії речовини присадок з металом.

Олії, в які вводять в'язкі присадки, називають загущеними. Загущені олії правильно називати зимовими.

Механізм впливу в'язких присадок можна пояснити зміною форми молекул присадки (поліізобутилен C_4H_8). При підвищеній температури молекула, що володіє великими лінійними розмірами, має вигляд довгого розгалуженого ланцюга і приєднує силами адгезії до всієї своєї поверхні навколишні вуглеводневі молекули, обумовлюючи цим підвищену в'язкість масла. При зниженні температури молекула присадки «згортається», її поверхня зменшується, відповідно знижуються сили міжмолекулярної взаємодії та в'язкість олії. Миючі присадки застосовують з метою обмежити прилипання смолистих речовин до нагрітих деталей двигуна (вони не миють двигун). Застосовують два основних типи миючих присадок: зольні та беззольні. Зольні присадки містять сульфанати барію, кальцію, магнію і мають високу лужність, що забезпечує ефективну нейтралізацію кислих продуктів.

При згорянні зольних присадок утворюється зола, що негативно впливає на роботу двигуна. Зольність товарних олій у межах 0,5–2,6%. Вміст золи до 0,002% оцінюється як її відсутність. При зниженні зольності олії зменшується можливість калільного запалювання, покращується робота свічок та зменшується знос двигуна.

Беззольні присадки складаються з органічних сполук і при згорянні не дають зольних відкладень. Існують беззольні присадки двох основних видів: на основі похідних бурштинової кислоти – сукцинімідні присадки та на основі метакрилових ефірів та азотистих сполук – сополімерні присадки. Недоліком

беззольних присадок є підвищена корозійна агресивність, тому їх застосовують разом із антиокислювальними присадками.

Для зменшення спінювання масел у них вводять протипінні присадки. Практично у всі моторні олії вводять протипінні присадки на основі кремнійорганічних сполук $(\text{CH}_3)_2\text{SiO}$. Механізм піногасящої дії цих присадок полягає в тому, що кремнійорганічні сполуки погано розчиняються в маслі і розташовуються на поверхні розділу «масло-повітря» у вигляді тонкої плівки. Маючи великий поверхневий натяг, ці плівки прискорюють «схлопування» бульбашок піни, заспокоюють коливання масла в картері двигуна і перешкоджають проникненню газу в масло (що одночасно сприяє зменшенню його окислення). До недоліків протипінних присадок відноситься те, що вони погіршують адсорбцію олій до металевих поверхонь. Протипінні присадки вводять в олію у невеликих кількостях – 0,001–0,005%.

Здатність олії не втрачати рухливість до певних температур оцінюється його депресорними властивостями. Для зниження температури, при якій олії втрачають рухливість, до них додають речовини, які називаються депресаторами (діалкіл нафталіну). Присадки, що знижують температуру застигання олії, називають депресорними.

Вплив депресорних присадок полягає в тому, що вони перешкоджають об'єднанню кристалів в об'ємні структури, перериваючи процес застигання на стадії утворення кристалів. Депресорні присадки знижують температуру структурного застигання олії, але не впливають на його в'язкісне застигання.

Депресорні присадки найефективніші в малов'язких маслах, оскільки механізм втрати плинності у яких пояснюється утворенням об'ємної структури з кристалів парафінів. Втрата плинності у високов'язких оліях пояснюється й не так утворенням об'ємних структур, скільки в'язкістним застиганням рідини зі зниженням температури.

Для виготовлення депресорних присадок використовують продукти полімеризації деяких вуглеводнів і кисневмісних сполук (поліметакрилати, поліакриламід). Такі присадки мають миючі та антикорозійні властивості.

Додавання 0,5% депресорної присадки знижує температуру застигання олії на 15–20 °С.

2.3 Визначення індексу в'язкості

Індекс (показчик) в'язкості (ІВ) – це умовний показник, що характеризує ступінь зміни в'язкості олії в залежності від температури та оцінює крутість в'язкісно-температурної кривої. Чим вище ІВ, тим більше пологою кривою характеризується масло і краще воно для зимової експлуатації. Найчастіше ІВ визначають за номограмою або розрахунковим шляхом, знаючи значення в'язкості досліджуваної олії при 40 і 100 °С. Для автомобільних масел ІВ має бути не менше 100, а для зимових умов експлуатації не менше 120.

Кращі моторні мастила при зимовій експлуатації двигуна повинні мати пологою характеристику залежності в'язкості від температури, тобто в'язкість повинна змінюватися від температури. При кінематичній в'язкості олії понад 3000 сСт (мм²/с) запуск двигуна ускладняється. Для зниження залежності в'язкості від температури до нього додають присадку (3–4%), наприклад поліізобутилену. Поліізобутилен отримують полімеризацією ізобутилену C₄H₈ у присутності каталізаторів.

Молекула поліізобутилен подібна до ниток або волокон, змінює форму залежно від температури. При високій температурі молекули витягуються в довгі ниткоподібні ланцюжки, підвищуючи в'язкість. При зниженні температури молекули поліізобутилену перебувають у маслі як компактні клубки, знижуючи тертя і в'язкість.

Найбільш високий індекс в'язкості мають синтетичні олії, які являють собою індивідуальні хімічні речовини або суміш обмеженої кількості речовин, близьких за хімічним складом та фізичними властивостями.

Використання синтетичних масел відкриває широкі можливості для підвищення питомих параметрів, економічності та ефективності ДВЗ. Це особливо важливо, якщо врахувати, що моторні масла на нафтовій основі знаходяться на межі своїх можливостей по ряду найважливіших

експлуатаційних властивостей, а сучасні синтетичні масла за тими чи іншими властивостями мають значно кращі показники. Наприклад, деякі синтетичні масла мають високий індекс в'язкості (150–170), низьку температуру застигання (мінус 65 °С), в'язкість при температурі 250–300 °С в 2–3 рази більшу, ніж у рівнов'язких їм при 100 °С нафтових масел, стабільність при практичній відсутності утворення відкладень та втрат на випаровування, хороші мастильні властивості.

3. ТРАНСМІСІЙНІ МАСЛА

Трансмiсія (лат. перехід, передача) служить передачі і зміни крутного моменту валу двигуна на колеса автомобіля. Включає: коробку зміни передач, карданний вал, головну передачу і диференціал.

Основне призначення трансмісійних масел – мастило високонавантажених зубчастих механізмів, підшипників та інших вузлів силової передачі автомобіля.

Вимоги до трансмісійних масел:

- знижувати знос пар, що труться, відводити тепло;
- зменшувати втрати енергії на подолання тертя, в'язкість масла не повинна перевищувати 150 Па·с (150000 сСт);
- знижувати шум та вібрації, захищати метал від корозії;
- видаляти продукти зносу і бути токсичним.

У трансмісії переважно застосовують гіпоїдні передачі з передавальним числом, рівним 10. Гіпоїдна – це передача колеса, яка стикається по прямій лінії без розриву зв'язку. Існують також передачі конічні, черв'якові та прямозубі.

Основне призначення трансмісійних масел – мастило високонавантажених зубчастих механізмів, підшипників та інших вузлів силової передачі автомобіля. У трансмісії автомобіля використовують спіральні-конічні, черв'якові та гіпоїдні передачі. Масло для гідродинамічних передач, автоматичних коробок також відносять до трансмісійних олій. Хоча крім

мастила воно виконує іншу функцію – зміну та передачу крутного моменту (гідромуфти, гідротрансформатори). Гідромуфта служить для плавної передачі моменту, що крутить, від насосного колеса до турбінного. Гідротрансформатор за допомогою реактора збільшує момент, що крутить, від ведучого вала (насосного колеса) до веденого вала приблизно в чотири рази (використовується в автоматичних коробках).

Головна вимога до таких олій – відсутність сірки, що призводить до корозії підшипників ковзання, виконаних із кольорових металів.

4. ГІДРАВЛІЧНІ ОЛІЇ

Гідравлічні масла використовуються як робочі рідини в гідравлічних системах дорожньо-будівельних машин, екскаваторах, підйомних кранах, верстатах та іншій техніці.

Робоча рідина гідравлічних систем повинна володіти:

- хорошими змащувальними властивостями;
- мінімальною залежністю в'язкості від температури у необхідному діапазоні робочих температур (мінус 50 до плюс 80 °C);
- низькою пружністю насичених парів та високою температурою кипіння;
- нейтральністю до матеріалів, особливо до гумових ущільнень;
- високим модулем об'ємної пружності, малим вмістом розчиненого повітря в олії;
- мінімальною токсичністю та тривалим терміном служби.

Гідравлічним приводом називають пристрій, що служить для руху приводу машин і механізмів шляхом використання робочої рідини, що знаходиться під тиском. У випадку гідропривід складається з джерела енергії (насоса), виконавчого механізму (силового циліндру чи гідромотору), і навіть системи управління потоком рідини, запобіжних пристроїв і трубопроводів.

5. ПЛАСТИЧНЕ МАСТИЛО

Пластичні (консистентні) мастила – це високов'язкі мазі, що застосовуються для змащування вузлів автомобілів (підшипників ступиць передніх та задніх коліс, ресор, різьбових з'єднань, гнучких валів, шарових опор, голчастих підшипників).

Технологія виготовлення: як загусник використовують парафін (вазелін) і мила, які готують, використовуючи лужноземельні метали Ca, Li, Ba. Наповнювачем є олія.

В основу мила входить рослинний або тваринний жир та луги.

жир+луг = мило.

жир+їдкий кальцій = кальцієве мило.

мило+мінеральна олія = пластичне мастило (ПС).

Найпростіша модель «ПС» – вата, змочена олією. Пластична мастило складається з 80–90% маслянистої основи та 10–20% загусника (мила). Пластичні мастила часто називають консистентними [9].

Основні експлуатаційні вимоги до пластичних мастил:

- колоїдна стабільність (нерозділимість олії та загусника);
- випаровування (втрата маси при нагріванні);
- водостійкість (здатність протистояти розмиву водою);
- мастильні властивості (здатність запобігати зносу та задиранню тертьових поверхонь);
- прилипання до поверхонь тертя.

6. ОХОЛОДЖУЮЧІ РІДИНИ

У працюючому двигуні близько 20–30% теплоти необхідно відводити у систему охолодження. Основні вимоги до охолоджувальної рідини:

- не замерзати при температурі мінус 60 °С;
- не повинна кипіти за температури плюс 120 °С;

– мати теплоємність щонайменше 4–6 МДж/(кг·К).

Вода використовується для охолодження двигуна. Вона доступна, не токсична, але замерзає при 0 °С.

Для охолодження двигунів застосовують антифризи – це незамерзаючі рідини. Фризер (від англ. заморожувати), антифризи готують з двоатомних спиртів (етиленгліколь) $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH}$ або $\text{C}_2\text{H}_4(\text{OH})_2$, і дистильованої води.

Гліколь (від лат. солодкий) – безбарвна, отруйна рідина.

Антифризи готують шляхом розведення етиленгліколю водою. Якщо до етиленгліколю додати 38% чистої води, то температура замерзання антифризу буде мінус 73 °С. У практиці застосовують: тосол А (концентрований етиленгліколь); тосол А-40 (температура замерзання не вище мінус 40 °С, колір блакитний); тосол А-65М (температура замерзання не вище мінус 65 °С, колір червоний) [9].

При замерзанні антифриз утворює пухку масу, обсяг збільшується на 0,2–0,3%, що не призводить до руйнування блоку циліндрів та радіатора системи охолодження. Недоліки: отруйний, дуже токсичний, теплоємність менша, ніж у води, менша інтенсивність охолодження.

ЛІТЕРАТУРА

1. Братичак М. М., Гринишин О. Б. Технологія нафти та газу. Львів : Вид-во НУ «ЛП», 2013. 180 с.
2. Бойченко С., Пушак А., Топільницький П., Лейда К. Моторні палива. Властивості та якість : підручник. Київ : Центр навчальної літератури, 2017. 328 с.
3. Гайванович В. І., Топільницький П. І., Палюх В. М. Хімотологія бензинів. Львів : Вид-во військового ін-ту Держ. ун-ту «Львівська політехніка», 2000. 157 с.

4. Моторні палива: властивості та якість : підручник / Сергій Бойченко, Андрій Пушак, Петро Топільницький, Казимир Лейда ; за заг. ред. проф. С. Бойченка. К. : «Центр учбової літератури», 2017. 324 с.
5. Хімотологія : навчальний посібник / С. В. Бойченко та ін. Київ : Книжкове видавництво НАУ, 2006. 160 с.
6. Антипенко А. М., Сорокін С. П., Поляков С. О. Властивості та якість паливомастильних матеріалів. Харків : ЧП Червяк, 2006. 213 с.
7. Вступ до хімотології палив та олив: навчальний посібник у двох частинах / Бойченко С. В., Спіркін В. Г. Одеса : «Астропринт», 2009.
8. Кравець А. М. Визначення якості олив : метод. вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Основи трибології і хімотології». Харків : УкрДАЗТ, 2009. 38 с.
9. Кравець А. М., Горбань В. Г. Визначення якості пластичних мастил та охолоджуючих рідин : метод. вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Основи трибології і хімотології». Харків : УкрДАЗТ, 2009. 34 с

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1. Моторні палива.....	3
1.1 Бензин.....	3
1.1.1 Методика визначення октанового числа.....	4
1.1.2 Тиск насиченої пари.....	7
1.2 Дизельне паливо.....	10
1.2.1 Методика визначення цетанового числа дизельного палива...	10
1.2.2 Характеристики дизельних палив.....	13
2. Моторні олії.....	15
2.1 Умовне позначення моторних масел.....	16
2.2 Присадки до олій.....	17
2.3 Визначення індексу в'язкості.....	20
3. Трансмісійні масла.....	21
4. Гідравлічні олії.....	22
5. Пластичне мастило.....	23
6. Охолоджуючі рідини.....	23
Література.....	24

Навчальне видання

Чемеринський Михайло Сергійович

Хімотологія
Частина 2

Конспект лекцій

Тем. план 2022, поз. 21

Підписано до друку 20.06.2022. Формат 60х84 $\frac{1}{16}$. Папір друк. Друк плоский.
Облік.-вид. арк. 1,58. Умов. друк. арк. 1,56. Замовлення № 55.

Український державний університет науки і технологій
49010, м. Дніпро, вул. Лазаряна, 2

Редакційно-видавничий відділ УДУНТ