

ЛЕКЦІЯ 9. МОТОРНІ ОЛИВИ (2 ЧАСТИНА)

План лекції:

1. Базові оливи
2. Присадки до олив
3. Вітчизняна класифікація моторних олив
4. Закордонні класифікації моторних олив
5. Зміна якості моторних олив при експлуатації двигунів
6. Контрольні запитання

БАЗОВІ ОЛИВИ

При виробництві моторних олив використовують базові оливи (рідкі мастильні матеріали), до яких для отримання товарних продуктів додають присадки. Застосовують базові оливи *трьох типів*: мінеральні, синтетичні та частково синтетичні. **Мінеральні** оливи отримують у процесі переробки нафти, **синтетичні** – шляхом хімічних реакцій, що направлені на утворення однотипних молекул органічних речовин із бажаними властивостями. Частково синтетичні (**напівсинтетичні**) складаються із сумішей мінеральних та синтетичних базових олив.

Оскільки мінеральні оливи не завжди можуть задовольняти вимогам техніки, що швидко розвивається, то все ширше застосовують синтетичні оливи. Головна перевага синтетичних олив перед мінеральними в тому, що їх можна готувати із заздалегідь заданими властивостями залежно від конкретних умов застосування. Створюючи композиції мінеральних та синтетичних олив з присадками або повністю синтетичні оливи, можна отримати мастила, що відповідають усім вимогам сучасної техніки. Область їх застосування постійно розширюється. Так, у Німеччині та Франції частка синтетичних олив перевищує 30%. Вартість синтетичних олив приблизно в 5 разів вища за мінеральні, проте їх термін служби більший, ніж у мінеральних.

До складу синтетичних олив входять такі продукти:

➤ поліаль-фаолефіни – це вуглеводневі сполуки, що не містять сірки, фосфору або металів. Температура застигання їх нижче -40°C , індекс в'язкості перевищує 140. Мають хорошу термоокислювальну стабільність;

➤ складні ефіри двох основних кислот – не містять сірки, фосфору, металів та парафінів. Температура застигання їх $-50 \dots -60^{\circ}\text{C}$. Мають хорошу термоокислювальну стабільність і високу розчинну здатність. Вони «чисто працюючі», тобто більш схильні розчиняти лаки та опади, ніж утворювати відкладення, а також здатні видаляти відкладення у двигуні, утворені іншими оливами;

➤ алкіловані ароматичні добавки – мають високу термоокислювальну стабільність і індекс в'язкості, не схильні до утворення відкладень.

Переваги моторних олив на синтетичній основі порівняно з мінеральними:

✓ менша залежність в'язкості від температури, тобто вищий індекс в'язкості;
✓ хороші низькотемпературні властивості, низька температура застигання і швидке надходження оливи до деталей, що змащуються, тобто хороша прокачуваність;

✓ незначна випаровуваність при високій температурі, невисока витрата оливи та малий викид токсичних речовин випускними газами;

- ✓ висока стійкість до окислення, термоокислювальна стабільність і мала схильність до утворення відкладень;
- ✓ надійне змащування поверхонь тертя при високих навантаженнях та температурах;
- ✓ великий термін служби оливи та менші витрати на технічне обслуговування двигуна.

Недоліки синтетичних олив:

- підвищена корозійність щодо сплавів кольорових металів;
- відносно висока вартість.

ПРИСАДКИ ДО ОЛИВ

Присадки додають до олив для покращення їхньої якості. Найбільш важливі з них в'язкістні, мийно-диспергуючі, антиокислювальні та депресорні.

В'язкістні (загущуючі) присадки додають в моторні оливи для підвищення їх в'язкості та індексу в'язкості. Такі оливи називають загущеними. Присадки, що загущують (зараз все частіше вживають термін «модифікатори в'язкості») у поєднанні з присадками, що покращують мастильні властивості моторних олив, дозволяють створювати енергозберігаючі оливи.

На відміну від не загущених олив, в'язкість яких залежить в основному від температури і тиску, загущені оливи мають ще здатність змінювати свою в'язкість в залежності від напруги і градієнта швидкості зсуву. Вони виявляють тимчасове падіння в'язкості із збільшенням швидкості зсуву. Такі рідини називають «розріджувані зрушенням». Приклади таких рідин: гумовий клей, густотерта фарба, бітум. В'язкість цих рідин називають уявною. Її зниження при певному градієнті швидкості зсуву тим більше, чим нижча температура оливи.

У загущених олив також спостерігається перманентне зниження в'язкості через механічну і термохімічну деструкцію присадок, що загущують. У СНД як товарні в'язкістні присадки в основному використовують поліметакрилати. До в'язкістних присадок відносяться також кополімери стиrolу з дієновими вуглеводнями (ізопреном або бутадієном), кополімери етилену з пропіленом і з вищими олефінами, ефіри одно-і багатоосновних кислот.

Молекули поліметакрилатів при низькій температурі, коли в'язка олива, знаходяться в скрученому стані і мало впливають на в'язкість. Зі зростанням температури вони розкручуються і підвищують в'язкість (рис. 1). Полімери компенсують значну втрату в'язкості оливи при підвищенні температури. Таким чином, підвищується індекс в'язкості оливи.

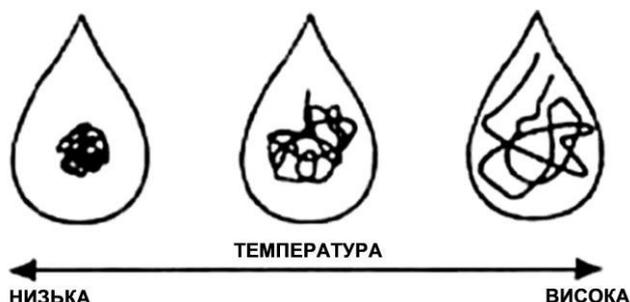
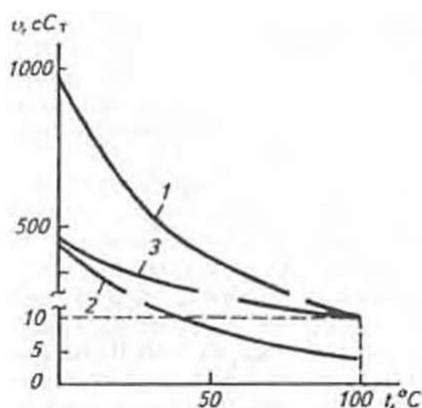


Рисунок 1 – Стан молекули в'язкісної присадки в оливі за різної її температури

Присадки типу поліметакрилатів ПМА В-1, ПМА В-2, «Диз-акрил» є масляними розчинами ефірів метакрилатової кислоти і олив синтетичних жирних спиртів.

В'язкісні присадки КП-5, КП-10 і КП-20 є продуктами полімеризації ізобутилену. Середня молекулярна маса присадок від 4000 до 25000. Їх застосовують у вигляді масляних розчинів у трансформаторній або індустріальній оливі.

Залежність в'язкості різних олив від температури зображено на рисунку 2.



1 - моторна; 2 - малов'язка мінеральна; 3 - загущена моторна.

Рисунок 2 – Залежність в'язкості олив від температури

Як видно з рисунку, при зниженні температури в'язкість моторної оливи сильно зростає, а малов'язкої мінеральної змінюється по пологій кривій. Додаючи в останні в'язкісні присадки, отримують загущену моторну оливу, у якій в'язкість при 100°C збільшена за рахунок додавання присадки, а при 0°C така ж, як у малов'язкої не загущеної мінеральної оливи.

Загущені оливи мають високий індекс в'язкості, хорошу плинність при низьких температурах, сприяють легкому і швидкому пуску двигуна в холодну пору року, утворюють невелику кількість нагару, забезпечують мінімальні втрати потужності на тертя, що веде до економії палива.

Мийно-диспергуючі присадки призначені для запобігання або зменшення утворення лакових відкладень та опадів на робочих поверхнях, попередження пригорання поршневих кілець, а також для підтримки продуктів окислення оливи у завислому стані. Для цих цілей в моторні оливи вводять миючі (детергенти) і диспергуючі (диспергенти) присадки. Мийно-диспергуючі присадки умовно ділять на дві групи: зольні та без зольні.

У молекулі зольних присадок містяться полярні групи, які адсорбуються на поверхнях частинок окиснення оливи, перешкоджаючи їх укрупненню та відкладенню на робочих поверхнях. Таким чином запобігають утворенню відкладень і лаків на деталях двигуна. Зольні миючі присадки підвищеної лужності нейтралізують кислі продукти, що утворюються внаслідок окислення оливи.

При виробництві моторних олив застосовують вітчизняні детергенти трьох класів: алкілфеноляти, сульфонати та алкілсаліцилати лужноземельних металів. Ці присадки становлять переважну частину композицій присадок в моторних оливах, проте намітилася тенденція до їх зменшення у зв'язку зі зростанням частки беззольних дисперсантів та антиокислювальних присадок.

Композиції та пакети присадок. Зростаючі вимоги до якості оливо призвели до необхідності створення композицій багатофункціональних присадок, які підвищують багато експлуатаційних властивостей оливо. При складанні композицій присадки не просто механічно поєднуються, а хімічно взаємодіють. Тому посилюються старі або виявляються нові якості присадок.

Для спрощення зберігання, транспортування та полегшення змішування базових оливо з присадками випускають пакети присадок, до складу яких не входять лише в'язкісні та депресорні присадки. При необхідності їх вводять до оливи додатково. Змінюючи дозування пакету присадок, можна готувати оливи з різним рівнем експлуатаційних властивостей. Пакети присадок зазвичай містять до 15 компонентів. Їх вводять в оливу в концентрації до 12% (мас. частка).

ВІТЧИЗНЯНА КЛАСИФІКАЦІЯ МОТОРНИХ ОЛИВ

Моторні оливи класифікують за в'язкістю (ГОСТ 17479.1-85) та експлуатаційними властивостями (ГОСТ 17479.1-85).

За в'язкістю зимові сорти загущених моторних оливо ділять на 4 класи (3з, 4з, 5з, 6з), літні сорти – на 8 класів (6, 8, 10, 12, 14, 16, 20, 24), а позасезонні загущені – на 10 класів (від 3з/8 до 6з/16). Клас позасезонних оливо зображують дробом, у чисельнику якого вказують кінематичну в'язкість при 18°C, а знаменнику при 100°C (табл. 1). Наприклад, 6з/14 означає, що в'язкість оливи при -18 °C дорівнює 10400 сСт, а при 100 °C знаходиться в межах 12,5...14,5 сСт. Літера «з» в індексі відповідає наявності в'язкісної (загущувальної) присадки.

Таблиця 1 – Класифікація моторних оливо за в'язкістю

Клас в'язкості	Кінематична в'язкість, мм ² /с (сСт), при темп.	
	100°C	-18°C, не більше
3з	≥ 3,8	1250
4з	≥ 4,1	2600
5з	≥ 5,6	6000
6з	≥ 5,6	10400
6	більше 5,6 до 7,0 (вкл.)	—
8	7,0...9,3	—
10	9,3...11,5	—
12	11,5...12,5	—
14	12,5...14,5	—
16	14,5...16,3	—
20	16,3...21,9	—
24	21,9...26,1	—
3з/8	7,0...9,3	1250
4з/6	5,6...7,0	2600
4з/8	7,0...9,3	2600
4з/10	9,3...11,5	2600
5з/10	9,3...11,5	6000
5з/12	11,5...12,5	6000
5з/14	12,5...14,5	6000
6з/10	9,3...11,5	10400
6з/14	12,5...14,5	10400
6з/16	14,5...16,3	10400

Класифікація моторних оливо за експлуатаційними властивостями (ГОСТ 17479.1–85) поширюється на оливи з присадками, що використовуються для змащування двигунів внутрішнього згорання. Залежно від сфери застосування моторні оливи ділять на шість груп: А, Б, В, Г, Д, Е (табл. 2). Оливи групи Е відрізняються підвищеною диспергуючою здатністю та кращими протизносними властивостями.

Таблиця 2 – Групи моторних оливо

Група оливи за експлуатаційними властивостями	Рекомендована область застосування
А	Нефорсовані бензинові двигуни та дизелі
Б ₁	Малофорсовані бензинові двигуни, що працюють в умовах, що сприяють утворенню високотемпературних відкладень та корозії підшипників
Б ₂	Малофорсовані дизелі
В ₁	Середньофорсовані бензинові двигуни, що працюють в умовах, що сприяють окисленню оливо та утворенню всіх видів відкладень
В ₂	Середньофорсовані дизелі, що пред'являють підвищені вимоги до антикорозійних, протизносних властивостей оливо та схильності до утворення високотемпературних відкладень
Г ₁	Високофорсовані бензинові двигуни, що працюють у важких експлуатаційних умовах, сприяють окисленню оливо, утворенню всіх видів відкладень та корозії
Г ₂	Високофорсовані дизелі без наддуву або з помірним наддувом, що працюють в умовах, що сприяють утворенню високотемпературних відкладень
Д ₁	Високофорсовані бензинові двигуни, що працюють у більш важких умовах, ніж мастила групи Г ₁
Д ₂	Високофорсовані дизелі з наддувом, що працюють у важких умовах або в таких умовах, коли застосовуване паливо вимагає використання оливо з високою нейтралізуючою здатністю, антикорозійними та протизносними властивостями, малою схильністю до утворення всіх видів відкладень.
Е ₁ , Е ₂	Високофорсовані бензинові двигуни і дизелі, що працюють у більш важких умовах, ніж оливи груп Д ₁ і Д ₂

Оливи, що використовуються в бензинових двигунах, мають індекс 1, а в дизельних – індекс 2. У марці оливи М-10-Г₂ буква М означає моторна, число 10 – в'язкість у сантостоксах при 100°C, буква Г₂ – область застосування оливи (для високофорсованих дизелів). У марці М-5з/12-Г₁ клас в'язкості 5з/12 означає наступне: 5 – в'язкість при -18 °С, літера «з» в індексі – наявність загущувальної (в'язкісної) присадки, внаслідок чого оливу можна використовувати всесезонно; 12 – в'язкість при 100 °С; Г₁ – сфера застосування (для високофорсованих бензинових двигунів).

У марці М-8-В літера «В» означає, що олива універсальна для середньофорсованих дизельних та бензинових двигунів. У марці М-4з/8-В₂Г₁ літери «В₂Г₁» вказують на можливість використання оливи як у середньофорсованих дизельних (В₂), так і високофорсованих бензинових (Г₁) двигунах. У марці М-4з/8-Д(т) літера «т» означає, що олива може бути використана як трансмісійна.

ЗАКОРДОННІ КЛАСИФІКАЦІЇ МОТОРНИХ ОЛИВ

Імпортні оливи мають різні назви і буквено-цифрові позначення. Проте якщо олива відповідає жорстким міжнародним стандартам, тобто має високу якість, то зазвичай вказують його класифікацію за класом в'язкості SAE (Товариство інженерів-автомобілістів) та за експлуатаційними властивостями API (Американський інститут нафти) та ACEA (Асоціація європейських виробників автомобілів).

Нафтопереробні заводи нашої країни застосовують ці класифікації під час маркування оливи.

Класифікація моторних оливи за в'язкістю за SAE.

Ця класифікація практично прийнята у багатьох країнах. Її останній варіант представлений у таблиці 3.

Таблиця 3 – Класифікація SAE J300

Клас за SAE	Низькотемпературна в'язкість		Високотемпературна в'язкість		
	Провертання*	Прокачування**	В'язкість***, мм ² /с, при 100°C		В'язкість**** МПа·с, при 150°C і швидкості здвигу 106 с ⁻¹ , не менше
	Максимальна в'язкість, МПа·с, при температурі, °C	Максимальна в'язкість, МПа·с, при температурі, °C	Min	Max	
0W	3250 при -30°C	60000 при -40°C	3,8	–	–
5W	3500 при -25°C	60000 при -35°C	3,8		
10W	3500 при -20°C	60000 при -30°C	4,1	–	–
15W	3500 при -15°C	60000 при -25°C	5,6	–	–
20W	4500 при -10°C	60000 при -20°C	5,6	–	–
25W	6000 при -5°C	60000 при -15°C	9,3	–	–
20	–	–	5,6	< 9,3	2,6
30	–	–	9,3	< 12,5	2,9
40	–	–	12,5	< 16,3	2,9*а
40	–	–	12,5	< 16,3	3,7*б
50	–	–	16,3	< 21,9	3,7
60	–	–	21,9	< 26,1	3,7

* В'язкість вимірюється за методом ASTM D 5293 на віскозиметрі CCS.

** В'язкість вимірюється за методом ASTM D 4684 на віскозиметрі MRV; напруга зсуву не допускається за будь-якого значення в'язкості.

*** В'язкість вимірюється за методом ASTM D 445 на капілярному віскозиметрі.

**** В'язкість вимірюється за методом ASTM D 4683 або CEC L-36-A-90 на кінцевому імітаторі підшипника.

*а Це значення для класів SAE 0W-40, 5W-40, 10W-40.

*б Це значення для класів SAE 40, 15W-40, 20W-40, 25W-40.

Відповідно до цієї класифікації оливи ділять за в'язкістними характеристиками на 11 класів, шість з яких відносяться до зимових (SAE 0W, 5W, 10W, 15W, 20W і 25W). Тут буква W означає "Winter" – зима. У оливах зимових сортів додано загущувальну присадку. П'ять класів відносяться до літніх оливи (SAE 20, 30, 40, 50, 60).

Загальною ознакою для моторних оливи всіх класів є кінематична в'язкість при 100°C. Для **зимових оливи** нормовано лише мінімальне значення кінематичної в'язкості, а для **літніх** – широкі межі кінематичної в'язкості при 100°C кожного класу.

Всесезонною загущеною називають оливу, яка за низькотемпературною динамічною в'язкістю відповідає одному із зимових класів, а по кінематичній в'язкості при 100°C та динамічній в'язкості при 150°C – одному з літніх. У позначенні всесезонних загущених олив спочатку вказують один із зимових класів, а потім один із літніх. Наприклад, SAE 5W-40, SAE 10W-30 і т.д.

У таблиці 3 **для літніх класів** моторних олив вказані мінімальні значення динамічної в'язкості при температурі 150°C і швидкості зсуву 106с⁻¹. Ці умови характерні для масляної плівки в корінних і шатунних підшипниках колінчастого валу і між циліндром і поршневим кільцем у прогрітого двигуна в літній період.

Для зимових класів встановлені два значення максимально допустимої динамічної в'язкості, при якій можливої холодний пуск двигуна без попереднього підігріву (провертання) та задовільне прокачування моторної оливи насосом по мастильній системі при провертанні колінчастого валу двигуна електростартером.

Низькотемпературна в'язкість моторної оливи (провертання та прокачування) у таблиці 3 наведена в одиницях вимірювання динамічної в'язкості. Для визначення цієї в'язкості користуються ротаційними віскозиметрами, в яких показником опору потоку рідини служить момент опору валу, що обертається. До ротаційних віскозиметрів відносяться імітатор холодного пуску та міні-ротаційний віскозиметр. Швидкість зсуву в них можна варіювати, змінюючи розміри ротора, проміжок між стінками ротора і статора і швидкість обертання. За допомогою імітатора холодного пуску отримують достовірні результати, що відповідають холодному прокручуванню валу двигуна. Міні-ротаційний віскозиметр забезпечує малу швидкість зсуву при вимірі. Він вимірює критичну напругу зсуву, при якому починається перебіг рідини. На цьому віскозиметрі визначають прокачування оливи.

З метою гарантування прокачування моторної оливи при холодному пуску двигуна норми максимальної динамічної в'язкості для зимових класів встановлені на 5°C нижче норм в'язкості, що гарантують провертання двигуна електростартером з достатньою для пуску частотою обертання. Таким чином забезпечується подача оливи насосом при холодному пуску і достатній швидкості заповнення лійки, що утворюється на поверхні оливи в картері під оливозабірником. Слід зазначити, що між температурою застигання оливи та граничною температурою холодного пуску двигуна немає однозначної залежності.

Класифікація моторних олив за API.

Перша класифікація моторних олив за умовами застосування та рівнями експлуатаційних властивостей була запропонована Американським інститутом нафти (API) ще 1947 р. З того часу вона багаторазово змінювалася і доповнювалася, але принцип поділу моторних олив на дві категорії зберігався завжди (табл. 4).

До категорії "**S**" (**Service**) відносяться оливи, призначені для 4-тактних бензинових двигунів легкових автомобілів, мікроавтобусів, пікапів.

До категорії "**C**" (**Commercial**) відносяться оливи, призначені для дизельного автотранспорту, дорожньобудівельної техніки та сільськогосподарських машин.

Універсальними називають оливи, які можуть застосовуватися для змащування бензинових двигунів та дизелів.

Рівні експлуатаційних властивостей по API у порядку їх зростання позначають першими літерами латинського алфавіту, що стоять за літерами "S" або "C", що вказують область застосування. До цього часу в категорію Service було введено дев'ять

класів (SA, SB, SC, SE, SF, SG, SH, SJ), а в категорію Commercial десять класів (CA, CB, CC, CD, CD-II, CE, CF, CF-4, CF-2, CG-4).

Цифри при позначеннях класів CD-II, CF-2, CG-4 дають додаткову інформацію про застосування олив даного класу в 2-тактних або 4-тактних дизелях відповідно. Для позначення універсальних олив використовують подвійне маркування, наприклад, CF-4/SG, SH/CG-4 і т.п.

Таблиця 4 – Сучасна класифікація моторних олив за API

Категорія та клас API	Область та умови застосування
	Категорія Service
SH	Оливи, призначені для бензинових двигунів автомобілів, випущених у 1994 р. і раніше, замінюють оливи класу SG.
SJ	Ті ж, але з введенням додаткових вимог щодо витрати оливи в двигуні, енергозберігаючих властивостей (економії палива) та здатності витримувати нагрівання, не утворюючи відкладення
	Категорія Commercial
CF	Оливи, призначені для дизелів позашляхової техніки, що мають розділену камеру згоряння та працюють на паливі з підвищеним вмістом сірки (до 0,5%)
CF-4	Оливи, призначені для 4-тактних дизелів вантажних автомобілів, що здійснюють перевезення автострадами. Мають кращі миючі властивості, ніж оливи класу SE і можуть замінювати їх у дизелях, випущених до 1990р.
CR-2	Оливи, призначені для 2-тактних дизелів транспортних засобів; замінюють оливи класу CD-II, так як мають кращі миючі та протизносні властивості.
CG-4	Оливи, призначені для 4-тактних дизелів, позашляхових машин і вантажних автомобілів, що виконують за токсичними викидами норми, встановлені в США з 1994 р. У порівнянні з олівами класу CF-4 володіють кращими миючими, протизносними, антикорозійними властивостями, меншою спінюваністю при високій температурі і добре поєднуються з малосірчистими дизельними паливами (вміст сірки менше 0,05%). Замінюють оливи CF-4 у раніше випущених двигунах.

Застарілі класи через непотрібність виключені з класифікації API. Сьогодні в США сертифікують лише оливи з вищими рівнями експлуатаційних властивостей, а саме: SH та SJ для бензинових двигунів, CF, CF-2, CF-4 та CG-4 – для дизелів.

Перспективи. Клас PC-9 (проект) розробляють у зв'язку з новими екологічними вимогами, сформульованими Американським агентством з охорони навколишнього середовища. Для забезпечення цих вимог необхідно створити систему рециркуляції відпрацьованих газів. Для цього слід змінити конструкцію двигунів та надати нові експлуатаційні властивості моторним олівам. Одночасно передбачається підвищення питомих потужностей двигунів.

Основні особливості роботи оливи в умовах рециркуляції випускних газів і підвищеної питомої потужності – підвищення кислотності оливи, утворення сажі та у зв'язку з цим збільшення в'язкості оливи, значне зношування деталей двигуна і більш високий температурний режим роботи двигуна і оливи.

Категорія API EC – енергозберігаючі малов'язкі оливи (Energy Consenting), що зменшують витрату палива за результатами тестів на бензинових двигунах.

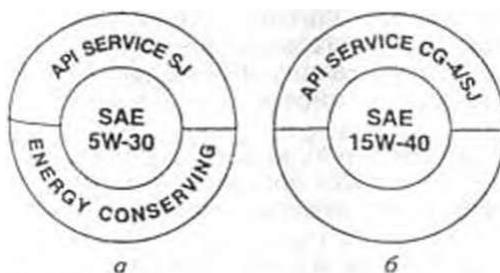
Класи олив. SH/EC (застарілий) – економія бензину не менше 1,5% порівняно з еталонною оливою SAE 20W-30;

SH/EC II (застарілий) – економія палива не менше 2,7% порівняно з еталонною оливою SAE 20W-30;

API SJ/EC (діючий) – економія залежно від в'язкості оливи, що тестується.

Універсальні оливи для бензинових і дизельних двигунів позначаються двома символами відповідних категорій: перший символ є основним, а другий вказує на можливість застосування оливи для двигуна іншого типу. Наприклад, API SH/CF-4 це олива для використання переважно в бензинових двигунах, але його можна застосовувати і в дизельних двигунах, для яких пропонується клас CF-4 і нижче (CF, CE і т.д.).

Знак API. Для моторних оливок, що відповідають вимогам категорій якості, що діють, і пройшли офіційні випробування API – SAE, на етикетках ставлять знак «API символ обслуговування». У цьому знаку вказані в'язкісні та експлуатаційні властивості оливок та можливий ступінь енергозбереження (рис. 3).



а - енергозберігаючі оливи високої якості; б - для оливок високої якості.

Рисунок 3 – Знаки «API символ обслуговування»

Найновіші категорії оливок, сертифікованих API, позначають символом «Свідectво сертифікації API», так званим знаком «Зоряний вибух» (рис. 4). Ці оливи повинні відповідати вимогам ILSAC (Міжнародний комітет зі стандартизації та схвалення мастильних матеріалів). Знак присвоюють тільки енергозберігаючим оливам найвищої якості з в'язкістю SAE 0W-..., 5W-... та 10W.



Рисунок 4 – API сертифікаційний знак «Starburst»

Приклад позначення марки моторної оливи SAE і API: Castrol SAE 5W-30, API SJ/CF-4, EC. Перші слова та марки зазвичай вказують на назву фірми. Олива універсальна всесезонна. Низькотемпературна в'язкість відповідає класу 5W (динамічна в'язкість – провертання 6600 мПа при -30°C, прокачування 60000 мПа при -35°C). Високотемпературна кінематична в'язкість відповідає класу 30 (min 9,3, max 12,5 мм²/с). Високотемпературна динамічна в'язкість при швидкості зсуву 106с⁻¹ не менше 2,9 мПа·с. Оливу переважно використовують в бензинових двигунах легкових

автомобілів (клас SJ), але можна застосовувати і дизельних двигунах легкових автомобілів (клас CF-4). Вона має енергозберігаючі властивості (EC).

Приблизна відповідність класів в'язкості згідно з ГОСТ 17479.1-85 та SAE наведена в таблиці 5.

Таблиця 5 – Відповідність класів в'язкості та груп моторних оливок за ГОСТ 17479.1-85 класифікаціям SAE та API

Клас в'язкості		Клас в'язкості	
ГОСТ 17479.1-85	SAE	ГОСТ 17479.1-85	SAE
3з	5W	24	60
4з	10W	3з/8	5W-20
5з	15W	4з/6	10W-20
6з	20W	4з/8	10W-20
6	20	4з/10	10W-30
8	20	5з/10	15W-30
10	30	5з/12	15W-30
12	30	6з/10	20W-30
14	40	6з/14	20W-40
16	40	6з/16	20W-40
20	50		
ГОСТ 17479.1-85	API	ГОСТ 17479.1-85	API
A	SB	Г ₂	CC
B	SC/CA	Д ₁	CF
B ₁	SC	Д ₂	CD
B ₂	CA	Е ₁	SG
B	SD/CB	Е ₂	CF-4
B ₁	SD		SH*
B ₂	CB		SJ*
Г	SE/CC		CG-4*
Г ₁	SE		

*Ці класи API не мають аналогів у вітчизняній класифікації.

У цих класів збігаються тільки характеристики кінематичної в'язкості при 100°C. Низькотемпературна характеристика згідно з ГОСТ 17479.1-85 встановлена при температурі -18°C за кінематичною в'язкістю, що визначається шляхом екстраполяції. Визначення динамічної в'язкості при 150°C та високій швидкості зсуву цим стандартом не передбачено.

Зниження в'язкості (до SAE 10W чи SAE 5W) забезпечує економію палива в середньому на 1...2%. Використання високоякісної синтетичної моторної оливи класу SAE 0W-40 дозволяє знизити витрату палива на 6% порівняно зі стандартною мінеральною оливою.

Автомобілебудівні фірми США та Японії розробили єдині мінімальні вимоги до моторних оливок для автомобільних двигунів у класифікації ILSAC, яка містить два класи оливок, що позначаються GF-1 та GF-2. Вони практично ідентичні оливам класів SH та SJ по API. Ці оливи мають високі енергозберігаючі властивості, є всесезонними; зимова характеристика обмежена найменш в'язкими оливами SAE 0W, 5W та 10W, а літній клас може бути будь-яким. API сертифікують моторні оливи на відповідність класам ILSAC. При цьому маркують їх за допомогою стандартного символу (знаком якос-

ті у вигляді шестерні з текстом англійською мовою всередині малюнка: "Американський інститут нафти. Для бензинових двигунів. Сертифіковано").

Автомобілебудівники європейських країн розробили та ввели у 1996 р. свою класифікацію моторних олів АСЕА (Асоціація європейських виробників). Ця класифікація за вимогами до моторних олів суттєво відрізняється від американської АРІ, що зумовлено особливостями експлуатаційних умов та конструктивних рішень в автомобілебудуванні у США та країнах Західної Європи.

Класифікація моторних олів АСЕА.

Ця класифікація діє з 1996 р., замінивши класифікацію РСМС (Комітет виробників автомобілів загального ринку). Вимоги європейських стандартів до якості олів є жорсткішими, ніж американські, оскільки в Європі умови експлуатації та конструкції двигунів значно відрізняються від американських. Двигуни, що виробляються в Європі, характеризуються більш високим ступенем форсування, максимальною частотою обертання колінчастого валу, меншою масою і більшою питомою потужністю. Транспортні засоби з таким двигуном мають високі допустимі швидкості пересування, а міські режими для них важчі.

У класифікації АСЕА передбачено три категорії моторних олів: А – для бензинових двигунів; В – для дизельних двигунів малої потужності, що встановлюються на легкових та вантажних автомобілях малої вантажопідйомності; Е – для потужних дизелів.

Кожна категорія складається із кількох класів. Рівень якості та призначення олів кожного класу позначають цифрами. Крім того, зазначають рік затвердження класу. Наприклад, АСЕА А3-98, АСЕА Е5-99.

Класи категорії А: А1-96, А1-98, А2-96, А3-96, А3-98.

Класи категорії В: В1-96, В1-98, В2-96, В2-98, В3-96, В3-98, В4-98.

Класи категорії Е: Е1-96, Е2-96, Е3-96, Е4-99, Е5-99.

Клас А1-98 – оливи для двигунів легкових автомобілів, що допускають застосування олів з невеликою високотемпературною в'язкістю (2,9...3,5 мПа·с) в умовах високих швидкостей зсуву, що суттєво зменшує витрату палива. Оливи мають досить високі протизносні властивості.

Клас А3-98 – універсальні оливи з дуже високими експлуатаційними властивостями для потужних бензинових двигунів. Допускаються подовжені інтервали заміни, цілорічне використання та застосування у важких умовах експлуатації.

Клас А5-01. Цей клас відповідає найвищим вимогам до олів для бензинових двигунів сучасних та перспективних легкових автомобілів.

Клас В1-98 – оливи для дизельних двигунів, що допускають застосування олів з невеликою високотемпературною в'язкістю (2,9...3,5 мПа·с) при високих швидкостях зсуву, завдяки чому досягається велика економія палива. Оливи мають хороші протизносні властивості.

Клас В2-98 – універсальні оливи, які допускаються до застосування в більшості дизельних двигунів легкових автомобілів при нормальних інтервалах заміни олів. Не рекомендуються для високофорсованих двигунів.

Клас В3-98 – оливи з високими експлуатаційними властивостями для високофорсованих дизельних двигунів легкових автомобілів. Допускаються подовжені інтервали заміни, цілорічне використання та застосування у важких умовах експлуатації.

Клас В4-98 – універсальні оливи для дизельних двигунів з безпосереднім упрскуванням палива легкових автомобілів та фургонів. Має високі експлуатаційні властивості.

Клас Е4-99 – оливи дуже високої якості для потужних та швидко-хідних дизелів Euro1, Euro2, Euro3. Оливи мають збільшені інтервали заміни.

Клас Е5-99 – найбільш досконалі оливи, що не мають аналогів за якістю, для дизелів Euro1, Euro2, Euro3. Оливи мають високу стабільність, великий термін служби, забезпечують чистоту двигуна і запобігають зношуванню деталей двигуна. Відповідають високим вимогам європейських та американських автовиробників.

У маркуванні моторних олив вказують «схвалення» виробників автомобілів. Воно зображується фірмовим знаком або кодом і означає, що застосування цієї оливи схвалено автомобілями цього заводу-виробника. На тарі з моторними оливами зазвичай вказують класифікацію: SAE, API або ACEA.

Приклад маркування моторної оливи: SAE 5W-50, API SJ/CF, ACEA A3-98/B3-98, VW 501.01/505.00, MB 229.1, BMW, Porsche, в'язкісно-температурні властивості позначені SAE 5W-50 (всесезонна олива, що містить у собі властивості олив зимового SAE 5W та літнього SAE 50 класів). Експлуатаційні властивості за класифікацією API та європейської ACEA, API SJ/CF означає, що олива призначена для бензинових двигунів (SJ), але може бути використана і для дизелів (CF). ACEA A3-98; B3-98/A3-98 – олива вищого класу для бензинових двигунів з наддувом та без нього сучасних європейських автомобілів; B3-98 – олива вищого класу для дизелів із наддувом легкових сучасних європейських автомобілів.

У зазначеній марці схвалення виробників означає таке:

VW – Volkswagen-Audi, 501.01 – всесезонна олива; 505.00 – для двигунів із турбонаддувом;

MB – Mercedes-Benz, 229.1 – олива для двигунів легкових автомобілів випуску з 1997 р.; BMW, Porsche – назви фірм.

На каністрі з напівсинтетичними оливами зазвичай вказують Semi Synthetic, а повністю синтетичними – Fully Synthetic.

ЗМІНА ЯКОСТІ МОТОРНИХ ОЛИВ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ДВИГУНІВ

У зв'язку з підвищенням потужності, зміною конструкції та ускладненням експлуатації сучасних двигунів умови роботи олив стали жорсткішими. Однак терміни заміни олив безперервно збільшуються завдяки покращенню їхньої якості. Передчасна заміна олив економічно недоцільна, оскільки збільшується їх витрата, витрати на технічне обслуговування, запасні частини і т.д. Невиправдане збільшення термінів служби олив призводить до підвищеного зносу деталей двигуна, що знижує надійність двигуна та збільшує відмови у його роботі. Визначення оптимальної періодичності заміни олив є трудомісткою тривалою роботою, що має важливе економічне та технічне значення.

Періодичне додавання оливи у процесі експлуатації частково відновлює початкові властивості олив. Через певний час олива підлягає повній заміні. Періодичність заміни оливи залежить від її властивостей, типу двигуна, його технічного стану та умов експлуатації, технічного стану масляної системи, способу фільтрації, палива, професійності водія та інших факторів. Необхідність повної заміни обумовлена втратою основних експлуатаційних якостей оливи, тобто її старіння. Основна причи-

на спрацьовуваності (старіння) оливи – окислюваність оливи та спрацьовування при-
садок. Крім того, відбувається забруднення оливи твердими продуктами її окислення,
вуглецевими частинками, пилом, піском, що потрапляють в оливу ззовні, металевими
частинками, що утворюються в результаті зносу деталей двигуна, і продуктами коро-
зії металів, незгорілим паливом, сірчистими сполуками, що містяться в відпрацьова-
них газах, водою, що утворюється при конденсації з відпрацьованих газів і потрапляє
ззовні з повітрям, а також випаровування легких фракцій оливи.

Забруднення оливи відбувається в процесі його транспортування, зберігання
та заправки. Кількість механічних домішок в оливі може становити 0,2%. Домішки,
що потрапляють ззовні та утворюються в процесі експлуатації оливи, змінюють ха-
рактер тертя, засмічують масляні фільтри та канали, збільшують температурний ре-
жим роботи деталей двигуна, викликають їх підвищений знос.

Забруднення оливи домішками викликається підвищенням прориву газів у ма-
сляний картер, і навіть продуктами неповного згоряння палива. Підвищений вміст
механічних домішок в оливі свідчить про поганий технічний стан системи фільтра-
ції. В результаті використання повнострумовопоточної системи тонкого очищення
моторної оливи знос основних деталей двигуна знижується в два-три рази і значно
збільшується термін служби моторної оливи.

Сучасні двигуни характеризуються зменшеним обсягом масляної системи,
внаслідок чого збільшено продуктивність масляних насосів та кратність циркуляції
оливи. Останнє підвищує насичення оливи повітрям, що, у свою чергу, веде до збі-
льшення швидкості її окислення та підвищення зносу деталей двигуна.

Поряд із експлуатацією на форсованих режимах для багатьох автомобілів ха-
рактерна робота двигуна з частими зупинками, тривалою роботою на холостому хо-
ді. У міських умовах двигуни працюють на часткових навантаженнях близько 80%
часу. У цьому режимі двигуни працюють на низькотемпературних режимах, особ-
ливо у зимовий період. Наприклад, у міських умовах за температури навколишнього
повітря $-10...-15^{\circ}\text{C}$ та поїздки на відстань до 20 км температура рідини у системі
охолодження становить близько 50°C . При знижених теплових режимах роботи дви-
гуна збільшується швидкість утворення низькотемпературних опадів, забруднення
оливи внаслідок неповного згоряння палива та підвищеної конденсації водяної пари.
Тривала робота двигуна на знижених режимах призводить до забруднення поршнів,
кілець та підвищеної витрати оливи внаслідок збільшення його чаду.

Відносна витрата оливи залежно від стану маслоз'ємних кілець і зношеності
двигуна приблизно наступна:

двигун:

новий, після обкатки – 100%

новий із забитими прорізами маслоз'ємних кілець – 460%

зношений – 722%

зношений із забитими прорізами маслоз'ємних кілець – 4400%

На утворення вуглецевих та інших відкладень на деталях дизелів суттєво
впливають вид та склад палива. Так, у відпрацьованих газах дизелів міститься знач-
на кількість сажі. Кількість сажі, що потрапляє в оливу, наприклад, у двигуні типу
ЯМЗ-238 за 200 год роботи може становити від 60 до 600 г. Чим гірший технічний
стан двигуна, тим більше сажі міститься у відпрацьованих газах і тим більше потра-
пляє її в оливу. Склад та кількість відкладень на деталях двигуна веде до серйозних

порушень у його роботі і може бути причиною виходу з ладу.

Вплив палива на кількість органічних відкладень в оливі різко зменшується під час роботи двигуна на газоподібному паливі. Так, домішок в оливі дизельних двигунів у 5 разів більше, ніж у бензинових, і в 10...20 разів більше, ніж у оливі двигунів, що працюють на газоподібному паливі. За даними НАМІ, в оливі двигуна, що працює на газоподібному паливі, після 10 тис. км пробігу домішок значно менше, ніж після 5 тис. км пробігу того ж автомобіля, що працює на бензині; в оливі вантажного автомобіля, що працює на газоподібному паливі, після 5 тис. км пробігу кількість домішок становила 0,07%, після 10 тис. км пробігу – 0,11%, а в оливі вантажного автомобіля, що працює на бензині, вміст домішок після 5 тис. км пробігу складало 0,4%.

Старіння оливи призводить до закоксовування поршневих кілець, їх пригорання, втрати рухливості; підвищення температури деталей циліндропоршневої групи через погіршення тепловідведення; заклинювання клапанів у напрямних втулках; прогар клапанів; зменшення прохідного перерізу впускного та випускного трактів; забруднення сіток маслоприймачів насосів, фільтрів, масляних каналів мастильної системи, дренажних отворів в маслоз'ємних кільцях та поршні; зміни в'язкості оливи; підвищенню корозійного зношування деталей циліндропоршневої групи; абразивного зношування деталей твердими частинками домішок; корозії підшипникових сплавів та іржавінню залізвмісних деталей.

Фільтруючі елементи та вентиляція картера уповільнюють, але не запобігають старінню оливи.

Періодичність заміни оливи встановлюють на основі ретельного вивчення її експлуатаційних властивостей та їх зміни у процесі експлуатації. У сучасних автопарках використовують якісні нові оливи. Однак прийнята періодичність заміни оливи поки що недостатньо обґрунтована, оскільки лише частково враховується досвід експлуатації нової техніки. Тому потрібно коригування термінів заміни, що встановлюються заводом-виробником, після достатнього накопичення та вивчення результатів експлуатації.

Встановлення термінів заміни оливи за зміною їх кольору поки неможливо. Наприклад, олива чорніє через кілька десятків годин роботи внаслідок приробітку присадок. Однак, незважаючи на чорний колір, вона ще має високі експлуатаційні показники якості.

Деякі із бракувальних показників відпрацьованих оливи вказані у таблиці 6.

Таблиця 6 – Бракувальні показники відпрацьованих оливи

Показник	Значення показників оливи для двигунів	
	бензинових	дизельних
Зміна в'язкості, %:		
підвищення	25	40
зниження	20	30
Вміст домішок, нерозчинних у бензині, %, трохи більше	1,0	3,0
Вміст води, %, трохи більше	0,3	0,3
Вміст палива, %, не більше	0,8	0,8
Лужне число, мг КОН/г, щонайменше	0,5...2*	1...3*
Зниження температури спалаху, °С, не більше	20	20

*Більші значення для оливи вищих груп.

Для повсякденного контролю якості працюючої оливи не годяться такі методи, як визначення вмісту продуктів зносу і визначення лужності, хоча ці аналізи є найбільш обґрунтованими і достовірними для визначення спрацьовуваності оливи.

Терміни служби оливи встановлюють, виходячи з економічної та технічної доцільності. Тривалість експлуатації оливи у двигунах, що працюють на газоподібному паливі, у 2 рази більша, ніж у двигунах, що працюють на рідкому паливі. Працюючі двигуна на етильованому бензині термін служби моторної оливи знижується в 1,5...2 рази проти терміну служби оливи у двигуні, що працює на звичайному бензині.

Періодичність заміни оливи встановлює завод-виробник транспортного засобу, вказуючи її в картах та таблицях ТО. Для збільшення терміну служби оливи при її заміні необхідно промивати систему.

Фахівцями НВП «Квалітет» розроблено саморегулюючу мастильну систему двигунів, яка забезпечує значне продовження термінів служби моторної оливи та підвищує її ефективність при експлуатації. Система складається з високооборотних ($n = 10000...12000 \text{ хв}^{-1}$) відцентрових фільтрів – суперцентрифуг та приладу, що підтримує стабільність фізико-хімічних властивостей оливи. Цей прилад вводить у оливу нову порцію присадки у міру її спрацьовування. Саморегулююча мастильна система – перший крок до експлуатації двигунів без заміни моторної оливи.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Перелічіть вимоги до експлуатаційних властивостей моторних оливи.
2. Навіщо додають присадки в моторні оливи?
3. Як класифікують моторні оливи за експлуатаційними властивостями?
4. Як класифікують моторні оливи за в'язкістю?
5. Назвіть основну перевагу синтетичних оливи перед мінеральними.
6. Яку оливу називають всесезонною загущеною?
7. Як маркують моторні оливи?
8. Які моторні оливи застосовують для бензинових двигунів?
9. Які моторні оливи використовують у дизелях?