

БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
**Кафедра „Будівельні, колійні та вантажно-розвантажувальні
машини”**

ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ОЛИВ
МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до лабораторних робіт з дисципліни
"ОСНОВИ ТРИБОЛОГІЇ І ХІМОТОЛОГІЇ"

Харків 2009

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри "Будівельні, колійні та вантажно-розвантажувальні машини" 8 жовтня 2007 р., протокол № 2.

Наведено вимоги до якості моторних олив. Пояснено значення найбільш важливих показників якості олив та викладені методики їх визначення. Окремо виділений такий показник як в'язкість мастильної рідини та її залежність від температури. Наведено декілька способів визначення в'язкісно-температурної характеристики олив. Подані схеми основних приладів та обладнання, за допомогою яких проводяться досліді. Наведені запитання для підготовки студентів до виконання даних лабораторних робіт.

Методичні вказівки призначені для студентів спеціальності 7.090214 - "Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні, машини і обладнання", що вивчають курс "Основи трибології і хімотології", усіх форм навчання.

Укладач
доц. А.М. Кравець

Рецензент
проф. Є.С. Венцель

ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ОЛИВ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт з дисципліни

"ОСНОВИ ТРИБОЛОГІЇ І ХІМОТОЛОГІЇ"

Відповідальний за випуск Кравець А.М.

Редактор Буранова Н.В.

Підписано до друку 05.11.07 р.
Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.
Умовн.-друк.арк. 2,0. Обл.-вид.арк. 2,25.
Замовлення № Тираж 100. Ціна

Видавництво УкрДАЗТу, свідоцтво ДК 2874 від. 12.06.2007 р.
Друкарня УкрДАЗТу,
61050, Харків - 50, пл. Фейербаха, 7

Вступ

Моторні оливи використовують для змазування вузлів тертя ДВЗ з метою зменшення зносу і зниження втрат на роботу тертя. Також моторні оливи відводять теплоту від вузлів тертя та ущільнюють зазори.

Умови роботи моторних олив розрізняються в різних вузлах тертя навіть одного двигуна. Але у будь-якому випадку можна сказати, що умови роботи моторних олив досить жорсткі.

При виконанні своїх функцій оливам доводиться контактувати з вузлами тертя, що мають досить високу температуру (до 450°C для карбюраторних двигунів та до 700°C для дизельних). У деяких вузлах двигуна виникає дуже великий тиск (500÷700 МПа, а іноді і 1200÷1700 МПа). Навантаження, що сприймають деталі двигуна, часто є знакозмінними. ДВЗ працюють при широкому діапазоні температур навколишнього повітря, що не може не мати впливу на режими роботи моторних олив.

Вказане вище є причиною того, що у двигуні одночасно в різних парах тертя реалізуються різні режими змазування. Характерно також і те, що в процесі роботи в деяких вузлах різні режими змазування можуть замінити один одного з великою частотою, а в деяких парах тертя є переважаючий режим мащення, а інший режим виявляється тільки в перехідних режимах.

У зв'язку з наведеними особливостями роботи до олив висуваються такі вимоги:

- при всіх режимах роботи двигуна безперервно надходити до поверхонь тертя;
- мати високу теплопровідність та електропровідність;
- мати мінімальну схильність до утворення різних відкладень;
- мати високі антифрикційні, протизношувальні, антикорозійні, антипінні, мийно-диспергуючі та протизадирні властивості у всьому діапазоні робочих температур.

Ці лабораторні роботи призначені для оволодіння студентом методикою визначення основних показників якості моторних та інших олив, що застосовуються для мащення вузлів тертя

БКВРМ і інших машин, у лабораторних умовах. Оскільки лабораторна робота базується на самостійній роботі студента з лабораторним обладнанням та устаткуванням, то до її виконання студент допускається тільки після ретельної підготовки, яка полягає в самостійному вивченні теоретичного матеріалу щодо теми лабораторної роботи, програми та методики її виконання.

Студент може захищати лабораторну роботу, якщо він виконав її в зазначеному обсязі, про що є відмітка у журналі лабораторних робіт, склав звіт з додержанням вимог, наведених у цих методичних вказівках, та підготував відповіді на контрольні запитання.

Лабораторна робота № 3

ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ МОТОРНИХ ОЛИВ

Мета роботи

- 1 Закріплення знань за темою "Моторні оливи".
- 2 Знайомство з нормативно-технічною документацією з якості моторних олив.
- 3 Знайомство з обладнанням та приладами, що використовуються при визначенні основних показників якості моторних олив.
- 4 Знайомство з методикою визначення основних показників якості моторних олив.
- 5 Придбання практичних навичок з оцінювання якості моторної оливи.

Завдання

- 1 Кількісно визначити вміст механічних домішок у моторній оливі.
- 2 Визначити вміст води в дослідному зразку оливи.
3. Оцінити диспергуючу здатність досліджуваної оливи.
4. Визначити лужне число оливи.

- 5 Визначити температуру спалаху досліджуваної моторної оливи.
- 6 Скласти звіт про роботу.

Домашнє завдання

- 1 Детально ознайомитись із теоретичним матеріалом за темою лабораторної роботи, наведеним у методичних вказівках.
- 2 Ознайомитися із змістом і порядком виконання роботи.
- 3 Вивчити програму та методику проведення лабораторних досліджень якості моторних олив.
- 4 Відповісти на контрольні запитання.

Теоретичні положення

Моторні оливи, що застосовуються транспортними підприємствами України, випускаються за декількома ГОСТами та ТУ. Їх номенклатура досить широка. В залежності від сфери застосування перелік вимог до якості олив може відрізнитися, але для усіх них існують декілька показників, які обов'язково підлягають контролю і є визначальними для висновків щодо якості оливи. До цих показників належать вміст механічних домішок та води, мийно-диспергуюча здатність, лужне число та температура спалаху. Саме ці показники і будуть визначатися в ході проведення лабораторного дослідження.

Дослідження моторної оливи на вміст механічних домішок

Механічними домішками і забрудненнями в моторних оливах, як і в інших нафтопродуктах, є, головним чином, мінеральні речовини, а також продукти зносу пар тертя. Механічні домішки потрапляють у нафтопродукти при переробці нафти (пил і каталізаторна крихта, частинки вибілюючої глини, мінеральні солі і ін.), при зберіганні і транспортуванні нафтопродуктів. Накопичення в оливах нерозчинних домішок неорганічного походження в процесі експлуатації виникає за рахунок утворення сажі, зношування деталей, потрапляння

сторонніх речовин зовні, а також за рахунок утворення продуктів окислення та термічного розкладання оливи.

Наявність у оливі нерозчинних домішок призводить до таких негативних результатів:

- інтенсивне абразивне зношування (найбільш небезпечні частки пилу);
- підвищене окислення оливи;
- розрив оливної плівки та пов'язане з цим погіршення режимів мащення;
- засмічення фільтрів.

Розмір часток забруднень, що містяться у моторній оливі, – від 0,4÷0,8 мкм (продукти окислення оливи та частки зносу) до 200 мкм та більше (часточки пилу). При цьому розмір часток із плином часу не лишається постійним, оскільки найбільш дрібні з них з'єднуються (коагулюють) у більш крупні агрегати, а певна частина крупних домішок, навпаки, потрапляючи між поверхнями тертя, подрібнюється під дією навантаження і частки стають за розміром близькими до зазору.

Основні компоненти механічних домішок – оксиди кремнію, алюмінію, магнію, натрію. У пилу, який потрапляє в моторні оливи, міститься від 50 до 95% кварцу, твердість якого більше твердості конструкційних матеріалів деталей дизеля. Кварц викликає абразивне зношування деталей.

Кількісні стандартні методи визначення вмісту механічних домішок в оливах за ГОСТ 10577-78 ("Нефтепродукты. Методы определения содержания механических примесей") побудовані на гравіметричному аналізі і властивості всієї вуглеводневої частини олив повністю розчинятися в органічних розчинниках. Осад, затримуваний фільтром при фільтруванні розчину моторної оливи, характеризує вміст в ній механічних домішок.

Визначення вмісту води в оливі

Технічними нормами і стандартами наявність води в більшості нафтопродуктів не допускається. Проте вода може потрапляти в оливу в тих випадках, коли не дотримуються правила її транспортування, зберігання, завантаження і вивантаження.

В оливі вода може бути присутньою як у розчиненому стані, так і у вигляді компонента механічної суміші. Вміст води в розчиненому стані дуже незначний і складає, як правило, тисячні частки відсотка.

Присутність води в оливі викликає утворення осаду, посилює корозію металу, призводить до спінювання оливи, знижує мастильні властивості, зменшує вміст присадки за рахунок її розкладання і осадження.

Особливо небезпечна присутність води в оливі в зимовий час, оскільки вона випадає у вигляді дрібних кристалів. Вода, що накопичилася в оливі, сприяє утворенню в ній водних емульсій, кислот і призводить до відкладення в картері і на деталях двигуна крихких і клейких осадів, що викликають несправність роботи клапанів, змащувальної системи, закупорку оливопроводів.

Існує декілька способів визначення кількості води в оливах:

- **якісний** метод визначення присутності води проводиться пробою на спінювання і потріскування. Олива, що не містить воду, при нагріванні не спінюється і не потріскує. Для якісного визначення вмісту води в пробірку поміщають 2÷3 мл нафтопродукту і нагрівають на водяній бані. Потріскування, а іноді і викид оливи з пробірки свідчать про наявність води у випробуваній оливі;

- **кількісний** метод визначення води в оливі способом Діна і Старка за ГОСТ 2477-65 ("Нефть и нефтепродукты. Метод определения содержания воды") застосовують у тих випадках, коли показник вмісту води строго нормується. Метод полягає у випаровуванні води з оливи, конденсації пари і збиранні її в пастці;

- **гідрокальцієвий** метод визначення вмісту води в оливі за ГОСТ 2477-65 застосовують у тих випадках, коли через малий вміст води не може бути застосований попередній. Даний метод будується на взаємодії гідриду кальцію з водою, що міститься в паливі, і вимірюванні в газовій бюретці об'єму водню, за яким обчислюють вміст води, що виділилася.

В ході лабораторної роботи вміст води в дослідному зразку моторної оливи визначатимемо за допомогою методу Діна і Старка.

Оцінювання диспергуючої здатності моторної оливи

Під час експлуатації у двигуні накопичуються мазеподібні маси, які дістали назву *низькотемпературних відкладень (шлам)*. Спочатку в оливі утворюється емульсія, чому сприяє вода та її пара, що просочуючись із циліндра крізь нещільність поршневих кілець, за низьких температур конденсується і змішується з оливою. При цьому виникає оливна емульсія, яку стабілізують кислі продукти.

До складу емульсії входять металеві частинки від зношування деталей, дрібні частинки нагару, зола, смоли й асфальтени, а також інші тверді продукти високотемпературного окиснення. Емульсія виділяється з оливи у вигляді чорного, неприємного на дотик, липкого осаду на стінках і днищі картера, фільтрах грубого та тонкого очищення оливи й центрифугі. Спочатку осад пухкий, а з часом ущільнюється. Забруднюються також магістральні й відвідні канали. Чим нижче температура оливи в двигуні, що працює, тим швидше накопичується в ньому осад, який забиває мастильну систему.

Накопичення шламу в зоні оливоприймача може серйозно порушити циркуляцію оливи і тим самим спричинити загальне або часткове закупорювання оливних каналів. Особливо інтенсивно шлам утворюється у зношених двигунах із великим проривом газів у картер, які прискорюють окисні процеси в оливі.

Осади складаються з оливи (50÷80%), води (5÷35%), окисикислот (2÷15%), карбенів і карбоїдів (2÷10%), асфальтенів (0,1÷15%), а також із механічних домішок різного походження. Вода в осадах міститься у вигляді стійкої емульсії. Утворення та відкладення осадів спричинює порушення (зниження) теплового режиму двигуна. Саме в такому режимі відбувається конденсація парів води і палива.

В умовах низькотемпературного режиму забруднення центрифуги шламами в 28 разів більше, ніж за високотемпературного режиму.

Для того, щоб моторні оливи ефективно запобігали утворенню осадів, вони мають зберігати свої високі *диспергуючі властивості* протягом тривалого періоду експлуатації, тобто мати здатність підтримувати забруднення в оливі у розчиненому

стані, запобігати їх відкладенню на деталях двигуна та оливних каналах.

Для зменшення кількості осадів слід:

- підтримувати оптимальний тепловий режим роботи двигуна;
- використовувати оливи, що характеризуються хімічною стабільністю і мають відповідні присадки;
- своєчасно замінювати оливні фільтри;
- ретельно промивати картер і всю систему мащення перед заправкою її свіжою оливою.

Оцінювання диспергуючої здатності моторної оливи проводиться методом оливної плями двома способами: в умовних одиницях та методом Пасічника та Хмельова, які і будуть розглянуті в лабораторній роботі.

Визначення лужного числа оливи

Лужне число є одним з найважливіших оцінювальних показників якості моторних олив. Воно характеризує вміст в оливі речовин, які здатні нейтралізувати кислотні сполуки, що утворюються при згорянні сірки, що міститься в паливі, особливо дизельному, та при окисленні самої оливи, тобто це показник своєрідного запасу нейтралізуючих властивостей. Вимірюється лужне число в мгКОН/г.

Лужне число є показником наявності в оливі мийно-диспергуючої присадки (детергенту), що має лужні властивості. Чим вище лужне число, тим більше в оливі міститься присадки.

Лужне число може змінюватися в широких межах: від 5 мгКОН/г (для газових двигунів, де вміст сірки в газі близький до нуля) до 100 мгКОН/г (для судових двигунів, що працюють на мазуті із вмістом сірки вище 3,5%). Зазвичай моторні оливи для автотракторних двигунів мають значення лужного числа в діапазоні 5÷20 мгКОН/г.

В реальних умовах застосування оливи практичне значення має не початкове лужне число, а швидкість його падіння, тобто погіршення нейтралізуючих властивостей оливи. Саме зміна лужного числа щодо його початкового значення (звичайно на 50%) є одним з параметрів, які використовують виробники техніки для визначення терміну заміни оливи. Швидкість падіння

лужного числа залежить від типу детергенту, що використовується.

Вимірюється лужне число моторної оливи за ГОСТ 30050-93 ("Нефтепродукты. Общее щелочное число. Метод потенциометрического титрования хлорной кислотой") шляхом потенціометричного титрування її розчину у неводному розчиннику розчином соляної кислоти.

Визначення температури спалаху оливи

Температурою спалаху називається мінімальна температура, при якій пари оливи, що нагрівається в стандартних умовах, утворюють з навколишнім повітрям суміш, що спалахує при піднесенні до неї стороннього джерела полум'я.

Температура спалаху до певної міри характеризує вогнебезпечність оливи. В даний час температура спалаху є нормованим показником змащувальних олив, рідкого палива і інших нафтопродуктів. За нею можна орієнтовно судити про наявність у складі нафтопродукту вуглеводнів і домішок компонентів, що легко випаровуються. Висококиплячі вуглеводні підвищують температуру спалаху. При потраплянні низькокиплячих фракцій у змащувальну оливу її температура спалаху значно знижується, олива розріджується, збільшується її витрата. Наприклад, присутність в оливі 6% палива знижує температуру спалаху майже у два рази.

На значення температури спалаху деякий вплив створюють атмосферний тиск і вологість повітря. Чим вище атмосферний тиск, тим вище температура спалаху. Зміна тиску на 1 мм рт. ст. викликає в середньому зміну температури спалаху на 0,0345°C. На цю систематичну похибку необхідно вводити поправку.

Підвищена вологість повітря збільшує температуру спалаху, оскільки при цьому в пароповітряній суміші парціальний тиск повітря буде зменшений за рахунок присутності водяної пари. Більшою мірою температура спалаху залежить від методики визначення і конструкції приладу.

Температура спалаху моторної оливи визначається у приладі з відкритим тиглем за ГОСТ 4333-87 ("Нефтепродукты. Метод определения температур вспышки и воспламенения в открытом тигле").

Програма та методика досліджень

1 Дослідження моторної оливи на вміст механічних домішок

Обладнання:

- сушильна шафа;
- ваги аналітичні;
- набір скляного лабораторного посуду;
- промивна склянка з гумовою грушею;
- беззольні паперові фільтри "червона стрічка";
- бензин-розчинник, толуол;
- суміш етилового спирту та етилового ефіру (4:1 за об'ємом);
- зразок випробовуваної оливи.

Порядок виконання роботи

1 Пробу моторної оливи, що підлягає випробуванню, ретельно перемішують протягом 5 хв.

2 Наважку оливи поміщають у скляний циліндр місткістю $600 \div 1000 \text{ см}^3$. Маса наважки залежить від в'язкості оливи. Для олив, що мають в'язкість при 100°C не більше $20 \text{ мм}^2/\text{с}$, маса наважки повинна бути $100 \pm 0,05 \text{ г}$, а при в'язкості більше $20 \text{ мм}^2/\text{с}$ - $50 \pm 0,01 \text{ г}$.

3 У склянку з наважкою додають попередньо відфільтрований та підігрітий розчинник. Як розчинник використовують бензин або толуол. Кратність розчинення теж залежить від в'язкості оливи: при в'язкості не більше $20 \text{ мм}^2/\text{с}$ відношення об'єму розчинника до маси наважки становить від 2 до 4, а при в'язкості більше $20 \text{ мм}^2/\text{с}$ – від 4 до 6.

4 Підготувати фільтр "червона стрічка" до випробувань. Помити фільтр тим самим розчинником, яким розчиняють наважку і висушити у сушильній шафі при температурі $105 \div 110^\circ\text{C}$ і довести його до постійної маси при зважуванні на аналітичних вагах. Для цього фільтр поміщають у склянку для зважування та після кожної витримки у сушильній шафі (перша протягом 45 хв, а наступні не більше 30 хв.) закривають

кришкою, охолоджують в ексікаторі та зважують із похибкою не більше 0,0002 г. Сушити фільтр необхідно до тієї пори, поки різниця між послідовними зважуваннями буде не більше 0,0004 г.

5 Фільтр помістити у лійку (рисунок 3.1), яка кріпиться на штативі над колбою. Обережно по скляній паличці налити розчин оливи на 3/4 від висоти лійки. Залишки розчину змити зі стінок склянки гарячим чистим розчинником також у лійку.

6 Якщо в оливі присутня вода, то розчин спочатку відстоюють протягом 10÷20 хв, після чого зливають, залишаючи відстій. Після фільтрації розчину відстій розчиняють по об'єму від 5:1 до 15:1 сумішшю етилового спирту та ефіру і фільтрують через той самий фільтр.

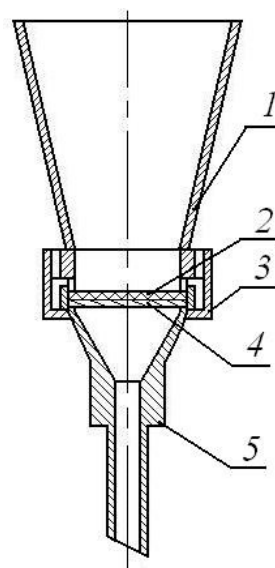
7 Після фільтрування розчину осад на фільтрі промивають за допомогою промивної склянки із гумовою грушею підігрітим розчинником до тих пір, поки розчин, що стікає, не стане зовсім безбарвним, а на фільтрі не залишиться слідів оливи.

8 Після промивання фільтр з осадом поміщають у ту ж склянку для зважування, в якій сушився чистий фільтр, ставлять у сушильну шафу та сушать не менше 1 год при температурі $105 \pm 2^\circ\text{C}$. Потім склянку виймають з сушильної шафи, закривають кришкою та переносять на 30 хв для охолодження в ексікатор, після чого зважують із похибкою не більше 0,0002 г.

9 Масову частку X , %, механічних домішок визначають з формули

$$X = \frac{m_1 - m_2}{m} \cdot 100,$$

де m_1 – маса склянки для зважування з фільтром та механічними домішками, г;



1 – корпус верхній; 2 – фільтр "червона стрічка"; 3 – гайка; 4 – сітка; 5 – корпус нижній

Рисунок 3.1 – Конструкція лійки для фільтрування

m_2 – маса склянки для зважування з чистим фільтром, г;

m – маса наважки оливи, г.

10 За результат випробувань приймають середнє арифметичне двох паралельних операцій. Якщо масова частка механічних домішок менше 0,005%, то вважають, що вони відсутні.

11 Результати досліджень занести у звіт з роботи.

2 Визначення вмісту води в оливі

Обладнання:

- апарат АКОВ-10 (рисунок 3.2);
- мірний циліндр;
- водяна баня;
- розчинник (толуол, ксилол або бензин "Галоша");
- перманганат калію;
- пемза або фаянс;
- проба дослідної моторної оливи.

Порядок виконання роботи

1 В чисту суху колбу наливають добре перемішану пробу оливи масою 100 г з похибкою не більше 0,1 г, додають 100 см³ розчинника і збовтують суміш протягом 5 хв.

2 Для в'язких олив пробу відбирають за об'ємом мірним циліндром. В цьому випадку наливають у мірний циліндр 100 см³ оливи, виливають у колбу і за допомогою цього ж циліндра відмірюють двічі по 50 см³ розчинника, яким змивають залишки оливи із стінок циліндра. Розчинник зливають у колбу з оливою.

3 Щоб розчинник кипів без спінювання, в колбу кладуть декілька шматочків пемзи або фаянсу.

4 Потім до колби 2 (рисунок 3.2) щільно приєднують приймач-пастку 4, а до нього – охолоджувач 3. Зібравши прилад, сполучають за допомогою гумових шлангів охолоджувач з водопровідною мережею, вмикають колбонагрівач 1 і починають нагрівання. Після закипання суміші оливи і розчинника регулюють швидкість нагрівання так, щоб з нижнього кінця

трубки холодильника подача конденсату в пастку була 2÷4 краплі в секунду.

5 Вода, що міститься в складі конденсату, за рахунок більшої в порівнянні з розчинником густини, поступово накопичується в нижній частині градуйованого приймача-пастки 4, а розчинник знаходиться у верхній частині. Як тільки рівень розчинника доходить до відповідної трубки, його надлишок стікає назад у колбу 2.

6 Перегонку припиняють тоді, коли рівень води в приймачі-пастці 4 перестає збільшуватись, а верхній шар розчинника стає прозорим. Зазвичай час, що необхідний для повної відгонки води з оливи, складає орієнтовно 1 год. Після завершення відгонки колбонагрівач вимикають, а прилад розбирають.

7 Якщо вміст приймача-пастки каламутний, то його слід опустити у водяну баню та витримати там до розшарування, а потім після охолодження до кімнатної температури визначити вміст води.

Якщо виникають сумніви стосовно наявності води в отриманому конденсаті, то в приймач-пастку опускають кристал перманганату калію. Навіть якщо вміст води незначний, нижній шар забарвиться у фіолетовий колір.

8 Обчислити масову частку води в оливі W' , %, за формулою

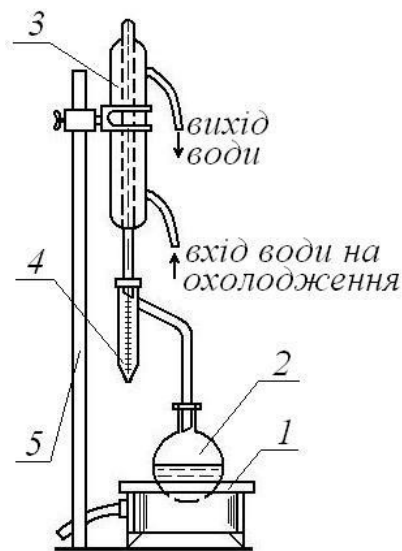
$$W' = \frac{\rho \cdot V'}{m} \cdot 100,$$

де ρ – густина води, г/см³;

V' – об'єм води в пастці, см³;

m – маса проби, г.

Вміст води W'' , у відсотках від об'єму, обчислюють за формулою



1 – колбонагрівач; 2 – колба;
3 – охолоджувач; 4 – приймач-пастка; 5 – штатив

Рисунок 3.2 – Апарат АКОВ-10

$$W'' = \frac{V'}{V''} \cdot 100,$$

де V' – об'єм води в пастці, см³;

V'' – об'єм оливи, см³.

Якщо кількість води в приймачі-пастці при перегонці виявиться менше половини нижнього розподілу (менше 0,25 мл), то вважають, що в оливі містяться лише сліди води. Отримані результати визначення масової частки води порівнюють з вимогами стандарту на оливу.

9 Результати досліджень та розрахунків занести у звіт з роботи.

3 Вимірювання густини бензину

Обладнання:

- фільтрувальний папір "синя стрічка";
- планшет для вимірювання;
- піпетка, лінійка;
- проба досліджуваної оливи.

Порядок виконання роботи

1 Визначення диспергуючої здатності оливи в *умовних одиницях*.

1.1 Щупом або піпеткою взяти пробу гарячої оливи з картера двигуна (одразу після його зупинки) та нанести одну краплю на фільтрувальний папір "синя стрічка". На папері утвориться хроматограма (рисунок 3.3), яка через 2 год буде готова до оцінювання диспергуючої здатності оливи.

На хроматограмі: d_1 - центральне ядро, що відповідає розходженню краплі оливи на поверхні фільтрувального паперу; d_2 - зона дифузії, тобто кільце,

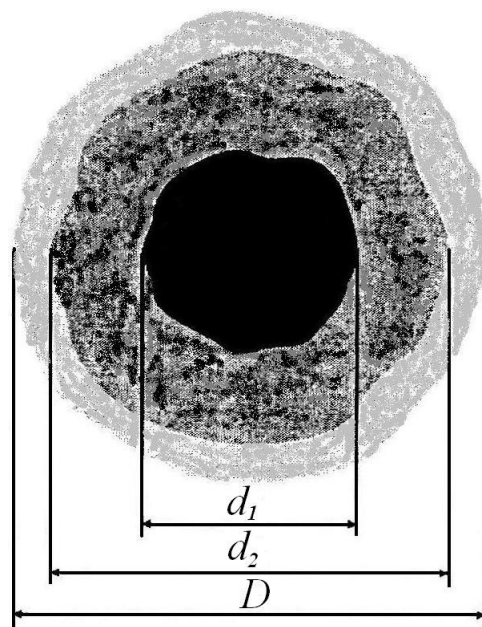


Рисунок 3.3 – Оливна пляма

окреслене нерозчинними в оливі продуктами забруднення навколо центрального ядра; D - зовнішнє світле кільце оливної плями.

1.2 Виміряти середні діаметри плям, що утворились на фільтрувальному папері, із кількаразовим повторенням досліду (не менше двох разів).

1.3 Визначити диспергуючі властивості оливи $ДВ$ в умовних одиницях за формулою

$$ДВ = 1 - \frac{d_1^{cep}}{d_2^{cep}},$$

де d_1^{cep} – середнє значення діаметра d_1 плями оливи, мм;
 d_2^{cep} – середнє значення діаметра d_2 плями оливи, мм.

Незадовільною вважається диспергуюча здатність моторної оливи, якщо отримане значення $ДВ$ менше від 0,3 умовних одиниць. Таку оливу слід замінити.

2 Визначення диспергуючої здатності оливи методом **Пасічника та Хмельова**.

2.1 Для вимірювання диспергуючої здатності оливи за цим методом застосовують спеціальний планшет (рисунок 3.4).

2.2 Закріпити на планшеті фільтрувальний папір "синя стрічка" 1.

2.3 Планшет покласти на прогріту частину двигуна. На фільтрувальний папір нанести 3÷4 краплі оливи, відібраної із картера двигуна одразу після його зупинення.

2.4 Через 10 хв на папері утвориться така сама пляма, як і у попередньому досліді (див. рисунок 3.3). Визначити середні діаметри d_1^{cep} , d_2^{cep} та D^{cep} .

2.5 Визначити *коефіцієнт придатності оливи за наявності присадок* K за формулою

$$K = \frac{D^{cep}}{d_2^{cep}}.$$

Визначити коефіцієнт забруднення оливи механічними домішками K_1 за формулою

$$K_1 = \frac{d_2^{cep}}{d_1^{cep}}.$$

2.6 При $K \leq 1,3$ і $K_1 \leq 1,4$ олива є придатною до експлуатації. При $K > 1,3$ та $K_1 > 1,4$ оливу треба замінити, а при $K \geq 1,3$ і $K_1 \leq 1,4$ до оливи слід додати присадки. При світло-жовтому та світло-коричневому кольорах оливи коефіцієнт K_1 визначати непотрібно, тому що це світла (чиста) олива.

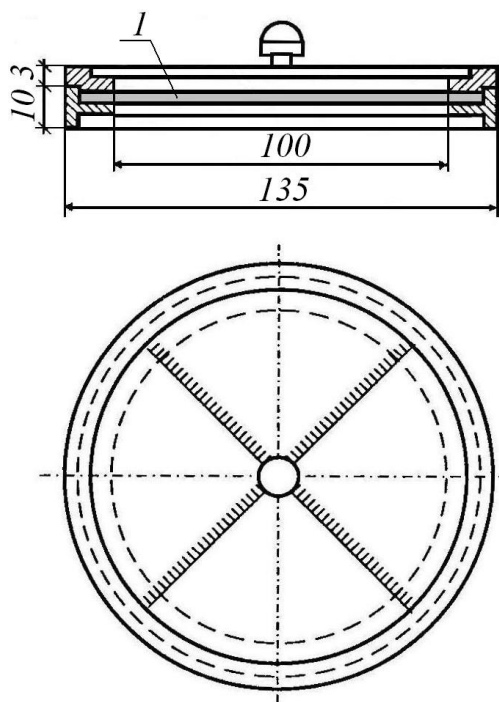
3 Результати досліджень занести у звіт з роботи.

4 Визначення лужного числа оливи

Обладнання:

- лабораторний рН-метр (типу ЛП-58, рН 340) із ціною ділення шкали 5мВ;
- індикаторний (скляний) та порівняльний (хлор-срібний) електроди;
- титрувальний стенд;
- 0,1Н розчин соляної кислоти;
- кислий буферний розчин з рН = 4;
- лужний буферний розчин з рН = 11;
- розчинник (30% етилового спирту та 70% толуолу);
- зразок моторної оливи.

Порядок виконання роботи



1 – папір фільтрувальний
Рисунок 3.4 – Планшет для визначення диспергуючої здатності моторної оливи

1 В попередньо зважену склянку для титрування взяти наважку перемішаної протягом 5 хв проби чистої оливи в кількості 3÷4 г.

2 В склянку з наважкою дослідної оливи додати 50 см³ розчинника, поставити її на титрувальний столик, опустити у розчин електроди та увімкнути мішалку. Перемішувати протягом 5 хв, після чого за шкалою приладу записати значення ЕРС в мілівольтах.

Якщо ЕРС електродів менше ЕРС лужного буферного розчину, то це означає, що у розчині присутні сильні луги, якщо більше, то вони відсутні.

3 При визначенні лужного числа сильних лугів титрування вести до значення ЕРС, визначеного в лужному буферному розчині. Титрувати 0,1Н розчином соляної кислоти дрібними дозами (в один прийом приблизно по 0,05÷0,1 см³). Якщо зміна ЕРС більше 15÷20мВ (0,25÷0,35 рН), то дозу розчину, що додається, зменшити до 0,02 см³. Після кожної чергової дози розчину почекати, поки потенціал встановиться, тобто зміниться не більше ніж на 5 мВ за 1 хв.

4 Коли значення ЕРС на шкалі приладу стане рівним ЕРС лужного буферного розчину, відмітити за шкалою бюретки об'єм витраченого на титрування розчину соляної кислоти.

5 Для визначення загального лужного числа далі титрування продовжити до значення ЕРС, визначеного в кислотному буферному розчині. Титрувати спочатку також повільно, в один прийом приблизно по 0,05÷0,1 см³. Якщо значення ЕРС буде змінюватись менше, як на 15÷20 мВ, то дозу збільшити приблизно у 3 рази. Коли показання шкали стають близькими до ЕРС кислого буферного розчину, дозу розчину соляної кислоти знову знизити до 0,05 см³ та кожного разу чекати, поки встановиться потенціал.

6 При рівності показань приладу та ЕРС кислого буферного розчину відмітити об'єм витраченого на титрування 0,1Н розчину соляної кислоти.

7 Провести контрольний дослід із тим же об'ємом розчинника, але без наважки оливи, що випробовується. В якості титрувального розчину приймається той самий 0,1Н розчин соляної кислоти. Додавати його дозами по 0,02÷0,1 см³.

8 Лужне число сильних лугів $Щ_1$, мгКОН/г, обчислити як

$$Щ_1 = \frac{(V_1 - V_0) \cdot T}{m_1},$$

де V_1 – об'єм 0,1Н розчину соляної кислоти, що пішов на титрування дослідної оливи, см³;

V_0 – об'єм 0,1Н розчину соляної кислоти у контрольному досліді, см³;

T – титр 0,1Н розчину соляної кислоти, мг/см³;

m_1 – маса наважки оливи, г.

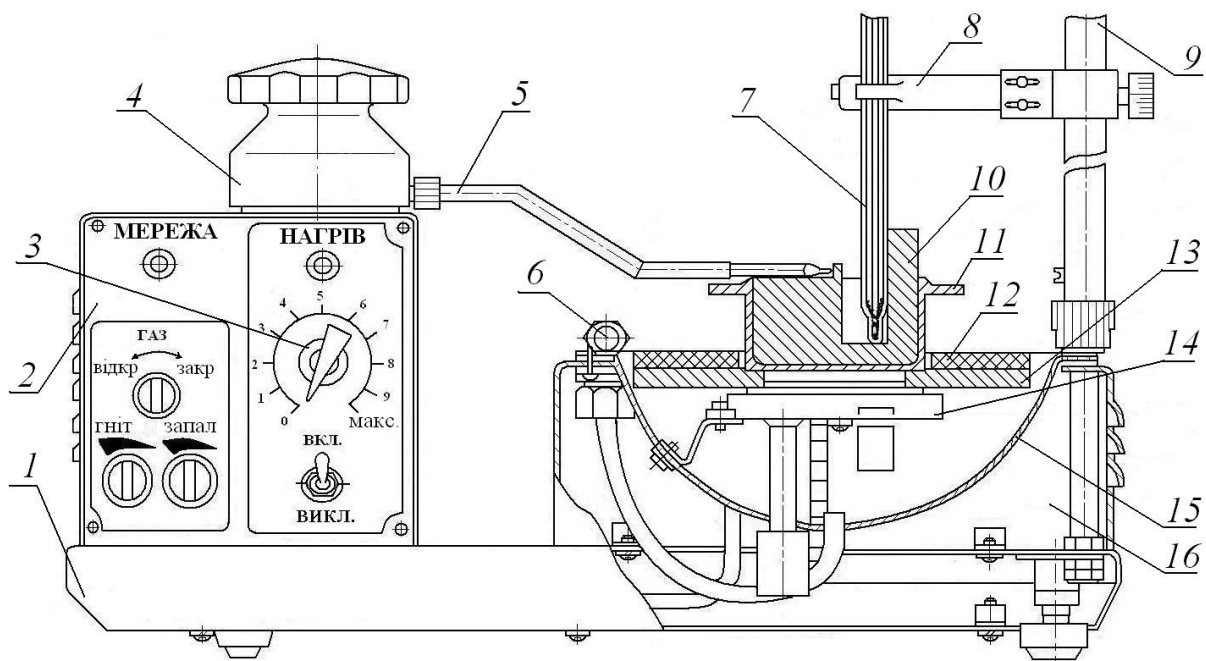
9 За результат випробувань прийняти середнє арифметичне значення двох послідовних визначень. Результати округлюють до 0,01. Отримане значення лужного числа порівнюють з нормативним для дослідної оливи.

10 Результати досліджень і розрахунків занести у звіт з роботи.

5 Визначення температури спалаху оливи

Обладнання:

- апарат ТВО (рисунок 3.5);
- термометри типу ТН-1 і ТН-6;
- барометр-анероїд;
- бензин-розчинник;
- кальцій хлористий;
- папір фільтрувальний;
- зразок оливи моторної.



- 1 – основа; 2 – блок керування; 3 – ручка регулювання нагріву;
 4 – ручка; 5 – газовий пристрій; 6 – штуцер повітряний;
 7 – термометр; 8 – затискач; 9 – стійка; 10 – шаблон; 11 – тигель;
 12 – азбестова прокладка; 13 – нагрівальна пластина; 14 – нагрівальний елемент; 15 – відбивач; 16 – термоблок

Рисунок 3.5 - Апарат ТВО для визначення температури спалаху нафтопродуктів у відкритому тиглі

Порядок виконання роботи

Апарат ТВО (рисунок 3.5) забезпечує випробування нафтопродуктів (за ГОСТ 4333-87) з температурою спалаху і запалювання від 79 до 360°C при температурі навколишнього повітря від 10 до 35°C.

Апарат ТВО складається з двох блоків, змонтованих на спільній основі 1. Блок управління 2 розташований в лівій частині апарата. На кожусі блока управління знаходиться рукоятка 4 повертання газового пристрою 5.

На лицьовій панелі блока управління розташовані сигнальні лампи "Мережа" і "Нагрів", ручки регулювання подачі газу, тумблер включення і виключення нагріву і ручка регулювання нагріву.

Лампа "Мережа" спалахує при підключенні апарату до електромережі через тумблер "Вкл.", а лампа "Нагрів" – при включенні регулятора нагріву. Швидкість нагріву продукту в тиглі регулюється ручкою регулювання нагріву 3.

Ручки "Газ", "Гніт", "Запал" служать відповідно для відкриття (при повороті проти годинникової стрілки) або закриття газу і регулювання полум'я запального пристрою і полум'я запальників.

Праворуч від блока управління розташований термоблок 16, в корпусі якого змонтовані відбивач 15 і нагрівальний елемент 14, на який встановлюється нагрівальна пластина 13, азбестова прокладка 12 і тигель 11. До стійки 9 через затискач 8 кріпиться термометр 7.

На корпусі термоблока розташований штуцер 6 підведення повітря для прискорення охолодження термоблока. В тигель 11 вкладається перед випробуванням шаблон 10, за яким перевіряється правильність положення газового пристрою і термометра.

1 Випробуваний нафтопродукт повинен містити води не більше як 0,1%. Оливу, що підлягає випробуванню, зневоднити свіжопрожареним хлористим кальцієм або сульфатом натрію протягом 5 год.

2 В тигель 11 залити нафтопродукт до мітки і встановити на нагрівальну пластину 13. Рухому частину стійки 9 з термометром повернути в початкове положення. Підключити апарат до електромережі.

Тумблер поставити в положення "Вкл.", ручку регулювання нагріву – в положення "7". Повернути ручки газових вентилів "Газ", "Гніт" і "Запальник" на 3÷5 обертів проти годинникової стрілки і відрегулювати висоту полум'я запального пристрою на довжину 6÷8 мм. Ручкою повороту 4 запального пристрою підвести його сопло до запальника. Повернути ручку "Гніт" проти годинникової стрілки і відрегулювати полум'я гніту так, щоб воно формою було близьке до кульки діаметром 3÷4 мм.

3 Тигель з пробой нагрівають спочатку із швидкістю 14÷17°C за хвилину. Коли температура проби буде приблизно на 56°C нижче передбачуваної температури спалаху, швидкість

підігріву регулюють так, щоб останні 28°C олива нагрівалася із швидкістю 5÷6°C за хвилину.

4 Починаючи з температури не менше 28°C нижче за температуру спалаху, кожного разу підносити гніт при підвищенні температури проби на 2°C. Полум'я гніту переміщати в горизонтальному напрямі, не зупиняючись над краєм тигля, а проводячи ним над центром тигля в одному напрямі протягом 1 с. При подальшому підвищенні температури переміщати полум'я гніту у зворотному напрямі.

5 За температуру спалаху приймається температура, що показує термометр при появі першого синього полум'я над частиною або над всією поверхнею випробовуваної оливи.

У разі появи неясного спалаху він повинен бути підтверджений подальшим спалахом через 2°C.

6 За результат випробування приймають середнє арифметичне значення двох результатів, округлене до цілого числа і виражене в градусах Цельсія.

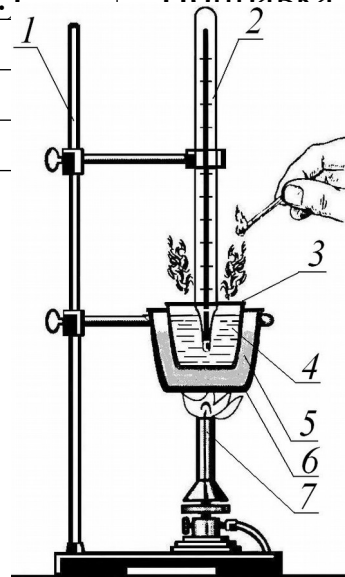
7 Якщо при проведенні випробувань барометричний тиск був нижче, ніж 95,3 кПа (715 мм рт. ст.), то до отриманого значення температури спалаху додати поправки, наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Поправки до отриманого значення температури спалаху нафтопродукту

Барометричний тиск, кПа (мм рт. ст.)	Поправка °С
Від 95,3 до 88,7 (від 715 до 665)	
Від 88,6 до 81,3 (від 664 до 610)	
Від 81,3 до 73,3 (від 609 до 550)	

8 Результати досліджень занести у звіт з роботи.

9 За відсутності в лабораторії апарата ТВО можна скористатися більш простим пристроєм, наведеним на рисунку 3.6. Для цього тигель з промити бензином і встановити його в баню б, на дно якої



1 – штатив; 2 – термометр;
3 – тигель; 4 – олива; 5 – пісок;
6 – баня; 7 – нагрівач

Рисунок 3.6 – Прилад для визначення температури спалаху у відкритому тиглі

насипати шар (5÷8 мм) прожареного піску 5. Рівень піску має бути на 12 мм нижче від краю тигля. Баню 6 та ртутний термометр 2 закріпити в штативі 1.

Оливу 4 підготувати так само, як і для попереднього досліду і залити у тигель 3 на 12 мм нижче краю тигля. Тигель закрити кришкою для захисту від різкого руху повітря. Під пісочну баню підвести нагрівач 7 і нагрівати зі швидкістю 10°C за хвилину. За 40°C температури займання швидкість нагрівання знизити до 4°C/хв.

Дослід розпочати за 10°C до очікуваної температури спалаху. Через кожні 2°C на відстані 10÷14 мм від поверхні досліджуваної оливи проводити відкритим полум'ям (запаленим сірником). Тривалість досліду має становити 2÷3 с.

Обробку результатів проводять аналогічно досліду із апаратом ТВО. При повторному досліді розходження між результатами не повинно перевищувати 6°C.

Зміст звіту

Звіт з виконаної лабораторної роботи повинен містити таку інформацію:

- назва, мета та задачі роботи;
- основні теоретичні відомості за темою роботи;
- перелік обладнання для проведення дослідів;
- стисле викладення порядку проведення експериментальних досліджень;
- схематичне зображення лабораторних приладів та обладнання;
- результати проведених дослідів, які можуть бути оформлені у вигляді таблиці (див. таблицю 3.2);
- висновки з роботи.

Таблиця 3.2 – Результати аналізу показників якості моторної оливи

Показник якості	Нормативне значення	Визначене значення
1	2	3
Масова частка механічних домішок X , %		

Масова частка води в оливі W' , %,	сліди	
Об'ємна частка води в оливі W'' , %	сліди	
Диспергуючі властивості оливи, ум.од.	---	
Коефіцієнт придатності оливи за наявності присадок K	---	
Коефіцієнт забруднення оливи механічними домішками K_1	---	
Лужне число оливи $Щ_1$, мгКОН/г		
Температура спалаху, °С		

Контрольні запитання

- 1 Який орієнтовний склад механічних домішок у оливі та шляхи їх потрапляння?
- 2 Який вплив створює наявність механічних домішок в моторній оливі на роботу двигуна?
- 3 Який вплив має вода в моторній оливі на роботу двигунів?
- 4 Які існують методи визначення води в нафтопродуктах?
- 5 Якими методами оцінюється диспергуюча здатність оливи?
- 6 Яке значення має диспергуюча здатність моторної оливи для роботи двигуна?
- 7 Що показує лужне число моторної оливи?
- 8 Яким методом визначається лужне число оливи?
- 9 Що таке температура спалаху моторної оливи?
- 10 Від яких чинників залежить температура спалаху?

Лабораторна робота № 4

ВИЗНАЧЕННЯ В'ЯЗКОСТІ ОЛИВ ТА ЇЇ ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ТЕМПЕРАТУРИ

Мета роботи

- 1 Закріплення знань за темами "Моторні оливи", "Робочі рідини гідроприводів", "Трансмісійні оливи" та ін.
- 2 Знайомство з нормативно-технічною документацією за якістю олив різного призначення.

3 Знайомство з обладнанням та приладами, що використовуються при визначенні в'язкості олив.

4 Знайомство з методикою визначення в'язкості.

5 Придбання практичних навичок з оцінювання в'язкості оливи та її залежності від температури.

Завдання

1 Визначити в'язкість досліджуваної оливи.

2 Оцінити залежність в'язкості досліджуваної оливи від температури.

3 Скласти звіт з роботи.

Домашнє завдання

1 Детально ознайомитись із теоретичним матеріалом за темою лабораторної роботи, наведеним у методичних вказівках.

2 Ознайомитися із змістом і порядком виконання роботи.

3 Вивчити програму та методику визначення показників якості моторної оливи, що розглядаються в лабораторній роботі.

4 Відповісти на контрольні запитання.

Теоретичні положення

В'язкість – це опір, який створюють часточки рідини їх взаємному переміщенню під дією зовнішнього навантаження. Тобто, іншими словами, в'язкість - це величина, яка характеризує плинність рідини.

В'язкість є найважливішою фізичною константою, що характеризує експлуатаційні властивості нафтових олив, дизельного палива і інших нафтопродуктів. Вибір паливно-мастильних матеріалів з оптимальними значеннями в'язкості забезпечує раціональну витрату енергії на подолання сил тертя, ущільнення поршневих кілець і захист поверхні тертя від передчасного зносу.

Для оцінки в'язкісних властивостей рідин користуються одиницями динамічної, кінематичної, питомої і умовної в'язкості.

Динамічна (абсолютна) в'язкість η – це сила опору, яка виникає при переміщенні із швидкістю 1 см/с двох шарів рідини площею в 1 см², що знаходяться один від одного на відстані 1 см. В одиницях СІ динамічна в'язкість виражається в паскаль-секундах ([Па·с]). Наприклад: динамічна в'язкість дистильованої води при 20,2°С дорівнює 0,001 Па·с.

Динамічна в'язкість є коефіцієнтом внутрішнього тертя. З урахуванням цього коефіцієнта сила внутрішнього тертя між двома шарами рідини F , Н, визначається з рівняння

$$F = \eta \cdot S \cdot \frac{d\vartheta}{dx},$$

де η – динамічна в'язкість, Па·с;

S – площа шару рідини, м²;

$\frac{d\vartheta}{dx}$ – градієнт швидкості зсуву шарів рідини в напрямі, який перпендикулярний напрямку руху, с.

Кінематична в'язкість ν – це відношення динамічної в'язкості нафтопродукту до його густини при тій самій температурі. Тобто кінематична в'язкість являє собою питомий коефіцієнт внутрішнього тертя, який можна обчислити за формулою:

$$\nu = \frac{\eta}{\rho}, \quad (4.1)$$

де ρ – густина рідини, кг/м³.

Одиницею вимірювання кінематичної в'язкості в системі СІ є [мм²/с], але навіть зараз у спеціалізованій літературі досить часто зустрічається одиниця вимірювання, яка застосовувалася в системі CGS "сантистокс" ([сСт]): 1 сСт = 10⁻⁶ м²/с.

Питомою в'язкістю η_{II} називається відношення динамічної в'язкості нафтопродукту до динамічної в'язкості дистильованої води при 20,2°С. Чисельно прийнято вважати, що питома в'язкість рівна динамічній в'язкості оливи, помноженій на 100:

$$\eta_{II} = 100 \cdot \eta.$$

Умовна в'язкість є відношенням часу витікання 200 мл нафтопродукту через отвір, що калібрується, спеціального приладу – віскозиметра – при температурі t до часу витікання такого ж об'єму дистильованої води при 20°C. Умовна в'язкість виражається в умовних одиницях залежно від вживаного віскозиметра: для віскозиметра Енглера – в градусах Енглера (Е°) або в градусах умовної в'язкості (ВУ); для віскозиметра Сейболта – в секундах Сейболта; для віскозиметра Редвуда – в секундах Редвуда.

Найбільше розповсюдження при різних розрахунках, а також при контролі якості нафтопродуктів отримала кінематична в'язкість. Динамічну в'язкість визначають в основному в науково-дослідних роботах. В практиці єдиною оливою, для якої разом з кінематичною в'язкістю вимагається визначити і динамічну, причому при низьких значеннях температури (до – 50°C), є осьова олива марки 3, призначена для мащення шийок осей колісних пар залізничного рухомого складу в умовах особливо холодних районів.

Порядок визначення в'язкості моторних олив і інших нафтопродуктів обумовлений ДСТУ 33-2003 ("Нафтопродукти. Прозорі і непрозорі рідини. Визначення кінематичної в'язкості і розрахунок динамічної в'язкості").

В'язкість нафтопродуктів істотно залежить від температури, тому одержане значення в'язкості повинно обов'язково супроводжуватися вказівкою температури, при якій визначалася в'язкість.

В'язкість різних олив під дією температури змінюється неоднаково. Чим менше змінюється в'язкість оливи при підвищенні чи пониженні температури, тим вище її якість.

Для оцінювання залежності в'язкості змащувальної оливи від температури ГОСТ 25371-97 ("Определение индекса вязкости по кинематической вязкости исследуемого нефтепродукта") вводить таке поняття, як індекс в'язкості (IV):

$$IV = \frac{v - v_1}{v - v_2} \cdot 100,$$

де ν – в'язкість оливи при температурі 40°C, яка має $IB = 0$ та таку саму в'язкість при 100°C, як і випробувана олива;

ν_1 – в'язкість випробуваної оливи при 40°C;

ν_2 – в'язкість оливи при температурі 40°C, яка має $IB = 100$ та таку саму в'язкість при 100°C, як і випробувана олива.

Високий індекс в'язкості (VI viscosity index) вказує на порівняно незначну зміну в'язкості із зміною температури. Індекс в'язкості мінеральних олив без в'язкісних присадок складає 85÷100. Він залежить від вуглеводневого складу і глибини очищення масляних фракцій. Поглиблення очищення підвищує індекс в'язкості, але знижує вихід рафінаду. Синтетичні базові компоненти мають індекс в'язкості 120÷150, що дає можливість одержувати на їх основі всесезонні оливи з дуже широким температурним діапазоном працездатності.

Також в якості показника залежності в'язкості олив від температури використовують *температурний коефіцієнт в'язкості (ТКВ)*, що визначається за формулою

$$TKB = 1,25 \cdot \frac{\nu_{20} - \nu_{100}}{\nu_{50}}, \quad (4.2)$$

де ν_{20} , ν_{50} , та ν_{100} – кінематична в'язкість дослідженої оливи відповідно при 20, 50 та 100°C, мм²/с.

Чим менше величина *ТКВ*, тим краще в'язкісно-температурні властивості олив.

В характеристиках олив для інформації про їх в'язкісно-температурні характеристики, як правило, вказується індекс в'язкості або може бути наведена кінематична в'язкість оливи при різних температурах (-40, -18, 0, 50, 100°C та ін).

Програма та методика досліджень

1 Проведення вимірювань в'язкості моторної оливи.

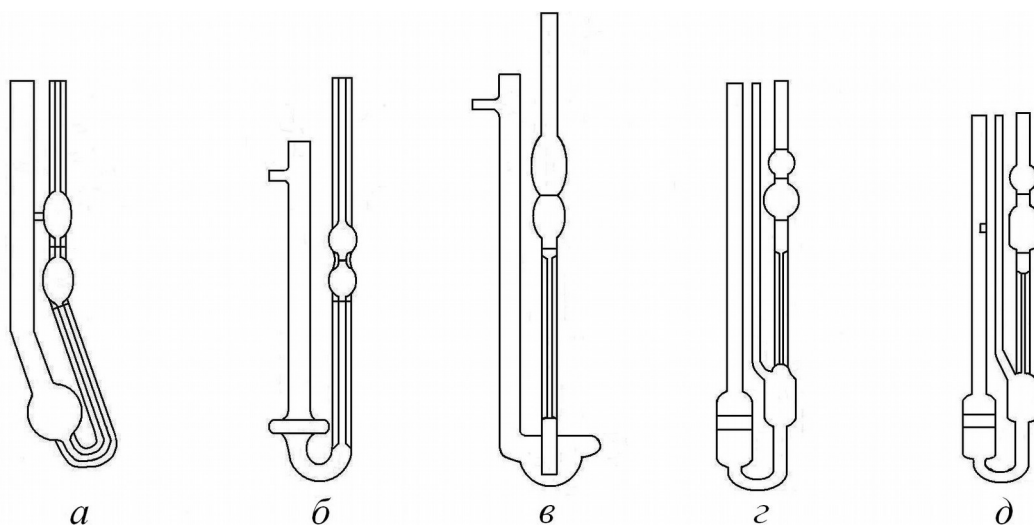
Обладнання:

- віскозиметр;

- термостатуючий пристрій, що забезпечує тривалу підтримку заданої температури з точністю $\pm 0,03^{\circ}\text{C}$ при точних і $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ – при технічних вимірюваннях;
- термометр ртутний скляний з ціною найменшого ділення шкали $0,05^{\circ}\text{C}$ для точних і $0,2^{\circ}\text{C}$ – для технічних вимірювань;
- шафа сушильна;
- секундомір;
- термостатуюча рідина (дистильована вода, гліцерин або суміш води з гліцерином у співвідношенні 1:1);
- проба досліджуваної оливи.

Порядок виконання роботи

Прилади, що застосовуються для визначення в'язкості олив, називаються віскозиметрами (рисунок 4.1). Найчастіше для визначення кінематичної в'язкості за ДСТУ 33-2003 користуються скляними віскозиметрами типу Пінкевича (рисунок 4.1 б) і ВПЖТ-2 (рисунок 4.1 в), за допомогою яких вимірюють кінематичну в'язкість прозорих нафтопродуктів при позитивних і негативних значеннях температури. Віскозиметр Пінкевича ще називається ВПЖТ-4 та застосовується для дослідження нафтопродуктів із в'язкістю $0,6 \div 10000 \text{ мм}^2/\text{с}$, а ВПЖТ-2 застосовується для нафтопродуктів із в'язкістю $0,6 \div 30000 \text{ мм}^2/\text{с}$.



а – віскозиметр Канон-Феске; б – віскозиметр Зінкевича; в – віскозиметр ВПЖТ-2; г –

віскозиметр ВПЖТ-1;
Уббелоде

δ – віскозиметр

Рисунок 4.1 – Віскозиметри

В основі методу лежить формула Пуазейля для динамічної в'язкості:

$$\eta = \frac{\pi \cdot P \cdot r^4}{8 \cdot L \cdot V} \cdot \tau,$$

де P – тиск, при якому відбувається витікання рідини з капіляра;

r – радіус капіляра;

L – довжина капіляра;

V – об'єм рідини, що протікає через капіляр;

τ – час витікання рідини в об'ємі V .

При визначенні кінематичної в'язкості рідина протікає через капіляр під дією власної ваги, яку можна виразити, знаючи висоту стовпчика рідини h , за формулою:

$$P = \rho \cdot g \cdot h,$$

де ρ – густина досліджуваної рідини;

g – прискорення сили тяжіння.

Враховуючи формулу (4.1), отримаємо:

$$v = \frac{\pi \cdot g \cdot h \cdot r^4}{8 \cdot L \cdot V} \cdot \tau. \quad (4.3)$$

У формулі (4.3) величини h , r , L та V мають постійне значення для даного віскозиметра (залежать тільки від його геометричних розмірів). Позначивши $\frac{\pi \cdot r^4}{8 \cdot L \cdot V} \cdot g \cdot h = C$, отримаємо:

$$v = C \cdot \tau. \quad (4.4)$$

Величина C , $\text{мм}^2/\text{с}^2$, називається постійною віскозиметра. Вона не залежить від температури, указується в паспорті приладу. Для віскозиметрів, що знаходяться постійно в роботі, постійна C піддається перевірочному калібруванню на витікання

еталонної рідини з відомою кінематичною в'язкістю $\nu_{\text{э}}$ і вимірюванням часу її закінчення $\tau_{\text{э}}$.

Капілярний віскозиметр (рисунок 4.2) являє собою U-подібну трубку з трьома розширеннями, у вузьке коліно якої впаяний капіляр. Віскозиметри випускаються з різними діаметрами капіляра (0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; до 4,0 мм).

Над капіляром віскозиметра розташовані два розширення, між якими і над капіляром є кільцеві мітки.

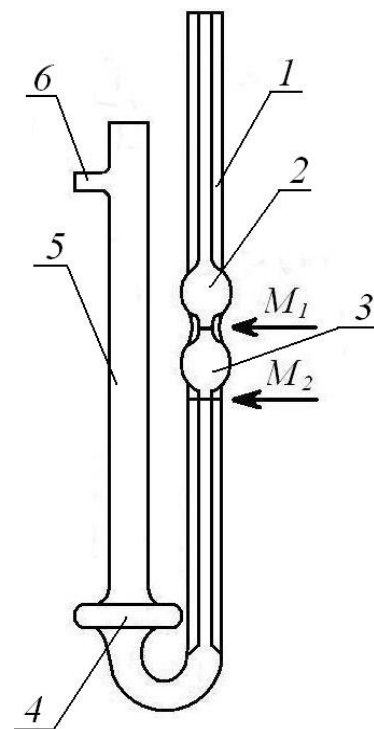
Нижнє розширення служить резервуаром, куди перетікає рідина при визначенні в'язкості. Воно розширено з тією метою, щоб висота стовпчика рідини, під дією якого проходить витікання, залишалася приблизно постійною.

У верхній частині високого коліна є патрубок, який служить для приєднання гумової груші. На верхніх розширеннях нанесені номер віскозиметра та номінальний діаметр капіляра. На кожен екземпляр віскозиметра має бути паспорт, в якому вказується стала віскозиметра C , $\text{мм}^2/\text{с}^2$.

Для визначення в'язкості моторної оливи слід провести дослід у такій послідовності:

1 Підібрати віскозиметр так, щоб час витікання оливи був не менше 200 с. Потім його ретельно промити і висушити у сушильній шафі.

2 Пробу випробовуваної оливи профільтрувати через паперовий фільтр. За наявності в оливі води



1, 5 – широке та вузьке коліна;
2, 3, 4 – розширення;
6 – відвідна трубка;
 M_1 та M_2 – мітки

Рисунок 4.2 – Конструкція віскозиметра Пінкевича

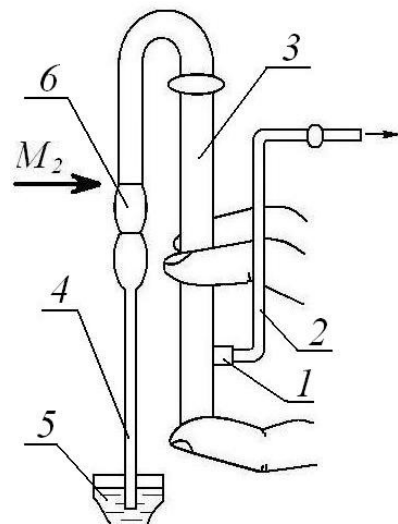
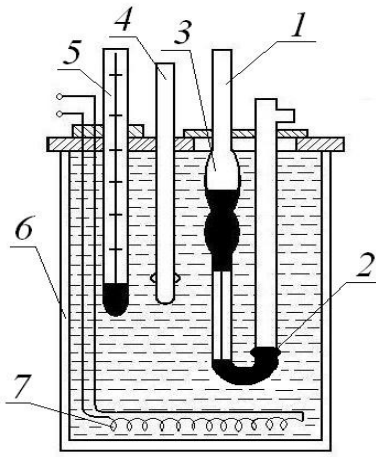


Рисунок 4.3 – Наповнення віскозиметра оливою



- 1 – коліно; 2 – розширення
нижнє; 3 – розширення
верхнє; 4 – мішалка;
5 – термометр; 6 – баня
термостатична;
7 – нагрівач

Рисунок 4.4 – Прилад для визначення кінематичної в'язкості нафтопродуктів

просушити її сульфатом натрію з подальшим фільтруванням.

3 Наповнити віскозиметр оливою, для чого на відвідну трубку 1 (див. рисунок 4.3) надіти гумову трубку 2. Потім, затиснувши пальцями коліно 3, перевернути віскозиметр і опустити коліно 4 в посудину з оливою 5. За допомогою груші засмоктати пробу оливи у віскозиметр до мітки M_2 . При цьому необхідно стежити, щоб в капілярі і розширеннях 6 не було бульбашок повітря, розривів і плівок.

В той момент, коли рівень оливи досягне мітки M_2 ,

віскозиметр вийняти з посудини і швидко перевернути в нормальне положення. Зняти гумову трубку з відростка 1, обтерти коліно 4 і надягнути на нього гумову трубку.

Слід мати на увазі, що при потраплянні у внутрішню порожнину віскозиметра води або навіть її парів він стає непрацездатним.

4 Опустити віскозиметр у баню (рисунок 4.4). Встановити температуру в бані 20°C та витримати в ній віскозиметр протягом 15 хв.

5 Для проведення відліку грушею засмоктати рідину із розширення 2 (рисунок 4.4) в коліно 1 приблизно до однієї третини висоти розширення 3, після чого цю операцію припинити. Рідина під дією власної ваги починає протікати через капіляр вниз. У той момент, коли рівень рідини досягне мітки M_1 (див. рисунок 4.2), включити секундомір, а коли рівень досягне мітки M_2 , секундомір вимкнути. Час, відзначений за секундоміром, зафіксувати. Визначення часу витікання повторити кілька разів. Відповідно до ДСТУ 33-2003 число вимірювань встановлюють залежно від часу витікання: п'ять вимірювань – при часі витікання від 200 до 300 с; чотири – від

300 до 600 с і три – при часі витікання понад 600 с. При проведенні відліку необхідно стежити за постійністю температури і відсутністю бульбашок повітря.

6 Для підрахунку в'язкості визначити середнє арифметичне значення часу витікання. При цьому враховувати тільки ті відліки, які відрізняються не більше ніж на $\pm 0,3\%$ при точних і на $\pm 0,5\%$ при технічних вимірюваннях від середнього арифметичного.

7 Встановити температуру термостата 40°C , витримати віскозиметр у ньому протягом 15 хв та повторити процедуру вимірювання в'язкості.

8 Провести операції, передбачені пунктами 5 та 6 для температур $60, 80$ та 100°C .

2 Обробка результатів вимірювань

1 Обчислити за формулою (4.4) в'язкість дослідженої оливи.

2 При точному вимірювання в'язкості вводяться поправки на тиск в місці вимірювання та на температурне розширення оливи. З урахуванням цих поправок в'язкість розраховується за формулою

$$v_i = C \cdot \tau_i \cdot \frac{g}{9,807} \cdot K,$$

де C – постійна віскозиметра, $\text{мм}^2/\text{с}^2$;

τ_i – середнє арифметичне значення відліків часу витікання оливи, що враховуються, с;

g – прискорення сили тяжіння в місці вимірювання в'язкості, $\text{м}/\text{с}^2$;

$9,807$ – нормальне прискорення сили тяжіння, $\text{м}/\text{с}^2$;

K – коефіцієнт, що враховує зміну гідростатичного тиску рідини унаслідок розширення її при нагріванні;

$$K = 1 + 0,00004 \cdot \Delta t,$$

де Δt – різниця між температурою нафтопродукту при заповненні віскозиметра і його температурою при визначенні в'язкості °С.

3 Кінематичну в'язкість нафтопродукту обчислюють з точністю до четвертої значущої цифри, наприклад: 1,255; 16,47; 193,1; 1735.

4 Використовуючи дані лабораторного дослідження, побудувати графік залежності в'язкості дослідної оливи від температури $v_t = f(t)$.

5 Визначити за отриманим графіком в'язкість дослідної оливи при температурі 50°С (v_{50}).

6 Розрахувати значення температурного коефіцієнта в'язкості TKB дослідженої оливи за формулою (4.2).

7 Результати досліджень та розрахунків занести у звіт з роботи.

Зміст звіту

Звіт з лабораторної роботи повинен містити таку інформацію:

- назва, мета та задачі роботи;
- основні теоретичні відомості за темою роботи;
- перелік обладнання для проведення дослідів;
- стисле викладення порядку проведення експериментальних досліджень із схематичним зображенням лабораторних приладів та обладнання;
- результати проведених дослідів, які можуть бути оформлені у вигляді таблиці (див. таблицю 4.1);
- графік $v_t = f(t)$;
- висновки з роботи.

Таблиця 4.1 – Результати визначення в'язкості моторної оливи та її залежності від температури

Показник якості	Нормативне значення	Визначене значення
Тип віскозиметра	---	

Постійна віскозиметра C , $\text{мм}^2/\text{с}^2$	---	
В'язкість оливи при 20°C , $\text{мм}^2/\text{с}$		
В'язкість оливи при 40°C , $\text{мм}^2/\text{с}$		
В'язкість оливи при 60°C , $\text{мм}^2/\text{с}$		
В'язкість оливи при 80°C , $\text{мм}^2/\text{с}$		
В'язкість оливи при 100°C , $\text{мм}^2/\text{с}$		
В'язкість оливи при 50°C , $\text{мм}^2/\text{с}$		
Температурний коефіцієнт в'язкості		

Контрольні запитання

- 1 Що розуміється під в'язкістю нафтопродуктів?
- 2 Які види в'язкості рідких нафтопродуктів існують?
- 3 Яким чином оцінюються в'язкісні властивості рідини?
- 4 Який вплив створює в'язкість моторної оливи на роботу двигуна?
- 5 Що собою являє віскозиметр?
- 6 Які систематичні похибки враховуються при визначенні кінематичної в'язкості нафтопродуктів?
- 7 Які існують способи оцінювання залежності в'язкості оливи від температури?

