

ЛЕКЦІЯ 8. МОТОРНІ ОЛИВИ (1 частина)

План лекції:

1. Основні види тертя та зношування
2. Експлуатаційні властивості моторних оливо
3. Контрольні запитання

ОСНОВНІ ВИДИ ТЕРТЯ ТА ЗНОШУВАННЯ

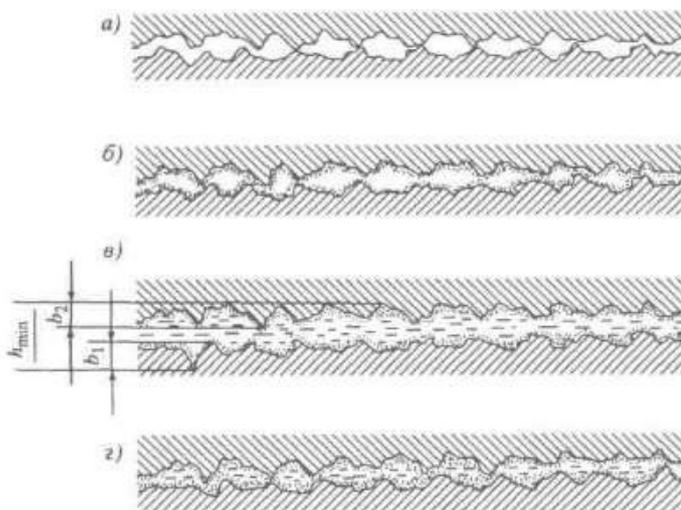
Під *тертям* (зовнішнім) розуміють опір відносному переміщенню, що виникає між двома тілами в зонах дотику поверхонь по дотичних до них.

Зменшення втрат на тертя та зниження інтенсивності зношування поверхонь деталей – основне призначення мастильних матеріалів.

За характером взаємопереміщення деталей, що труться, розрізняють два види тертя: *тертя спокою* – тертя двох тіл при попередньому зміщенні і *тертя руху* – тертя двох тіл, що знаходяться в відносному русі.

Тертя руху в свою чергу підрозділяється за характером руху (тертя ковзання і тертя кочення) і за наявністю мастильного матеріалу (тертя без мастила, граничне тертя і рідинне тертя). Тертя ковзання виникає при русі дотичних тіл, у яких швидкості в точках торкання різні. При терті кочення швидкості в точках торкання однакові за величиною та напрямом. Тертя кочення з проковзуванням виникає при одночасному коченні і ковзанні тіл, що стикаються.

Тертя без мастила – це тертя двох твердих тіл за відсутності на поверхнях тертя введеного мастильного матеріалу (рис. 1).



a - тертя без мастила; б - граничне тертя; в - рідинне тертя; г - змішане тертя.

Рисунок 1 – Види тертя за наявністю мастильного матеріалу

Граничне тертя виникає в тому випадку, коли поверхні тертя розділені шаром мастила настільки малої товщини (менше 0,1 мкм), що властивості цього шару відрізняються від об'ємних властивостей, а сила тертя залежить тільки від природи і стану поверхонь, що труться.

При рідинному терті мастильний шар повністю відокремлює робочі поверхні, що взаємопереміщуються одну від іншої і має товщину, при якій проявляються нор-

мальні об'ємні властивості мастила.

До причин витрат енергії на тертя без мастила відносять:

- механічне зачеплення нерівностей (шорсткостей) однієї поверхні, що треться, за нерівності іншої при їх переміщенні;
- сили міжмолекулярного тяжіння;
- явище зварювання пар, що труться – окремих гострих виступів в умовах високих питомих тисків і значному виділенні тепла, що може призвести до катастрофічного зношування деталей.

Згідно формули Амонтона, сила тертя ковзання F пропорційна нормальному навантаженню P :

$$F=f \cdot P$$

де f – коефіцієнт тертя (його значення залежить від виду матеріалів, що труться, якості обробки їх поверхонь і становить зазвичай 0,1...0,8, а при терті міді по міді – 1,3).

Сила тертя кочення приблизно в десять разів менша за силу тертя ковзання не змащених поверхонь (кулька або ролик стикається з поверхнею в точці або по лінії). Застосувати підшипники кочення вдається не скрізь, і, крім того, у реальних механізмах переважає тертя з ковзанням, що значно збільшує коефіцієнт тертя.

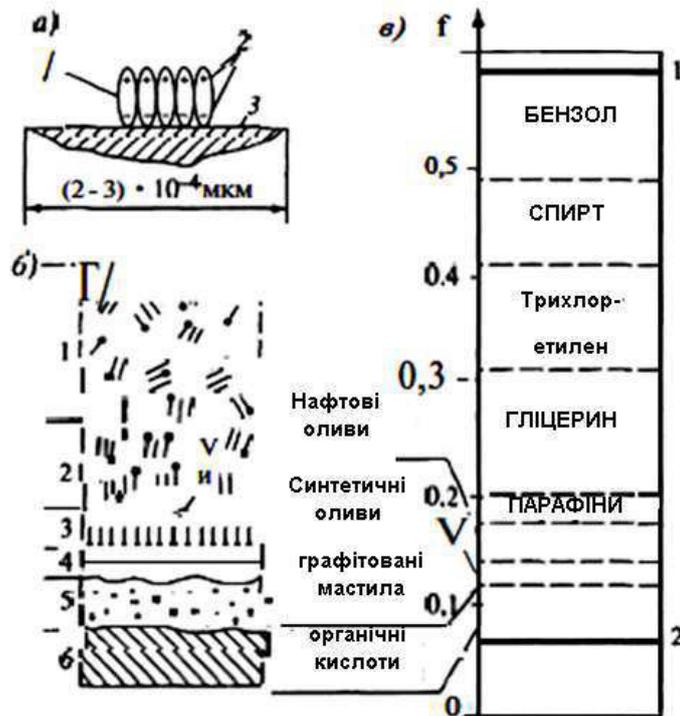
Коефіцієнт граничного тертя перебуває у межах 0,08...0,15. Режим граничного тертя дуже нестійкий, це межа працездатності вузла тертя. Якщо граничний шар руйнується – навантаження перевищить сили зчеплення, у місці контакту виникає сухе тертя і, як наслідок, задири, заклинювання та ін. неполадки аварійного характеру.

Встановлено, що товщина і міцність граничних шарів залежить від хімічного складу оливи і присадок, що входять до нього, особливостей хімічної структури і стану поверхні тертя. З іншого боку, поведінка граничних шарів залежить від в'язкості, а визначається взаємодією молекулярних плівок оливи з поверхнею металу. Розрізняють плівки хімічного походження (хемосорбція) та фізичного (адсорбція).

Створення мастильних плівок силами адсорбції обумовлюється наявністю в мастильних матеріалах поверхнево-активних речовин (ПАР), що несуть електричний заряд. Вони мають здатність адсорбуватися на поверхнях розділу рідина - тверде тіло. Здатність мастильних матеріалів, що містять ПАР, утворювати на поверхнях, що змащуються, досить міцні шари орієнтованих молекул, зазвичай називають **маслянистістю або змащувальною здатністю оливи**. До полярних відносяться сполуки, що містять карбоксильні групи, спирти, різні ефіри, смоли, сірчисті сполуки. У деякі оливи для поліпшення їх змащувальної здатності вводять протизносні та протизадирні присадки (рис. 2).

Велика швидкість утворення хемосорбованих плівок забезпечує їх швидке відновлення у місцях руйнування граничного шару. Стійкі хімічні плівки фосфатів, хлоридів або сульфідів створюються на поверхні металу завдяки присутності у мастильних матеріалах відповідних хімічних елементів. До плівок цього типу відносять також різні мила, що утворилися з вищих органічних кислот, що знаходяться в оливі.

Як адсорбовані, так і хемосорбовані плівки, володіючи деякою міцністю і стійкістю, захищають поверхні тертя від механічних і теплових впливів, перешкоджають взаємній адгезії поверхонь, що труться.



а - моношар полярних молекул (ПАР) карбоксильної групи (COOH) + на поверхні в мікрзоні матеріалу, що має позитивний заряд; 1 - моношар полярних молекул; 2 - диполь; 3 - поверхня металу; б - загальна орієнтація полярних та неполярних молекул рідини в межовому шарі товщиною до 1 мкм: 1 - рідина; 2 - гранична фаза; 3 - адсорбований моношар; 4 - хімічні сполуки (хемосорбована гранична плівка); 5 - зона деформованого металу; 6 - метал; в - шкала маслянистості: 1 - мінімальна маслянистість; 2 - максимальна маслянистість.

Рисунок 2 – Схема структури поверхневого шару та шкала маслянистості (по Б.В. Дерягіну)

Коефіцієнт рідинного тертя знаходиться в межах 0,003...0,03, а сила тертя в цьому випадку, що визначається лише внутрішнім тертям шарів у мастильному матеріалі, в 50...100 разів менше, ніж при терті без мастила. Стійкість мастильного шару, необхідного для рідинного тертя, залежить від наступних факторів: конструкції вузла тертя, швидкості взаємного переміщення поверхонь, що труться, питомого тиску на них, в'язкості мастильного матеріалу, площі поверхонь, що труться, величини зазору між ними, температурного стану вузла тертя і ін. Залежності ілюструються процесами, відображеними на рис. 3.

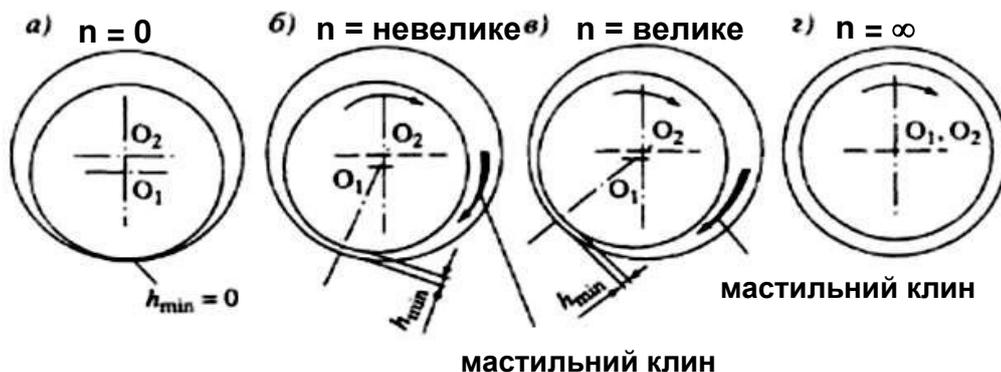


Рисунок 3 – Утворення мастильного клину під час обертання валу в підшипнику

Обертаючись у підшипнику ковзання, вал захоплює мастило, що знаходиться в зазорі, і там де величина зазору менше (h_{min}), виникає тиск, під дією якого вал наче спливає в мастильному шарі, яким заповнюється зазор.

Зі збільшенням числа обертів "клинова дія" мастильного шару зростає: вал все більше прагне зайняти центральне положення в підшипнику (рис. 3, а, б, в, г), і величина h_{min} зростає.

Сила тертя концентрично розташованого валу в підшипнику розраховується за формулою Н.П. Петрова – творця гідродинамічної теорії змащення. У спрощеному варіанті сила рідинного тертя виглядає так:

$$F = \eta \frac{Sv}{h},$$

де η – абсолютна в'язкість мастила, Н с/м²; S – площа зіткнення тіл, що труться, м²; v – швидкість переміщення поверхонь, що труться, м/с; h – товщина змащувального шару, м.

Для визначення величини мінімального зазору у підшипнику встановлена наступна залежність:

$$h_{min} = \eta \frac{Cv}{P},$$

де C – коефіцієнт, що враховує конструкцію підшипника; P – тиск на поверхні, що труться.

Витримування закономірності:

$$h_{min} \triangleright 1,5(\delta_1 + \delta_2)$$

де δ_1 та δ_2 – максимальні висоти виступів на поверхнях тертя (рис. 1, в) забезпечують стійке та надійне рідинне тертя.

Для будь-яких пар поверхонь, що труться, в'язкість мастила повинна бути найменшою, але в той же час забезпечувати рідинне тертя. Так, для підшипника колінчастого валу двигунів внутрішнього згорання вона має бути не менше 4-5 мм²/с. У реальних умовах експлуатації може виникнути граничне тертя, а при пуску двигуна, високих робочих температурі та навантаженні – напіврідинне тертя. Під ним розуміють такий стан, коли мастило в зазорі між парами, що труться, недостатньо для повного забезпечення рідинного тертя. При цьому вигляді тертя мастильний шар між поверхнями, що труться, частково зруйнований, в результаті чого в окремих місцях дотику тертьових поверхонь і виникає граничне (сухе) тертя. У цьому випадку мастило, що володіє високою змащувальною здатністю, максимально зменшує тертя і знос, а також запобігає заїданню деталей, що труться.

Напіврідинний вид тертя спостерігається нерідко (наприклад, поршень-циліндр). У певних умовах (запуск та зупинка двигуна, різкі коливання швидкості та навантаження, високі температура та питомий тиск, недостатні в'язкість оливи та її подача) вузли тертя, розраховані на роботу при рідинному мастилі, якусь частину часу змушені працювати при напіврідинному. Рідинне тертя нерідко також порушується при попаданні в оливу абразивних механічних домішок.

Зношування поверхонь, що труться – це зміна розмірів деталей в результаті відділення матеріалу з поверхонь тертя і внаслідок залишкової деформації поверхневого шару. Розрізняють такі види зношування (за характером руйнування деталей): механічне, молекулярно-механічне та корозійно-механічне.

Механічне зношування, що виникає в результаті механічних впливів, поділяють на абразивне, гідроабразивне, газоподібне, ерозійне, втомне, кавітаційне.

Абразивне зношування найбільш поширене. Воно є результатом на поверхні тертя щодо більш твердих частинок, наприклад таких, як продукти зносу, нагар, пил і т.п. Навіть незначна кількість абразивних частинок, що потрапили в двигун, може призвести до дуже швидкого зносу деталей, що труться.

Гідроабразивне зношування так само, як і газоабразивне, – результат дії твердих частинок, що захоплюються відповідно рідиною або газом.

Втомне зношування є наслідком повторного деформування мікрооб'ємів матеріалу, через який виникають тріщини і відбувається відділення частинок.

Ерозійне зношування спостерігається при дії на поверхню тертя рідини або газу.

Кавітаційне зношування виникає в умовах кавітації.

Коли механічне зношування доповнюється впливом молекулярних чи атомних сил, такий вид зносу називають **молекулярно-механічним**. У цьому випадку відбувається місцеве з'єднання (зварювання) двох твердих тіл, перенесення металу з однієї поверхні на іншу із глибинним вириванням металу.

Звідси заїдання деталей та задири.

Корозійно-механічне зношування визначають як вплив на поверхні, що труться, таких агресивних речовин, як хімічно активні гази, кислотні домішки мастильних та інших матеріалів, з подальшим механічним стиранням пошкоджених ділянок поверхні.

До причин, від яких залежать виникнення будь-якого виду зношування та його інтенсивність, можна віднести такі:

- вплив властивостей матеріалу тертьових деталей;
- конструкція та технологія виготовлення вузла або деталі;
- режим роботи;
- умови експлуатації автомобілів;
- якість палива та особливо мастильного матеріалу.

Основні функції, які виконують мастильні матеріали в різних агрегатах автомобілів – це зниження тертя і зносу деталей, що труться.

При роботі двигуна можуть спостерігатися різні режими змащення (табл. 1)

Ці режими реалізуються за певних умов, що залежать від таких параметрів процесу змащення, як в'язкість оливи, швидкість переміщення поверхонь, що рухаються, і прикладене питоме навантаження.

Таблиця 1 – Режими змащення двигуна

| Режими змащення | Коефіцієнт тертя |
|-------------------------------|------------------|
| Рідинний (гідродинамічний) | 0,002 – 0,01 |
| Напіврідинний (змішаний) | 0,01 – 0,2 |
| Граничний: | |
| змащені поверхні | 0,05 – 0,4 |
| незмащені поверхні (окислені) | 0,2 – 0,8 |

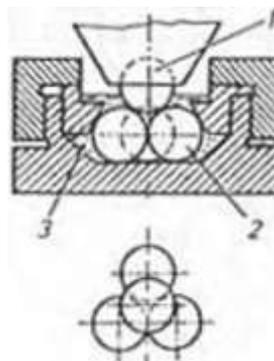
ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ МОТОРНИХ ОЛИВ

Моторна олива повинна надійно і довго виконувати свої функції, забезпечуючи заданий ресурс двигуна. **Основні функції моторної оливи** в двигунах – зменшення тертя між поверхнями деталей, що труться; зниження зносу тертьових поверхонь і запобігання їх заїдання; охолодження деталей; додаткове ущільнення поршневих кілець, що знижує прорив газів з камери згоряння в картер двигуна; захист деталей від корозії та забруднення вуглецевими відкладеннями.

До експлуатаційних властивостей моторних олив відносять в першу чергу ті, від яких залежать втрати енергії на тертя, знос поверхонь, що труться, утворення відкладень у двигуні, корозія деталей і пуск двигуна при низькій температурі. Головними з них є: змащувальні та в'язкісно-температурні властивості, термоокислювальна стабільність, миючі, антиокислювальні та антикорозійні властивості.

Змащувальні властивості. Під цією назвою об'єднано кілька властивостей олив, що впливають на процеси тертя і зношування поверхонь деталей, що труться, в двигунах. Основні з них: антифрикційні – впливають на втрати енергії при терті поверхонь; протизносні – зменшують знос поверхонь деталей, що труться при помірних навантаженнях; протизадирні – оберігають поверхні тертя від задирів в умовах високих навантажень. Головний показник змащувальних властивостей олив – в'язкість. Крім того вона основний параметр моторних олив, за яким їх маркують та класифікують.

Протизносні властивості оливи залежать від її хімічного складу та в'язкісно-температурної характеристики, а також від якості присадок. Наявність в оливі абразивних забруднень істотно впливає на знос поверхонь, що труться. Трибологічні характеристики олив – **індекс задиря, критичне навантаження та показник зносу** при постійному навантаженні визначають за ГОСТ 9490–75 на чотирикульковій машині тертя (рис. 4).



1 - верхня кулька; 2 - нижня кулька; 3 - досліджувана олива.

Рисунок 4 – Чотирикулькова машина тертя

На кульку 1, що закріплена у шпинделі, що обертається з великою швидкістю, діє вертикальне навантаження. Вузол тертя поміщають у посудину з оливою. В результаті тертя на кульках утворюються сліди зношування: на верхньому смуга, а на нижніх – плями. Оціночними показниками змащувальних властивостей оливи є: діаметр плями зносу (D_n), критичне навантаження (P_k), навантаження зварювання (P_3) та індекс задира (I_3).

Найдостовірніший метод оцінки протизносних і протизадирних властивостей – випробування оливи в реальних вузлах тертя двигунів. При випробуванні протизносні та протизадирні властивості олив оцінюють за втратою маси поршневих кілець, задиром або піттингом кулачків і штовхачів, лінійного зносу цих деталей і циліндрів, станом поверхонь тертя.

В'язкісно-температурні властивості. Від в'язкості моторної оливи при робочих температурах в двигуні залежать якість змащування поверхонь деталей, що труться, і їх знос. В'язкість моторної оливи, у свою чергу, залежить від температури, зі збільшенням якої вона знижується, а зі зменшенням підвищується (рис. 5). Інтенсивність зміни в'язкості при зміні температури у різних моторних олив різна. Крутизну в'язкісно-температурної кривої оцінюють за індексом в'язкості.

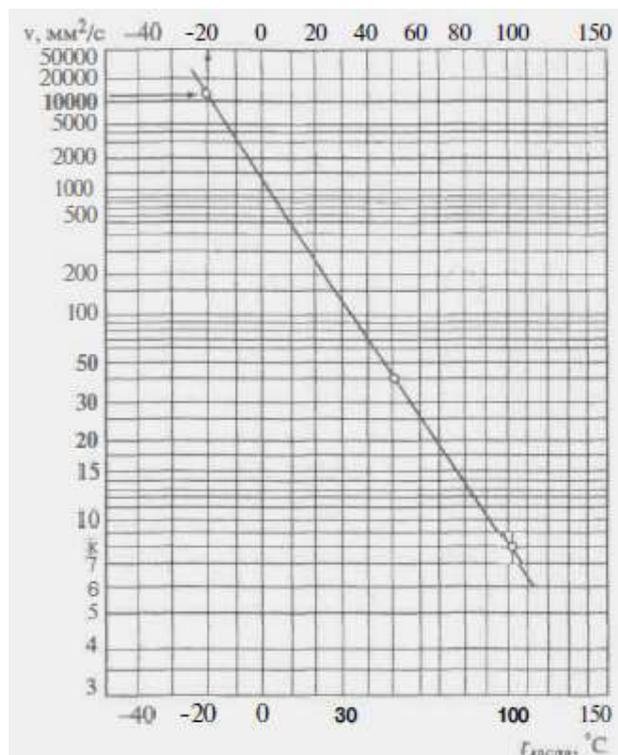
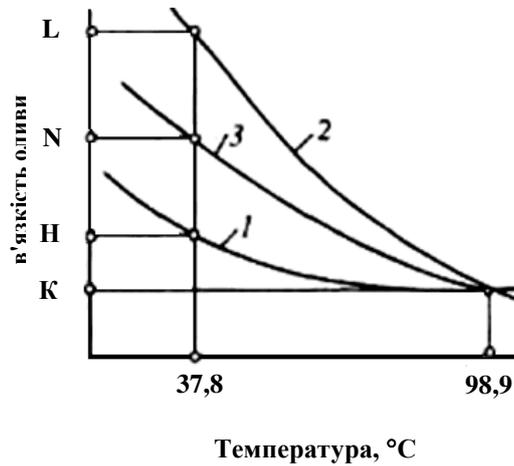


Рисунок 5 – Номограма для визначення в'язкості при різних температурах

Індекс в'язкості характеризує ступінь зміни в'язкості залежно від температури оливи, або пологість кривої в'язкісно-температурної оливи. Індекс в'язкості олив визначають в умовних одиницях (рис.6), порівнюючи криві в'язкості випробуваної оливи і двох еталонних олив, одна з яких має дуже пологі криву – її індекс в'язкості прийнято за 100, а інша – круту криву – індекс в'язкості прийнято за 0. Еталонні оливи мають однакову в'язкість з випробуваною оливою при температурі 98,8°C.



1 - еталонна олива з хорошими в'язкісно-температурними властивостями; 2 - еталонна олива, з поганими властивостями; 3 - випробувана олива.

Рисунок 6 – Схема оцінки в'язкісно-температурних властивостей оливи за індексом в'язкості

Чим вище індекс в'язкості, тим краще техніко-експлуатаційні властивості моторних олив. Індекс в'язкості знаходять за відповідними формулами чи номограмою (рис. 7).

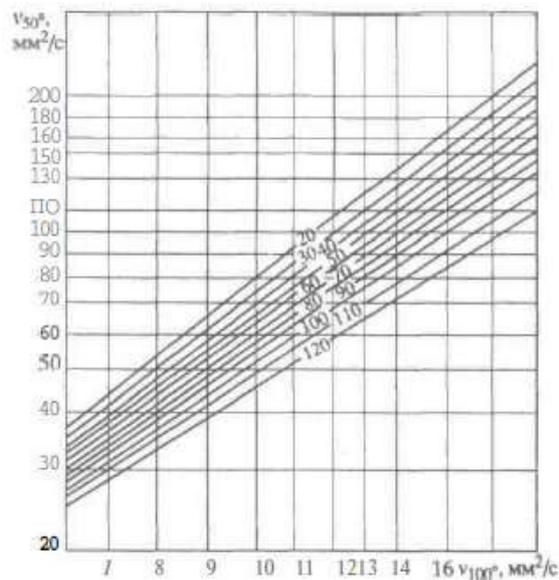


Рисунок 7 – Номограма для обчислення індексу в'язкості олив

Індекс в'язкості визначається за формулою:

$$ИВ = \frac{L - N}{L - H} 100,$$

де N – значення в'язкості при температурі $37,8^{\circ}\text{C}$ для досліджуваної оливи, а L і H для еталонних олив.

В'язкісно-температурна крива випробуваної оливи зазвичай розташовується між кривими еталонних олив. Спочатку у випробуваної моторної оливи визначають кінематичну в'язкість при 40 і 100 °С. Потім з урахуванням цих значень за номограмою або формулами визначають індекс в'язкості оливи.

Термоокислювальна стабільність. У процесі роботи двигуна моторна олива зазнає глибоких змін, які призводять до зміни фізичних та хімічних властивостей. Результатом таких перетворень є накопичення в оливі нейтральних продуктів у вигляді смолистих речовин, асфальтенів, карбенів та інших сполук глибокого окиснення, а також кислих речовин у вигляді органічних кислот, оксикислот, естолідів тощо. Продукти окислення оливи сприяють лако- та нагароутворенню на деталях поршневої групи, що може призводити до закоксовування поршневих кілець. Моторна олива повинна мати високу **термоокислювальну стабільність**, тобто не утворювати лакових відкладень на поверхнях поршневої групи двигуна під дією високої температури.

Визначення термоокислювальної стабільності полягає в наступному. Моторну оливу, що знаходиться на металевій поверхні у вигляді тонкого шару, нагрівають, внаслідок чого її маса зменшується за рахунок випаровування легколетких речовин. Залишок, отриманий на металевій поверхні, ділять на робочу фракцію та лак.

На рисунку 8 показано зміну моторної випаровуваності, схильності до утворення лаку та кількості робочої фракції моторної оливи при постійній температурі 250 °С залежно від часу нагрівання на металевій поверхні.

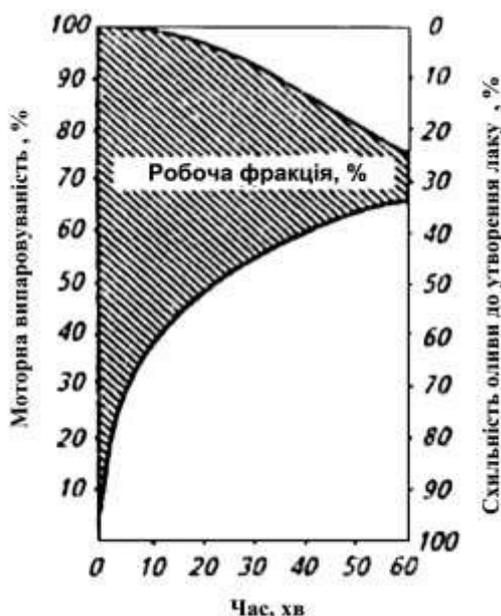


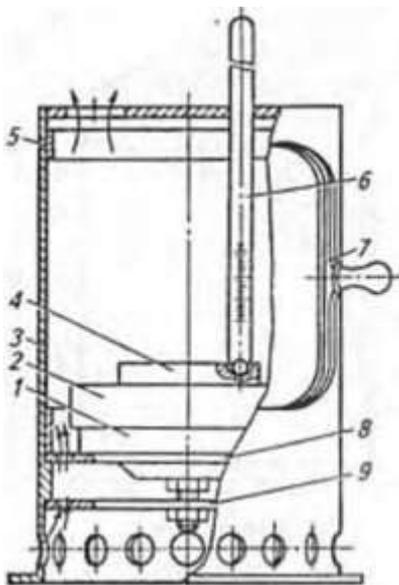
Рисунок 8 – Зміна моторної випаровуваності, схильності до утворення лаку та робочої фракції моторної оливи при постійній температурі

Як видно з рисунку, зі збільшенням часу нагріву збільшуються моторна випаровуваність і схильність до утворення лаку і знижується кількість робочої фракції, тобто оливи, що виконує функцію мастильного матеріалу.

Термоокислювальна стабільність моторної оливи – це час (у хвиликах), протягом якого випробувана олива при температурі 250°С перетворюється на лаковий залишок, що складається з 50% робочої фракції та 50% лаку.

Метод визначення термоокислювальної стабільності на випарниках термоста-та-лакоутворювача застосовують для умовної оцінки схильності олив до утворення лакових відкладень на деталях двигуна (у зоні поршневих кілець) та оцінки ефективності дії присадок, що зменшують лакоутворення.

Лакоутворювач для визначення термоокислювальної стабільності показаний на рисунку 9. Він складається з електронагрівального елемента 1, пластини 2 і сталевого диска 4, який нагрівається від елемента 1. Температуру диска контролюють за допомогою термометра 6. Прилад обладнаний рухомими скляними дверцятами 7.



1- електронагрівальний елемент; 2 - нагрівальна пластина; 3 - металевий корпус; 4 - диск; 5 і 9 - верхня та нижня кришки; 6 - термометр; 7 - рухомі скляні дверцята; 8 - накладка.

Рисунок 9 – Лакоутворювач для визначення термоокислювальної стабільності

У лакоутворювачі встановлюють температуру 250°C. На сталевому диску розміщують чотири випарні сталеві тарілочки, у кожній з яких знаходиться по 0,035...0,04 г випробуваної оливи. Коли олива в тарілочках окислиться, що визначають за зміною кольору масляної плівки, з диска знімають одну тарілочку, а інші з інтервалом 10 хв. Після охолодження тарілочку зважують, петролейним ефіром екстрагують (витягають з суміші ту чи іншу речовину за допомогою відповідного розчинника) з залишку оливи робочу фракцію. Потім тарілочку знову зважують. Так визначають кількісний вміст робочої фракції та лаку.

Випарюваність I_T^τ (%) досліджуваної оливи при температурі T протягом часу τ розраховують за формулою:

$$I_T^\tau = \frac{m_1 - (m_3 - m_2)}{m_1} 100,$$

де m_1, m_2, m_3 – маса навішування відповідно оливи, чистого випарника до досліду та випарника із залишком оливи після випаровування в лакоутворювачі, г.

Масову частину робочої фракції $R\Phi_T^\tau$ (%) досліджуваної оливи при температурі T протягом часу τ знаходять за формулою:

$$R\Phi_T^\tau = \frac{m_3 - m_4}{m_1} 100,$$

де m_4 – маса випарника із залишком лаку після екстрагування, г.

За випаровування та робочу фракцію випробуваної оливи приймають середнє арифметичне двох випробувань. Розбіжність між паралельно отриманими результатами не має перевищувати 10% середнього значення.

Масову частку лаку L_T^τ (%) при температурі T протягом часу τ розраховують за формулою:

$$L_T^\tau = \frac{m_4 - m_2}{m_1} 100.$$

За отриманими даними будують графік зміни в часі кількостей робочої фракції та лаку в випробуваній оливі (рис. 10).

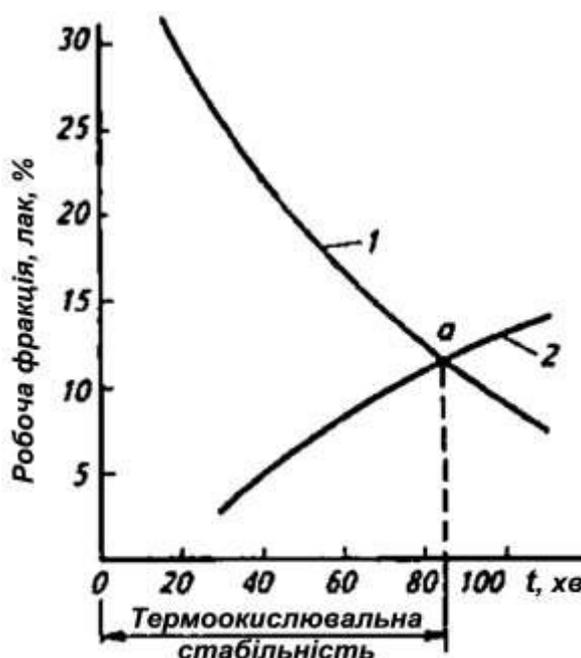
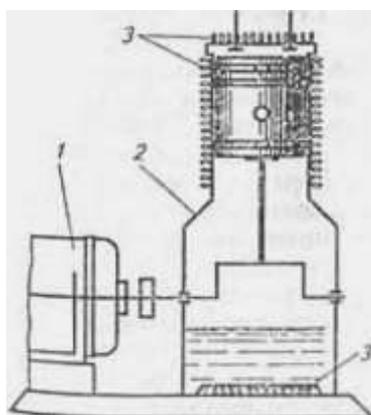


Рисунок 10 – Зміна за часом кількісного вмісту робочої фракції (1) та лаку (2) у випробуваній оливі

З точки перетину кривих опускають перпендикуляр на вісь абсцис і отримують значення термоокислювальної стабільності в хвилинах. **Чим вище термоокислювальна стабільність оливи, тим повільніше її окислення в тонкому шарі при високій температурі, вище якість оливи і менша небезпека пригорання кілець.**

Мийно-диспергуючі властивості. Вони характеризують здатність оливи зменшувати утворення вуглецевих відкладень та опадів на деталях двигуна та підтримувати продукти забруднення у зваженому стані. Чим вище мийно-диспергуючі властивості моторних оливок, тим більше продуктів забруднення і окислення утримується в працюючій оливі без випадання в осад. І тим менше утворюється лакових відкладень на поршнях, а на інших деталях – мазеподібних опадів сірого або чорного кольору, при роботі двигуна внутрішнього згорання. При введенні в оливу спеціальної (мийної) присадки, її схильність до утворення лаку та інших відкладень різко знижується. Навіть після тривалої роботи деталі двигуна виявляються абсолютно чистими, ніби їх нещодавно вимили. Звідси і виникли терміни «миючі присадки», «миючі властивості оливок». Ці терміни не зовсім точні, тому що олива з мийною присадкою в складі, не змиває лак з деталей, а попереджає його утворення на них.

Миючі властивості моторних оливок визначають за інтенсивністю лакоутворення на поверхні поршня на установці ПЗВ (рис. 11).



1 - електродвигун; 2 - одноциліндровий двигун; 3 - електронагрівальні елементи.

Рисунок 11 – Установа ПЗВ

Установа складається з одноциліндрового чотиритактного двигуна 2 електродвигуна 1 і пульта управління. Алюмінієвий поршень забезпечений двома компресійними та двома маслоз'ємними кільцями. Необхідний температурний режим підтримується електронагрівальними елементами 3. Умови випробування наступні: в картер двигуна заливають 250 мл випробуваної оливи; частота обертання колінчастого валу двигуна 2500 хв^{-1} ; температура головки циліндра 300°C , оливи в картері 125°C та повітря на випуску 220°C . Тривалість випробування 2 год.

Після випробування прилад розбирають і за кількістю лаку на бічній поверхні поршня оцінюють миючі властивості оливи за семибальною кольоровою шкалою. Якщо поршень чистий, олива отримує бал 0, а якщо дуже забруднений лаком – бал 6.

Антиокислювальні властивості. Вони характеризують стійкість оливи до окислення. Повністю запобігти окисленню оливи через жорсткі умови експлуатації неможливо. Процес окислення моторної оливи можна значно загальмувати запровадженням ефективних антиокислювальних присадок, очищенням базових оливок від небажаних сполук, використанням синтетичних базових компонентів. При окисленні оливи відбувається збільшення його в'язкості та корозійності, схильності до утворення відкладень, сильного забруднення фільтрів, що призводить до важкого холодного пуску та погіршення прокачуваності оливи. У двигуні олива найбільш інтенсивно

окислюється в тонких шарах на поверхнях деталей, що нагріваються до високої температури і стикаються з гарячими газами. Значне окислення оливи відбувається на поршнях, циліндрах, поршневих кільцях, клапанах та ін.. Швидкість і ступінь окислення моторної оливи істотно збільшуються під дією продуктів неповного згоряння палива, що прориваються в картер двигуна. Окислення оливи прискорюють також частинки металів, що накопичуються в ньому внаслідок зношування деталей двигуна, і металоорганічні сполуки міді, заліза та інших металів, що утворюються в результаті корозії деталей двигуна або взаємодії цих частин з органічними кислотами.

При тривалій роботі оливи в двигуні в результаті окислення спостерігається значне зростання в'язкості, яке відбувається після спрацьовування антиокислювальної присадки. У стандартах на моторні оливи їх стійкість до окислення оцінюють за індукційним періодом опадоутворення (окислення при 200°C за ГОСТ 21063-77) або збільшення їх в'язкості при роботі в двигуні установки ІКМ (моторні випробування за ГОСТ 20457-75).

Антикорозійні властивості. Ці властивості моторних олив залежать головним чином від ефективності антикорозійних і антиокислювальних присадок, і навіть від складу базових компонентів. У процесі роботи оливи у двигуні її корозійність зростає. Найбільш сильно збільшується корозійність олив з малосірчистих нафт з високим вмістом парафінових вуглеводнів, які у процесі окислення утворюють агресивні органічні кислоти. Ці кислоти взаємодіють з кольоровими металами та їх сплавами.

Антикорозійні присадки захищають вкладиші підшипників та інші деталі, виготовлені з кольорових металів, утворюючи на поверхні міцну захисну плівку.

Нейтралізуюча здатність – це найважливіша хімічна властивість моторних олив, що характеризується **лужним числом**. Воно показує, яка кількість кислот, що утворюються при окисненні оливи або потрапляє в нього з продуктів згоряння палива, може нейтралізувати одиниця маси оливи. **Лужне число** олив обумовлюється вмістом у них миючих та диспергуючих присадок, що володіють лужними властивостями і перешкоджають відкладенню смолисто-асфальтових речовин, карбенів і карбоїдів на деталях кривошипно-шатунного механізму і особливо на деталях циліндро-поршневої групи двигунів у вигляді лаку та нагару.

Чим вище концентрація присадки в оливі (лужне число), тим менше нагароутворення в двигуні. Однак концентрація присадки в оливі під час роботи двигуна поступово знижується (спрацьовується) та захисні властивості оливи погіршуються.

Лужне число моторної оливи визначають методом потенціометричного титрування за ГОСТ 11362-96 (ІСО 6619-88). За лужне число приймають кількість луку, виражене в міліграмах гідроксиду калію (КОН) на 1 г зразка, необхідне для потенціометричного титрування випробуваної маси в певному розчиннику від початкового показання вимірювального приладу до показання, що відповідає свіжоприготованому кислому неводному буферному розчину.

Температура спалаху та займання. При нагріванні моторні оливи випаровуються. Пари оливи, змішуючись із повітрям, утворюють вибухову суміш.

Температура спалаху – це мінімальна температура, при якій пари оливи, нагрітої в спеціальному приладі, утворюють з повітрям суміш, що спалахує від стороннього джерела вогню.

Температура займання – це така температура нагрітої оливи, при якій вона

спалахує сама.

Температури спалаху та займання характеризують вогнебезпечність нафтопродукту. За температурою спалаху можна оцінити властивості вуглеводнів, що входять до складу оливи, визначивши наявність у ньому домішок палива. У присутності палива значно знижується температура спалаху оливи: при попаданні в оливу 1% бензину – з 200 до 170°C, а за наявності в оливі 6% бензину – майже вдвічі.

На температуру спалаху впливають тиск і вологість повітря. З підвищенням атмосферного тиску температура спалаху дещо збільшується, а зі зростанням вологості повітря – зменшується.

Суміш парів оливи з повітрям займається при певній мінімальній концентрації парів у повітрі, яка відповідає нижній межі вибуховості.

Низькотемпературні властивості. Ці властивості оцінюють за в'язкістю та температурою застигання. **Температурою застигання** називається температура, коли олива втрачає рухливість, тобто перестає текти під впливом сили тяжіння.

Вимоги до якості моторних олив різко зросли у зв'язку з постійним удосконаленням конструкцій двигунів і вирішенням завдань щодо поліпшення їхньої паливної економічності (енергозбереження), зниження витрати та збільшення термінів зміни оливи (20...50 тис. км у автомобілів). Велике значення набуває екологічний фактор у зв'язку з введенням норм по викидам шкідливих речовин з відпрацьованими газами, поступовою відмовою від використання шкідливих компонентів, наприклад ароматичних вуглеводнів.

Основні напрямки у забезпеченні вимог до якості моторної оливи: підвищення термоокислювальної стабільності олив, зниження низькотемпературної в'язкості, поліпшення показників прокручування та прокачування при холодному пуску, створення довгопрацюючих олив та широке використання енергозберігаючих олив.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Що таке тертя? Які види тертя Ви знаєте?
2. Що таке змащувальна здатність оливи?
3. Що таке зношування? Які види зношування Ви знаєте?
4. Назвіть основні функції моторної оливи в двигуні.
5. Перелічіть експлуатаційні властивості моторних олив.
6. Дайте визначення індексу в'язкості.
7. Що таке термоокислювальна стабільність?
8. В чому різниця між температурою спалаху та займання?
9. Що таке температура застигання?