

**БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

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

**ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ПЛАСТИЧНИХ МАСТИЛ  
ТА ОХОЛОДЖУЮЧИХ РІДИН**

**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" 3 грудня 2007 р., протокол № 4.

Наведені вимоги до якості пластичних мастильних матеріалів, що застосовуються у вузлах тертя БКВРМ та охолоджуючих рідин, які застосовуються в системах охолодження ДВЗ. Наведено методики визначення показників якості названих експлуатаційних матеріалів. Дані практичні рекомендації щодо проведення дослідження їх властивостей. Визначені основні критерії, за якими робиться висновок щодо придатності або непридатності до застосування того чи іншого матеріалу у відповідних вузлах машин.

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.

Укладачі:

доц. А.М. Кравець,  
асист. В.Г. Горбань

Рецензент

проф. Є.С. Венцель

## ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ПЛАСТИЧНИХ МАСТИЛ ТА ОХОЛОДЖУЮЧИХ РІДИН

### МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт з дисципліни

*"ОСНОВИ ТРИБОЛОГІЇ І ХІМОТОЛОГІЇ"*

Відповідальний за випуск Кравець А.М.

Редактор Решетилова В.В.

---

Підписано до друку 05.12.07 р.  
Формат паперу 60x84 1/16 . Папір писальний.  
Умовн.-друк.арк. 2,00. 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

**УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ  
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

**БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра "Будівельні, колійні та вантажно-  
розвантажувальні машини"**

**ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ  
ПЛАСТИЧНИХ МАСТИЛ ТА  
ОХОЛОДЖУЮЧИХ РІДИН**

**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" 3 грудня 2007 р., протокол № 4.

Наведені вимоги до якості пластичних мастильних матеріалів, що застосовуються у вузлах тертя БКВРМ та охолоджуючих рідин, які застосовуються в системах охолодження ДВЗ. Наведено методики визначення показників якості названих експлуатаційних матеріалів. Дані практичні рекомендації щодо проведення дослідження їх властивостей. Визначені основні критерії, за якими робиться висновок щодо придатності або непридатності до застосування того чи іншого матеріалу у відповідних вузлах машин.

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.

Укладачі:

доц. А.М. Кравець,  
асист. В.Г. Горбань

Рецензент

проф. Є.С. Венцель

## ВСТУП

У вузлах тертя БКВРМ застосовуються мазеподібні мастильні матеріали, що називаються консистентні або пластичні мастила. Вони одержуються шляхом загущення олив твердими речовинами. Застосовуються пластичні мастила для зменшення тертя і зносу трибовузлів в таких випадках:

- у відкритих і негерметизованих вузлах тертя;
- у важкодоступних місцях, де потрібно забезпечити зносостійкість і високий термін служби мастильного матеріалу;
- в тих вузлах тертя, де рідкий мастильний матеріал витікає;
- для консервації машин;
- в підшипниках кочення, що герметизуються;
- там, де за умов експлуатації не допускається розбризкування мастильного матеріалу.

Легко проникаючи в зону контакту пар тертя, пластичні мастила утримуються на поверхнях тертя, не стікаючи з них. Мастила застосовуються також як захисні або ущільнювальні матеріали.

Сучасні мастила є багатоконпонентними структурами, що відповідають багатьом, часто суперечливим вимогам, які висуває специфіка роботи вузлів тертя машин.

Пластичний мастильний матеріал складається з трьох компонентів: масляної основи, твердого загусника і добавок.

Як масляну основу для мастила використовують оливи нафтового і синтетичного походження. У складі більшості пластичних мастил на частку олив доводиться 70÷95 % маси. Від оливної основи залежать багато властивостей мастил, хоча найважливіші їх характеристики визначаються типом загусника. Загусниками, що створюють тверді частинки розмірами 0,1÷10 мкм, служать речовини органічного і неорганічного походження (мило жирних кислот, парафін, силікагель, сажа, органічні пігменти і т.п.). Вони створюють просторовий каркас мастила, а їх кількість складає 5÷30 % (частіше всього 10÷20 %) маси мастила.

Добавки необхідні для поліпшення експлуатаційних властивостей мастил. До них відносяться присадки, наповнювачі та модифікатори.

Ще одним досить важливим експлуатаційним матеріалом для ДВС БКВРМ є охолоджуюча рідина. Деталі двигуна внутрішнього згоряння (блок циліндрів, головка блоку, поршні) при роботі сильно нагріваються. Щоб забезпечити нормальний тепловий режим роботи двигуна, його необхідно охолоджувати. Найбільш часто на автомобілях зустрічаються рідинні системи охолодження з примусовою циркуляцією охолоджуючої рідини. Через систему охолодження відводиться 25÷35 % від загальної кількості тепла, що виділяється при згорянні палива.

Охолоджуючі рідини в процесі роботи двигуна нагріваються до температури 80÷90°C, а при форсованому режимі роботи і до 100°C. При тривалих зупинках вони охолоджуються до температури навколишнього повітря. Тиск в системі охолодження двигунів близький до атмосферного, що сприяє випаровуванню і збільшенню втрат охолоджуючих рідин.

В процесі застосування охолоджуючі рідини контактують з різними конструкційними матеріалами. Деталі двигунів і системи охолодження (радіатори, водяні насоси та ін.) виготовляють з чорних і кольорових металів і їх сплавів (алюміній, мідь, латунь та ін.). В системі охолодження використовують також гумові сполучні і ущільнювальні деталі.

Ефективність і надійність системи охолодження в значній мірі залежать від якості застосовуваної охолоджуючої рідини. Виходячи з призначення і умов застосування, охолоджуючі рідини повинні задовольняти такі вимоги:

- мати велику теплоємність і добру теплопровідність;
- мати високу температуру кипіння і теплоту випаровування;
- мати низьку температуру кристалізації;
- мати оптимальну в'язкість у всьому діапазоні робочих температур;
- мати малий коефіцієнт об'ємного розширення;
- не утворювати відкладень (накипу) в системі охолодження;
- володіти високою хімічною і фізичною стабільністю;
- не проявляти агресивності до гумотехнічних виробів;

- бути корозійно-пасивними;
- не спінюватися в процесі роботи;
- мати низьку вартість і не бути дефіцитними;
- бути нетоксичними і пожежобезпечними.

Для охолодження двигунів застосовують різні рідини. В теплу пору року, коли температура зовнішнього повітря вище 0°C, можливо застосування як охолоджуючої рідини чистої (бажано дистильованої) води. При температурах нижче 0°C допустимо застосовувати тільки рідини, що мають низьку температуру замерзання.

Ці лабораторні роботи призначені для оволодіння студентом методикою визначення основних показників якості пластичних мастильних матеріалів та охолоджуючих рідин, що застосовуються для мащення вузлів тертя БКВРМ та для охолодження ДВЗ в 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 і 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 питання.

## **Лабораторна робота № 6**

### **ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ПЛАСТИЧНИХ МАСТИЛ**

#### **Мета роботи**

- 1 Закріплення знань за темою "Хімотологія пластичних мастильних матеріалів".
- 2 Ознайомлення з нормативно-технічною документацією щодо якості пластичних мастил.
- 3 Ознайомлення з обладнанням та приладами, що використовуються при визначенні основних показників якості пластичних мастил. Вивчення конструкції і принципу дії приладів.
- 4 Ознайомлення з методикою визначення основних показників якості пластичних мастильних матеріалів.
- 5 Набуття практичних навичок щодо оцінювання якості пластичних мастильних матеріалів.

#### **Завдання**

- 1 Оцінити якість пластичного мастила та його відповідність технічним вимогам за зовнішніми ознаками.
- 2 Визначити розчинність досліджуваного мастильного матеріалу у розчинниках різного походження.
- 3 Визначити температуру краплепадіння досліджуваного мастила.
- 4 Оцінити здатність досліджуваного мастильного матеріалу протистояти дії зовнішнього навантаження.
- 5 Визначити penetрацію пластичного мастильного матеріалу.
- 6 Орієнтовно визначити марку мастила, що досліджувалося у лабораторній роботі.
- 7 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 пластичних мастильних матеріалів.
- 4 Відповісти на контрольні питання.

## **6.1 Теоретичні положення**

Пластичні мастила досить широко застосовуються в машинобудівній галузі, в тому числі і у будівельній колійній та перевантажувальній техніці. Завдяки своїм широким можливостям вони застосовуються не тільки для зменшення втрат на тертя (антифрикційні), а і для захисту поверхонь механізмів під час тривалого зберігання (консерваційні), збільшення щільності зон контакту різноманітних деталей (ущільнювальні) та для запобігання зношенню та корозії сталевих канатів (канатні). В даний час промисловістю випускається близько 200 марок мастил різного призначення.

Незважаючи на широку номенклатуру мастил, різні їх групи мають досить близькі або однакові бракувальні властивості. До цих властивостей в загальному випадку належать:

- вміст механічних домішок, %;
- вміст води, %;
- температура краплепадіння, °С;
- колоїдна стабільність, %;
- пенетрація, мм.

Розглянемо рекомендації щодо визначення величини цих показників у лабораторних умовах

### ***6.1.1 Оцінювання якості пластичних мастил за зовнішніми ознаками***

При оцінюванні пластичного мастила за зовнішніми ознаками необхідно звернути увагу на його колір, запах і структуру (однорідність).

Колір для більшості мастил не є характерною зовнішньою ознакою. Багато мастил, в яких не містяться спеціальні добавки, мають однаковий колір (від світло-жовтого до темно-коричневого). Окремі марки мастил можуть мати яскраво виражений характерний колір. Колір мастила залежить від забарвлення компонентів, що входять до його складу і в деякій мірі від технології його виготовлення. Чим світліше мастило, тим більш глибокого очищення оливи використано для його виготовлення.

Але, перш за все, колір мастил залежить від роду загусника. Кальцієві мастила, наприклад, мають колір від світло-жовтого до темно-коричневого; натрієві і кальцієво-натрієві – від світло-жовтого до яскраво-жовтого; літієві мастила здебільшого коричневого кольору, літієве мастило № 158 – синього; графітне – чорного і т. д.

Запах мастила також залежить від загусника, що використовується. Мастила з вуглеводневими загусниками (технічний вазелін та ін.) мають слабкий запах нафтопродуктів. Жирові мастила універсального призначення (наприклад, солідоли серії ВУС) можуть пахнути господарським милом. Всі синтетичні мастила (солідол С та ін.) мають своєрідний запах.

Загусник, що використовується, обумовлює не тільки механічні властивості мастил, але і їх зовнішній вигляд: мастило може мати гладку структуру, що типово, наприклад, для солідолів і літієвих мастил, або зернисту і навіть волоконну структуру.

Однорідність мастила визначається візуально, не допускається вкраплення частинок мила, механічних домішок, а також не повинно бути помітного виділення з мастила рідкої фази – оливи. Якщо в шарі мастила знайдені які-небудь вкраплення, то необхідно провести якісний аналіз мастила.

### ***6.1.2 Вивчення розчинності пластичних мастил у воді та бензині***

Випробування мастил на розчинність у воді і бензині дозволяє визначити рід загусника даного мастила.

Розчинність мастила у воді або бензині залежить від природи загусника. Найкращу водостійкість мають парафінові, кальцієві і

літієві мастила, а натрієві і калієві мастила – водорозчинні. Кальцієві і літієві мастила не розчиняються в бензині на відміну від мастил з вуглеводневими загусниками (технічний вазелін, мастило ГОЇ-54 і ін.), хоча з бензином вони утворюють тягучі, але непрозорі системи. Тому відрізнити їх одне від одного можна тільки за температурою краплепадіння.

Повне ж розчинення пластичного мастила можливо в нагрітій до кипіння воді. При цьому буде утворений каламутний (мільний) розчин з плаваючим на його поверхні шаром рідкої оливи, що говорить про приналежність даного зразка до натрієвих мастил. Проте якщо після охолодження вода стане прозорою або злегка каламутною, а на її поверхні знаходитиметься шар мастила, то дане мастило вважається нерозчинним у воді.

Щоб перевірити мастило на розчинність в бензині, треба змішати їх у співвідношенні 1:4 при температурі 60°C. Якщо при цьому утворюється абсолютно прозорий розчин, що має при просвічуванні колір випробовуваного зразка, то мастило вважається розчинним в бензині. В бензині розчиняються мастила з вуглеводневими загусниками.

### ***6.1.3 Визначення температури краплепадіння пластичних мастил***

Однією з причин переходу пластичного мастила в рідкий стан і, як наслідок, втрати своїх властивостей є надмірне нагрівання. Показник, що визначає температурний рубіж переходу пластичного мастила у рідкий стан, називається *температурою краплепадіння*.

Температура краплепадіння відповідає температурі, при якій падає перша крапля мастила, поміщеного в капсулу спеціального приладу, що нагрівається в стандартних умовах. Вона залежить в основному від типу загусника і у меншій мірі від його концентрації.

За цим показником розрізняють мастила тугоплавкі (температура краплепадіння вище 100°C), середньоплавкі (65÷100°C) і низькоплавкі (до 65°C). Щоб уникнути витікання мастила з вузла тертя, максимальна робоча температура мастила повинна бути нижчою на 15÷20°C його температури краплепадіння.

Правила визначення температури краплепадіння пластичних мастильних матеріалів визначені ГОСТ 6793-74 ("Нефтепродукты. Метод определения температуры каплепадения").

#### ***6.1.4 Вивчення колоїдної стабільності пластичних мастил***

Однією з основних вимог, що пред'являються до пластичних мастил, є їх колоїдна стабільність, або однорідність.

*Колоїдна стабільність* – це здатність мастила чинити опір відділенню масляної основи при зберіганні і в процесі застосування. Тобто це стійкість пластичного мастила проти необоротного руйнування.

Відпресовування оливи з мастила збільшується і швидшає з підвищенням температури, із зростанням одностороннього тиску на мастило, під дією відцентрових сил, у звуженнях мазепроводів і т.п. Колоїдна стабільність зростає із збільшенням кількості загусника і падає з пониженням в'язкості оливи (оскільки йому легше витікати з каркаса, створеного загусником). Мастило з низькою колоїдною стабільністю (наприклад, мастило ЦИАТИМ-201) розфасовують в дрібну тару для скорочення терміну використання.

Для оцінення цієї властивості, згідно з ГОСТ 7142-74 ("Смазки пластичные. Методы определения коллоидной стабильности"), використовують прилади, в яких мастило спресовується під дією постійного вантажу або стиснутого повітря. Числове значення колоїдної стабільності показує відношення маси оливи, що відпресована на стандартному приладі, до маси випробуваного мастила, виражене у відсотках.

#### ***6.1.5 Визначення penetрації пластичного мастильного матеріалу***

Однією з експлуатаційних характеристик пластичних мастильних матеріалів є їх механічні властивості. Визначаються вони декількома показниками. Найбільш простим з них, з точки зору вимірювання, є penetрація.

*Пенетрація (проникнення)* — характеризує консистенцію (густину) мастила, тобто здатність до навантаження й до опору витисненню його з підшипника. Оцінюється за глибиною занурення в мастило конуса стандартних розмірів і маси на протязі 5 с при температурі досліджуваного мастила 25°C. Пенетрація вимірюється при різних температурах і чисельно рівна кількості міліметрів занурення конуса, помноженій на 10. Це показник умовний і ніяк не характеризує поведінку мастила в експлуатації, але оскільки він легко піддається визначенню, його часто використовують для оцінення ідентичності структури і дотримання технології виготовлення мастил.

Правила визначення пенетрації пластичного мастила обумовлені ГОСТ 5346-78 ("Смазки пластичные. Методы определения пенетрации пенетрометром с конусом"). Чим вище число пенетрації мастила, тим гірші його механічні властивості (несуча спроможність).

## **6.2 Програма та методика досліджень**

### **6.2.1 Оцінювання якості пластичних мастил за зовнішніми ознаками**

#### **Обладнання:**

- зразок досліджуваного мастила;
- шпатель;
- скляні пластини (2 шт.).

#### **Порядок виконання роботи**

1 Шпателем нанести досліджуване мастило на скляну пластину шаром завтовшки 1÷2 мм. Притиснути нанесене мастило іншим склом.

2 Оглянути отриманий шар мастила у прохідному світлі. Визначити наявність або відсутність в ньому крапель оливи, грудок загусника, механічних домішок або сторонніх включень будь-якого

характеру. В разі виявлення механічних домішок зразок мастила треба розтерти між пальцями. За наявності абразивних домішок застосування мастил недопустиме.

3 Оцінити досліджуване мастило за запахом та кольором. При оцінюванні кольору слід врахувати, що всі мастила є непрозорими і фіксувати їх колір у відбитому світлі.

4 Зробити висновок щодо відповідності дослідженої проби бензину вимогам до його якості. Результати оцінювання записати в звіт.

### ***6.2.2 Вивчення розчинності пластичних мастил у воді та бензині***

#### **Обладнання:**

- пробірки;
- скляна паличка;
- дистильована вода;
- бензин неетилований;
- газовий нагрівач;
- водяна баня.

#### **Порядок виконання роботи**

1 Випробовуваний зразок мастила за допомогою скляної палички помістити на дно двох пробірок (приблизно по 1 г), намагаючись при цьому не зачіпати їх стінок.

2 В першу пробірку додати чотирикратну кількість дистильованої води.

3 В другу пробірку додати чотирикратну кількість бензину.

4 Першу пробірку обережно нагрівають на газовому пальнику і доводять воду до кипіння. Для запобігання викиду вмісту нагрівання пробірки ведуть багатократним внесенням в полум'я на 2÷3 с з одночасним обертанням навкруги її осі.

5 Визначити розчинність досліджуваного зразка мастила в воді і результати занести в звіт про роботу.

6 В разі, якщо досліджене мастило в воді не розчинилося,

потрібно провести його перевірку на розчинність в бензині. Для цього нагріти другу пробірку так само, як і у першому випадку, але до температури 60°C.

7 Визначити розчинність досліджуваного мастила в бензині і результати занести в звіт про роботу.

### 6.2.3 Визначення температури краплепадіння пластичних мастил

#### Обладнання:

– прилад для визначення температури краплепадіння пластичних мастил (рисунок 6.1);

- шпатель;
- секундомір;
- скляний термостійкий стакан;
- гліцерин або вода;
- металева мішалка.

#### Порядок виконання роботи

1 Вийняти чашку 1 (рисунок 6.1) з приладу і заповнити її за допомогою шпателя мастилом, яке підлягає випробуванню, не допускаючи утворення пухирців повітря в ньому.

2 Вставити чашку назад в металеву гільзу 2 до упора і зняти шпателем видавлене ртутною кулькою термометра 6 мастило у рівень з нижнім обрізом чашки.

3 Зібраний прилад укріпити за допомогою пробки 5 в скляній муфті 4 так, щоб відстань від її дна до низу чашки складала 25 мм. На дно муфти для зручності проведення досліджень кладуть чистий білий папір.

4 Муфту разом з приладом занурити в стакан 3 з водою або гліцерином і закріпити в штативі так, щоб глибина занурення

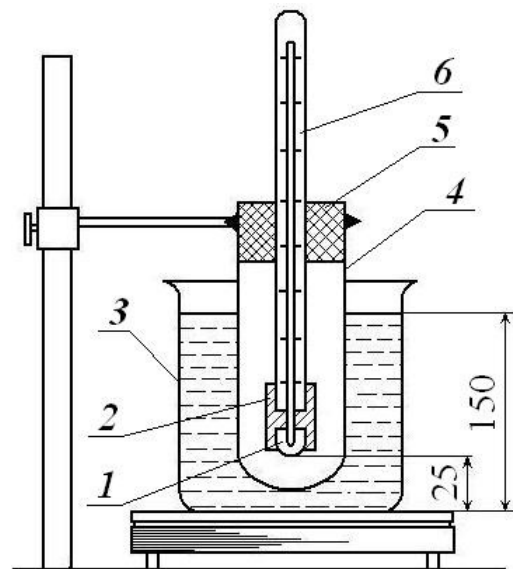


Рисунок 6.1 – Прилад для визначення температури краплепадіння пластичних мастил

складала 150 мм. Воду застосовують для бані тільки в тих випадках, коли досліджується мастило з очікуваною температурою краплепадіння нижче 80°C.

5 Помішуючи за допомогою мішалки рідину, на газовому пальнику нагрівати стакан до температур:

- 30°C для низькоплавких мастил;
- 60°C для середньоплавких;
- 110°C для натрієвих;
- 150°C для літієвих.

6 Після проходження вказаних температур швидкість подальшого нагріву підтримувати в межах 1 °C/хв.

7 Зафіксувати температуру, при якій з чашки впаде перша крапля мастила. Якщо мастило не утворює краплі, а витягується з чашки у вигляді циліндра, то за температуру краплепадіння приймають ту, при якій стовпчик мастила торкнеться дна муфти 4.

8 Результат округлити до цілого значення і записати в звіт про роботу.

#### ***6.2.4 Вивчення колоїдної стабільності пластичних мастил***

##### **Обладнання:**

- прилад КСА (схему наведено на рисунку 6.2);
- шпатель;
- скло плоске;
- фільтри беззольні типу "біла стрічка";
- бензол;
- бензин-розчинник;
- водяна баня;
- проба досліджуваного пластичного мастила.

##### **Порядок виконання роботи**

Прилад для визначення колоїдної стабільності пластичних мастильних матеріалів (рисунок 6.2) складається із основи 1, штока 6



для закріплення вантажу 5, металевої кульки 7 діаметром 8 мм для передачі тиску, чашки 3 для мастила, в яку вставлений поршень 4. Чашка має втулку для виходу хвостовика поршня. У поршня на хвостовику знаходиться лиска для запобігання утворенню вакууму над поршнем.

Для визначення колоїдної стабільності мастила потрібно виконати таку послідовність дій:

1 Чашку з поршнем промити бензином або бензолом, висушити та зважити на аналітичних вагах з точністю до 0,0002 г. Шпателем вмазати в чашку досліджуване мастило, не допускаючи утворення пухирців повітря, і знову зважити на аналітичних вагах. Визначити масу мастила, що взяте на дослідження.

2 Один беззольний паперовий фільтр змочити оливою, відтиснути між двома чистими беззольними паперовими фільтрами і зважити з точністю до 0,0002 г.

3 На мастило в чашці покласти просочений оливою фільтр так, щоб між фільтром і мастилом не було пухирців повітря, чашку перевернути і помістити на 9÷11 чистих паперових фільтрів. Таким чином, у чашці 3 (рисунок 6.2) знаходиться досліджуване мастило 8 між поршнем 4 та пакетом фільтрів 2, верхній з яких просочений оливою.

4 Встановити чашку з фільтрами на скло 9 і зафіксувати від зсуву під час випробування. Встановити касету з чашкою і фільтрами в водяну баню і витримати там при температурі  $20 \pm 5^\circ\text{C}$  протягом 30 хв.

5 В лунку хвостовика поршня 4 встановити кульку 7. Натиснути пускову кнопку і вивільнити шток 6. Опустити шток до торкання з кулькою 7 та зафіксувати шток кнопкою. Згідно з умовами випробування, встановити на шток 6 потрібний вантаж 5.

6 Натиснути пускову кнопку та зафіксувати час початку випробувань.

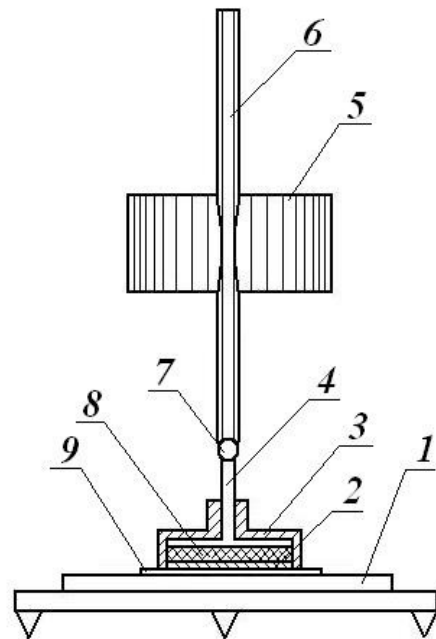


Рисунок 6.2 – Схема приладу для визначення колоїдної стабільності пластичних мастил

7 Через 30 хв припинити випробування, зняти вантаж та зважити чашку із мастилом та верхнім фільтром (тим фільтром, що був просочений оливою до проведення випробувань) з точністю до 0,0002 г.

Сутність методу полягає у визначенні кількості оливи, що відпресована із мастила за час дослідю.

8 Визначити кількість оливи, що відпресована із мастила  $X$ , за формулою, %,

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

де  $m_1$  - маса чашки із мастилом та просоченим оливою фільтром до випробувань, г;

$m_2$  - маса чашки із мастилом та просоченим оливою фільтром після випробувань, г;

$m$  - маса мастила, взятого для випробувань, г.

9 Результати досліджень занести у звіт про роботу.

### **6.2.5 Визначення пенетрації пластичного мастильного матеріалу**

#### **Обладнання:**

- пенетрометр (схему наведено на рисунку 6.3);
- шпатель;
- секундомір;
- досліджуване мастило.

#### **Порядок виконання роботи**

1 Стакан приладу 1 (рисунок 6.3) заповнити мастилом. Слідкувати, щоб ні на поверхні, ні в об'ємі мастила не утворилося пухирців повітря. Поверхню мастила ретельно пригладити шпателем в рівень із краями стакану та повністю видалити його надлишок.

Витримати стакан при температурі 25°C не менше як 1 год.

2 Стакан 1 із мастилом помістити на столик приладу.

3 Притримуючи однією рукою шток 5, натиснути на стопор 3 і обережно опустити конус 2, намагаючись якомога точніше сумістити його вістря із поверхнею мастила. Зафіксувати таке положення конуса, відпустивши кнопку стопора.

4 Привести у вихідне положення механізм пенетрометра. Для цього, повільно натискаючи на верхній край зубчастої рейки 9, опустити її до упору у верхній край штоку 5. Стрілку 8 повертанням у будь-якому напрямку встановити напроти нуля на шкалі 6.

5 Натиснути на стопор 3 та утримувати його в такому положенні на протязі 5 с, спостерігаючи при цьому за зануренням у мастило конуса 2 і опусканням разом з ним конуса 5. Через 5 с кнопку стопора 3 відпустити, а рейку 9, яка утримувалася у вихідному положенні силами тертя, плавно опустити до упору в шток 5. При цьому рейка 9 переміститься на величину занурення конуса. Одночасно із опусканням рейки 9 повертатиметься з'єднана з нею через шестерню 7 стрілка 8.

Кількість поділок, на яку повернеться стрілка 8 за шкалою 6, і буде виражати у десятих частках міліметра глибину занурення конусу у мастило, або власне пенетрацію.

6 Дослід провести 4÷5 разів, кожен раз ретельно очищуючи конус від налиплого мастила, вирівнюючи його поверхню та змінюючи місце занурення шляхом переміщення стакану. Різниця між результатами дослідів не повинна перевищувати 6%.

7 Визначити середнє значення пенетрації досліджуваного мастила. Результати досліджень занести в звіт про роботу.

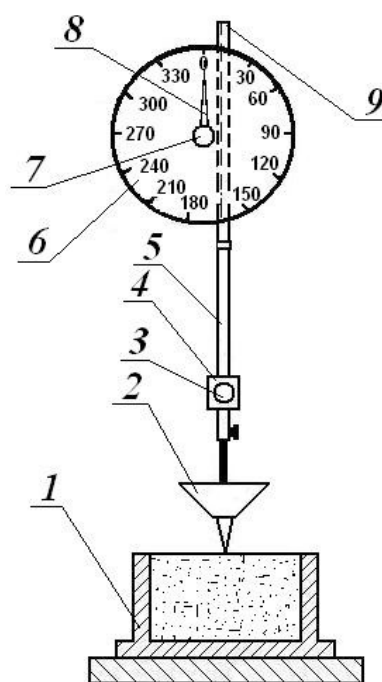


Рисунок 6.3 – Схема лабораторного пенетрометра

### 6.3 Зміст звіту

Звіт про виконану лабораторну роботу 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 (таблиця 6.1);
- висновки про роботу, в яких потрібно визначити орієнтовно марку мастила, що підлягало випробуванню (для цього для деяких видів мастил в таблиці 6.2 наведені можливі значення показників), та надати рекомендації щодо його застосування.

Таблиця 6.1 – Результати аналізу показників якості пластичного мастильного матеріалу

Показник якості	Визначене значення
Колір	
Запах	
Однорідність	
Розчинність у воді	
Розчинність у бензині	
Температура краплепадіння, °С	
Колоїдна стабільність, %	
Пенетрація при 25 °С, мм	
Орієнтовна марка мастила	
Температурна межа застосування досліджуваного мастила, °С	

### Контрольні питання

- 1 Які компоненти входять до складу пластичних мастил?
- 2 За якими ознаками класифікуються пластичні мастильні матеріали?
- 3 За якими зовнішніми ознаками оцінюють якість пластичних

мастил?

4 Від чого залежить розчинність чи нерозчинність пластичних мастил у воді та бензині?

5 Що називається температурою краплепадіння пластичного мастила? Як обмежується температурний режим застосування пластичного мастила?

6 Як класифікуються пластичні мастила за температурою краплепадіння?

7 Що розуміється під колоїдною стабільністю пластичного мастильного матеріалу?

8 Що впливає на колоїдну стабільність пластичного мастила?

9 Поясніть значення та принцип визначення penetрації пластичних мастильних матеріалів?

10 За якими основними ознаками можна зробити висновок про придатність чи непридатність пластичного мастила для застосування за призначенням?

Таблиця 6.2 – Основні параметри пластичних мастил

Мастило	Температурний діапазон застосування, °С	Температура краплепадіння, °С	Колоїдна стабільність, % не більше	Пенетрація при 25°С, мм
Солідол С	-20÷65	85÷105	5	270÷330
Прес-солідол С	-30÷50	85÷95	10	330÷360
Графітна УСсА	-20÷65	77÷90	5	250÷270
Літол-24	-40÷130	185÷205	12	220÷250
Фіол-1	-40÷120	185÷200	25	310÷340
Уніол-1	-30÷150	230÷260	10	280÷320
ЦИАТИМ-221	-60÷150	200÷220	7	280÷320
ЦИАТИМ-201	-60÷90	175÷190	26	290÷320
Мастило №158	-40÷120	140÷160	23	305
КСБ	-30÷110	150÷190	5	245÷275
ЛЗ ЦНІ	-40÷100	130÷70	23	240÷290
ЖРО	-40÷140	180÷205	12	190÷250

## Лабораторна робота № 7

# ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ОХОЛОДЖУЮЧИХ РІДИН ДЛЯ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

### Мета роботи

- 1 Закріплення знань за темами "Охолоджуючі рідини для ДВЗ".
- 2 Ознайомлення з нормативно-технічною документацією щодо якості охолоджуючих рідин для двигунів внутрішнього згоряння.
- 3 Ознайомлення з обладнанням та приладами, що використовуються при визначенні показників якості охолоджуючих рідин.
- 4 Ознайомлення з методикою визначення якості охолоджуючих рідин.
- 5 Набуття практичних навичок оцінювання властивостей охолоджуючих рідин для ДВЗ.

### Завдання

- 1 Оцінити жорсткість води.
- 2 Оцінити антифриз за зовнішніми ознаками.
- 3 Визначити склад антифризу.
- 4 Провести розрахунки з виправлення якості антифризу.
- 5 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 визначення показників якості охолоджуючих рідин, що розглядаються в лабораторній роботі.
- 4 Відповісти на контрольні питання.

## 7.1 Теоретичні положення

У ролі охолоджуючих рідин для ДВЗ використовують воду та спеціальні охолоджуючі рідини.

Вода для застосування у системах охолодження двигунів повинна пройти певну обробку, а спеціальні охолоджуючі рідини можуть виготовлятися в умовах підприємства із купованих складових або можуть бути придбані у підприємства-виробника у готовому вигляді.

Найбільше розповсюдження отримали етиленгліколеві антифризи, що являють собою розчини етиленгліколю у воді. Етиленгліколь - це двохатомний спирт ( $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH}$ ) – безбарвна рідина без запаху, що кипить при температурі  $197^\circ\text{C}$  та застигає при температурі  $-12^\circ\text{C}$ . Розчини етиленгліколю із водою застигають при більш низьких температурах.

Етиленгліколеві антифризи мають підвищену корозійну активність до металів і руйнують резину. Для усунення цих недоліків в антифризи вводять присадки.

Також промисловість випускає охолоджуючі рідини, які називаються "Тосол" і відрізняються від простих антифризів тим, що мають у своєму складі протипінну та антифрикційну присадку.

Для позначення складу простих антифризів та тосолів в них вводять барвники.

### 7.1.1 Визначення жорсткості води

Вода має найбільшу для всіх рідин питому теплоємність ( $4,19 \text{ кДж/кг}\cdot^\circ\text{C}$ ), велику теплопровідність, низьку в'язкість ( $\nu_{20} = 1 \text{ мм}^2/\text{с}$ ), що забезпечує легкість її циркуляції у системі охолодження, велику теплоту випаровування, вона пожежобезпечна, неотруйна, дешева та ін. Проте вода має й істотні недоліки, що утрудняють її застосування як охолоджуючої рідини:

- при  $0^\circ\text{C}$  вона замерзає із значним збільшенням об'єму (приблизно на 10%), що може викликати руйнування (розморожування) системи охолодження при температурах навколишнього повітря нижче  $0^\circ\text{C}$ , оскільки при цьому на стінки

блоку циліндрів діє тиск до 2500 МПа;

- вода має порівняно низьку температуру кипіння, тому робоча температура її у відкритій системі охолодження не повинна перевищувати 90°C. При більш високих температурах вода інтенсивно випаровується;

- при використуванні води як охолоджуючої рідини в системі охолодження активно утворюється накип, що обумовлено наявністю у воді мінеральних домішок і розчинених солей. Теплопровідність накипу приблизно в 100 разів менше, ніж сталі, тому рясний накип порушує тепловий режим роботи двигуна аж до перегріву і пов'язаних з ним аварійних поломок.

Основною і єдиною властивістю, за якою оцінюється якість води як охолоджуючої рідини, є жорсткість, що характеризує наявність в ній розчинених солей, в першу чергу кальцію і магнію.

Загальну жорсткість води складають тимчасова (карбонатна), що створюється бікарбонатами кальцію  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  і магнію  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ , та постійна (некарбонатна), яка створюється хлоридами, сульфатами та нітратами цих же металів  $\text{CaCl}$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ .

За одиницю вимірювання жорсткості приймають міліграм-еквівалент на літр. Один мг-екв/л відповідає вмісту в 1 л води 20,04 мг іонів  $\text{Ca}^{2+}$  або 12,16 мг іонів  $\text{Mg}^{2+}$ . Тому загальна жорсткість води дорівнює

$$Ж_з = \frac{\text{Ca}^{2+}}{20,04} + \frac{\text{Mg}^{2+}}{12,16}.$$

Жорстка вода містить більше 6 мг-екв/л, вода середньої жорсткості – 3÷6 мг-екв/л, м'яка вода – до 3 мг-екв/л. М'яка вода утворює менше накипу, тому застосовувати її в системі охолодження доцільніше. Як правило, м'якою є атмосферна вода – дощова або снігова.

Суть визначення тимчасової (карбонатної) жорсткості води полягає в переведенні бікарбонатів кальцію і магнію, що містяться в аналізованій воді, в хлористі з'єднання титруванням 0,1N розчином соляної кислоти. При дії соляної кислоти бікарбонати переходять в хлориди цих же металів.



Одним з найпростіших методів визначення загальної жорсткості води є лужний метод, суть якого полягає в переведенні солей жорсткості, що містяться у воді, в малорозчинні карбонат кальцію і гідрооксид магнію за допомогою лужного розчину. Під дією лужного розчину солі некарбонатної жорсткості аналізованої води, заздалегідь відтитрованої розчином соляної кислоти, перетворюються на малорозчинні з'єднання і випадають в осад.

### ***7.1.2 Оцінювання якості антифризу за зовнішніми ознаками***

За зовнішніми ознаками визначають такі показники якості антифризів, як колір, прозорість та однорідність. Для цього зразки наливають у чисті прозорі циліндри місткістю 250÷500 мл. Щойно виготовлений антифриз являє собою ледь мутну рідину, але з часом вона стає прозорою.

Колір антифризу залежить від спеціального барвника, що додається при виготовленні і може бути жовтуватим, жовтим, червоним та блакитним.

При візуальному огляді антифризи в циліндрі мають бути прозорими, не містити осадів, зважених часток, а також емульсованих плаваючих на поверхні антифризу нафтопродуктів. Нафтопродукти, що потрапили в антифриз, спричиняють сильне піноутворення, через що піна виходить з системи охолодження.

Наявність механічних домішок та нафтопродуктів в антифризах не допускається.

### ***7.1.3 Визначення складу антифризу***

В процесі експлуатації машин густина етиленгліколевого антифризу може мінятися як у більший, так і в менший бік, що приводить до зміни температури замерзання охолоджуючої рідини. Для приведення густини антифризу до нормованих показників склад суміші коректують шляхом додавання води або етиленгліколю.

Для визначення фактичного складу антифризу вимірюють його щільність і за відповідним графіком визначають вміст у антифризі

етиленгліколю та води. Потім за іншим графіком визначають орієнтовну температуру застигання такої суміші і в разі необхідності розраховують потрібний об'єм води або етиленгліколю для того, щоб вивести температуру застигання антифризу на потрібний рівень.

Слід пам'ятати, що етиленгліколь – сильна отрута, тому після контакту з ним необхідно ретельно вимити руки. Отруйні властивості антифризів виявляються тільки при попаданні в шлунково-кишковий тракт.

Якщо система охолодження довгий час працювала на воді, то перед заправкою антифризом її необхідно ретельно промити, інакше відбудеться реакція накипу з антифризом і агресивність останнього збільшиться. Для видалення накипу застосовуються речовини, наведені в таблиці 7.1

Таблиця 7.1 – Розчини для видалення накипу

Склад	Кількість на 10 л води, г	Час для руйнування
<b>Для всіх двигунів</b>		
Технічна молочна кислота	600	1,0÷3,0
Хромпik або хромовий ангiдрид	200	8,0÷10,0
Інгiбована соляна кислота	600÷800	0,5÷1,0
Суміш:		
кальцинована сода	1000÷1200	10÷12
хромпik	20÷30	10÷12
Суміш:		
фосфорна кислота	1000	0,5÷1,0
хромовий ангiдрид	50	0,5÷1,0
<b>Для двигунів з чавунною головою блоку</b>		
Технічна соляна кислота	250÷300	0,5÷1,0
Каустична сода	700÷1000	7,0÷10,0
Суміш:		
тринатрійфосфат	450	10÷12
кальцинована сода	550	10÷12
Тринатрійфосфат	300÷500	2,0÷3,0

## 7.2 Програма та методика досліджень

## 7.2.1 Визначення жорсткості води

### Обладнання:

- набір скляного лабораторного посуду;
- бюретка з глауконітом;
- електроплитка;
- 0,1Н розчин соляної кислоти;
- лужна суміш, приготована змішуванням рівних об'ємів 0,1Н розчину карбонату натрію  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  та 0,1Н розчину їдкого натру  $\text{Na}_2\text{OH}$ ;
- 0,1%-вий розчин індикатора метилового оранжевого;
- фільтрувальний папір або фільтри типу "синя стрічка".

### Порядок виконання роботи

#### *Визначення тимчасової (карбонатної) жорсткості води*

1 В конічну колбу налити  $100 \text{ см}^3$  аналізованої води, додати  $2 \div 3$  краплі індикатора метилового оранжевого та титрувати 0,1Н розчином соляної кислоти до появи слабкого рожевого забарвлення і кип'ятити протягом 3 хв. В результаті кип'ятіння забарвлення розчину може змінитися на жовте. В цьому випадку в колбу знову додати розчин соляної кислоти до слабкого рожевого забарвлення і кип'ятити ще 2 хв.

2 Величину тимчасової жорсткості води  $\mathcal{J}_T$  обчислити за формулою, мг-екв/л,

$$\mathcal{J}_T = \frac{V \cdot N}{V_1} \cdot 100,$$

де  $V$  - об'єм розчину соляної кислоти, що пішов на титрування аналізованої води,  $\text{см}^3$ ;

$N$  - нормальність розчину соляної кислоти;

$V_1$  - об'єм води, що був відібраний для аналізу,  $\text{см}^3$ .

3 Результати досліду і розрахунків занести в звіт про роботу.

#### *Визначення загальної жорсткості води*

1 Для приготування лужного титрованого розчину перемішати рівні об'єми 0,1Н розчинів карбонату натрію  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  та їдкого натру  $\text{Na}_2\text{OH}$ .

2 Налити в конічну колбу  $100 \text{ см}^3$  аналізованої води і титрувати її розчином 0,1Н соляної кислоти у присутності 2÷3 крапель індикатора метилового оранжевого до появи слабкого рожевого забарвлення.

3 Розчин кип'ятити протягом 3 хв з метою видалення з проби води вуглекислого газу  $\text{CO}_2$ . У разі появи при кип'ятінні жовтого забарвлення воду додатково титрувати тим же розчином соляної кислоти до появи слабкого рожевого забарвлення.

4 В киплячу воду за допомогою бюретки підлити  $20 \text{ см}^3$  лужної суміші і продовжити кип'ятити розчин ще протягом 3÷5 хв для повного осадження солей кальцію і магнію.

5 Воду охолодити і перелити в мірну колбу місткістю  $200 \text{ см}^3$ . Осад, що залишився на стінках колби, змити дистильованою водою в мірну колбу, об'єм води в якій довести до мітки. Потім вміст колби ретельно перемішати, а осад відфільтрувати.

6 За допомогою піпетки або мірного циліндра відміряти  $100 \text{ см}^3$  фільтрату, вилити його в чисту і суху конічну колбу, підлити три-чотири краплі індикатора метилового оранжевого і титрувати розчином 0,1Н соляної кислоти до слабкого рожевого забарвлення. При титруванні нейтралізується надлишок лужної суміші, що була додана до проби води і не вступила в реакцію.

7 Розрахувати загальну жорсткість води  $\mathcal{J}_o$ , розраховується за формулою, мг-екв/л,

$$\mathcal{J}_o = V_1 - 2 \cdot V,$$

де  $V$  - кількість розчину 0,1Н соляної кислоти, витраченої на нейтралізацію надмірної лужності суміші,  $\text{см}^3$ ;

$V_1$  - кількість розчину лужної суміші, узятої для осадження солей жорсткості,  $\text{см}^3$ ;

2 - коефіцієнт, який враховує, що із загального об'єму розчину води з лужною сумішшю на титрування узята тільки половина.

Вода з жорсткістю 3÷7 мг-екв/л викликає утворення накипу в системі охолодження двигунів, що вимагає систематичного

очищення радіатора і рубашки системи охолодження. Воду з жорсткістю 7÷10 мг-екв/л застосовувати як охолоджуючу рідину не рекомендується, а з жорсткістю більше 10 мг-екв/л – неприпустимо.

8 Результати дослідів і розрахунків занести в звіт про роботу.

### ***7.2.2 Оцінювання якості антифризу за зовнішніми ознаками***

#### **Обладнання:**

- скляний циліндр діаметром 40÷55 мм;
- хімічний стакан ємкістю 250 мл;
- зразок досліджуваного антифризу.

#### **Порядок виконання роботи**

1 За допомогою хімічного стакана заповнити скляний циліндр зразком досліджуваного антифризу.

2 Не даючи антифризу відстоятися, оглянути зразок неозброєним оком, визначаючи наявність або відсутність механічних домішок.

3 Оцінити колір антифризу.

4 Оцінити, чи не має антифриз запаху нафтопродуктів (чистий антифриз не має ніякого запаху)

5 Результати оцінювання записати у звіт про роботу.

### ***7.2.3 Визначення складу антифризу***

#### **Обладнання:**

- скляний циліндр діаметром 40÷55 мм місткістю 250÷500 мл;
- хімічний стакан ємкістю 250 мл;
- гідрометр;
- набір ареометрів;
- зразок досліджуваного антифризу.

#### **Порядок виконання роботи**

### Вимірювання за допомогою гідрометра (рисунок 7.1)

Гідрометр являє собою ареометр, який замість шкали густини має подвійну шкалу: вмісту етиленгліколю (%) та температури замерзання (°C). Визначення цих показників базується на зміні густини суміші залежно від співвідношення етиленгліколю та води.

1 За допомогою хімічного стакана заповнити скляний циліндр зразком досліджуваного антифризу на 50÷60 мм нижче верхнього краю.

2 Обережно опустити гідрометр в циліндр і дочекатися припинення його коливань. Провести підрахунок за шкалою гідрометра по верхньому краю меніска. При підрахунку око повинно знаходитися на рівні меніска. Визначити об'ємний вміст етиленгліколю в антифризі за шкалою 1 (рисунок 7.1) та температури застигання за шкалою 2.

3 В разі, якщо випробування проводились при температурі, яка відрізняється від 20°C, що можна перевірити за шкалою 3, потрібно визначити фактичне значення вмісту етиленгліколю  $C_{\phi}$  за формулою, %,

$$C_{\phi} = C_t \cdot [1 + 0,008 \cdot (t - 20)],$$

де  $C_t$  - концентрація етиленгліколю, отримана виміром при температурі  $t$ , %;

$t$  - температура, при якій проводився дослід, °C.

4 Результати оцінювання записати у звіт про роботу.  
Таблиця 7.2 – Густина і температура замерзання сумішей технічного етиленгліколю і води

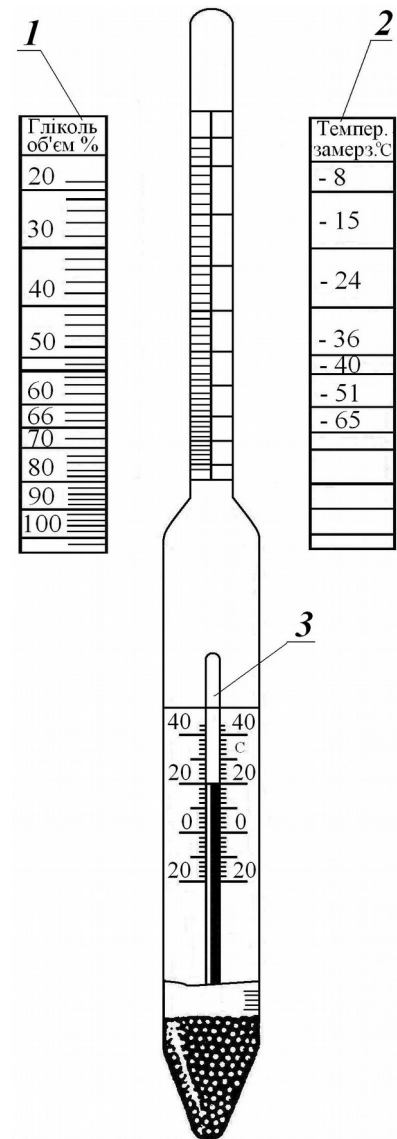


Рисунок 7.1 - Гідрометр

Концентрація етиленгліколю, %	Густина, кг/м <sup>3</sup>	Температура замерзання, °С	Концентрація етиленгліколю, %	Густина, кг/м <sup>3</sup>	Температура замерзання, °С
26,4	1034,0	-10	65,3	1085,5	-65
27,2	1037,6	-12	65,6	1086,0	-66
29,6	1041,0	-14	66,0	1086,3	-67
32,0	1044,3	-16	66,3	1086,6	-68
34,2	1048,0	-18	68,5	1088,8	-66
36,4	1050,6	-20	69,6	1090,0	-64
38,4	1053,3	-22	70,8	1091,0	-62
40,4	1056,0	-24	72,1	1092,3	-60
42,2	1058,6	-26	73,3	1093,7	-58
44,0	1060,6	-28	74,5	1094,7	-56
45,6	1062,7	-30	75,8	1096,0	-54
47,0	1064,3	-32	77,0	1097,3	-52
48,2	1066,3	-34	78,4	1098,3	-50
49,6	1068,0	-36	79,6	1099,7	-48
51,0	1069,6	-38	81,2	1100,7	-46
52,6	1071,3	-40	82,5	1102,3	-44
53,6	1072,6	-42	83,9	1103,3	-42
54,6	1074,0	-44	85,4	1104,3	-40
55,6	1075,3	-46	86,9	1105,4	-38
56,8	1076,6	-48	88,4	1106,6	-36
58,0	1078,0	-50	90,0	1107,7	-30
59,1	1079,0	-52	91,5	1108,7	-36
60,2	1080,3	-54	93,0	1109,6	-34
61,2	1081,3	-56	94,4	1110,3	-32
62,2	1082,3	-58	95,0	1110,5	-28
63,1	1083,3	-60	95,5	1110,7	-27
64,0	1084,3	-62	96,4	1111,0	-24
64,8	1085,0	-64	97,0	1111,6	-22
			97,8	1112,0	-20

### ***Вимірювання за допомогою ареометра***

1 За допомогою хімічного стакана заповнити скляний циліндр

зразком випробовуваного антифризу.

2 Використовуючи відповідний за межею вимірювання ареометр, провести вимір густини антифризу.

3 Використовуючи таблицю 7.2, визначити концентрацію етиленгліколю і температуру замерзання антифризу.

4 Якщо при проведенні дослідів температура антифризу відрізнялася від 20°C, потрібно визначити його густину при 20°C  $\rho_{20}$  з урахуванням температурної поправки за формулою, кг/м<sup>3</sup>,

$$\rho_{20} = \rho_t + \gamma \cdot (t - 20), \quad (7.1)$$

де  $\rho_t$  - густина антифризу, що визначена в результаті проведення дослідів, кг/м<sup>3</sup>;

$\gamma$  - температурна поправка густини етиленгліколю,  $\gamma = 0,000525$  г/см<sup>3</sup>;

$t$  - температура, при якій проводився дослід, °C.

5 Результат досліджень та розрахунків записати в звіт про роботу.

### ***Вимірювання за допомогою ареометра та діаграми***

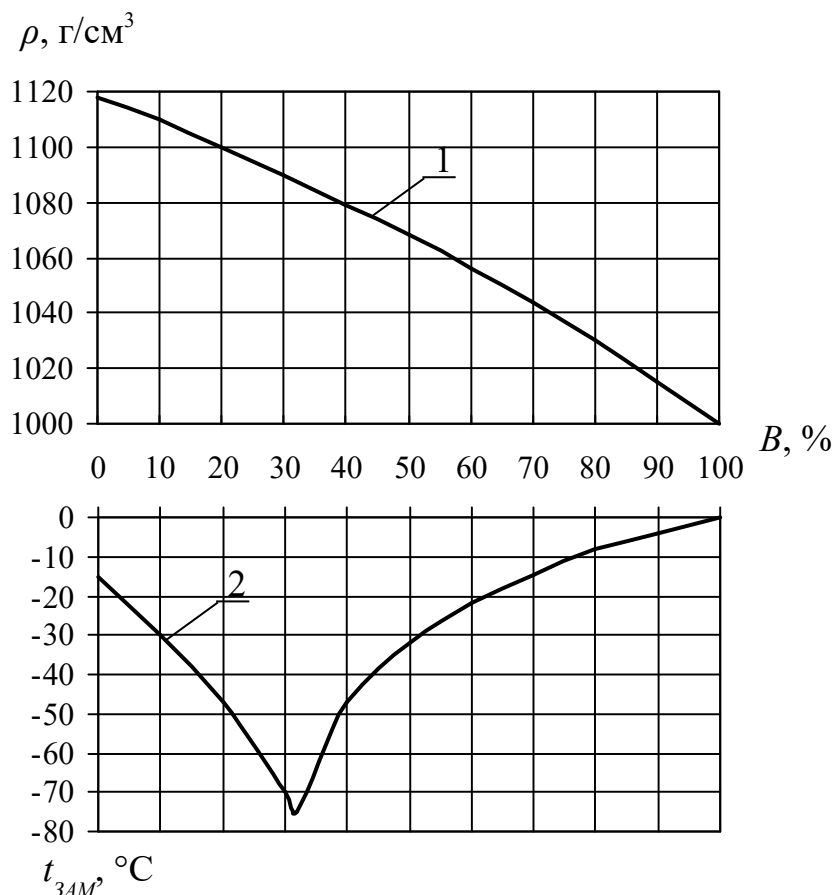
1 За допомогою хімічного стакана заповнити скляний циліндр зразком випробовуваного антифризу.

2 Використовуючи відповідний за межею вимірювання ареометр, провести вимір густини антифризу. В разі потреби за формулою (7.1) привести значення виміряної густини до температури +20°C.

3 Використовуючи діаграму, наведену на рисунку 7.2, визначити склад антифризу і температуру його замерзання.

4 Результати досліджень та розрахунків занести в звіт про роботу.





1 – крива густини; 2 – крива температури замерзання

Рисунок 7.2 – Залежність густини  $\rho$  при температурі +20°C і температури замерзання  $t_{зам}$  антифризів від вмісту в них води  $B$

### ***Розрахунок для виправлення якості антифризу***

Температура кипіння етиленгліколю і води відповідно рівні 197,5°C і 100°C, тому при експлуатації автомобілів з антифризу в першу чергу випаровуватиметься вода, а отже, виправлення якості охолоджуючої рідини зводиться до додавання в системи охолодження води. Якщо ж має місце витік антифризу з системи, то витік поповнюється не водою, а відповідною маркою етиленгліколевої рідини.

1 Кількість етиленгліколю, що потрібно додати,  $\mathcal{E}_{дод}$ , розраховується за формулою, мл,

$$\mathcal{E}_{\text{дод}} = \frac{a-b}{b-k} \cdot V,$$

де  $a$  – об'ємний відсоток води в аналізованому зразку, %;  
 $b$  – об'ємний відсоток води у виправленому зразку, %;  
 $k$  – об'ємний відсоток води в етиленгліколі, що додається, %;  
 $V$  – об'єм аналізованого зразка, мл.

2 Кількість води, що потрібно додати,  $B_{\text{дод}}$ , розраховується за формулою, мл,

$$B_{\text{дод}} = \frac{c-d}{d} \cdot V,$$

де  $c$  – об'ємний відсоток етиленгліколю в аналізованому зразку, %;  
 $d$  – об'ємний відсоток етиленгліколю у виправленому зразку, %;  
 $V$  – об'єм аналізованого зразка, мл.

3 Результати розрахунків занести в таблицю.

### 7.3 Зміст звіту

Звіт про лабораторну роботу 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 7.3);
- висновки щодо роботи.

Таблиця 7.3 – Результати визначення показників якості

досліджуваних охолоджуючих рідин

Показник якості	Визначене значення
Тимчасова жорсткість води, мг-екв/л	
Загальна жорсткість води, мг-екв/л	
Колір антифризу	
Запах антифризу	
Прозорість антифризу	
Запах антифризу	
Густина антифризу, кг/м <sup>3</sup>	
Вміст етиленгліколю в антифризі, %	
Температура замерзання антифризу, °С	
Кількість води, що потрібна для корегування складу досліджуваного антифризу, мл	
Кількість етиленгліколю, що потрібна для корегування складу досліджуваного антифризу, мл	

### Контрольні питання

- 1 Які вимоги ставляться до охолоджуючих рідин для ДВЗ?
- 2 Які рідини використовуються для охолодження ДВЗ?
- 3 Чим обумовлюється жорсткість і лужність води?
- 4 Яким чином можна підготувати воду для застосування в системах охолодження ДВЗ?
- 5 Чим відрізняються тимчасова і постійна жорсткість води?
- 6 Що являють собою спеціальні охолодні рідини?
- 7 Як оцінюється якість антифризів за зовнішніми ознаками?
- 8 Якими методами визначається склад антифризів?
- 9 Як корегується склад антифризу?
- 10 Які речовини застосовуються для видалення накипу з поверхонь системи охолодження ДВЗ?



## МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт з дисципліни

"Основи трибології і хіммотології"

Відповідальний за випуск Кравець А.М.

Редактор \_\_\_\_\_.

---

Підписано до друку \_\_\_\_\_.

Формат паперу 60×84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк. арк. \_\_\_\_\_. Обл.-вид. арк. \_\_\_\_\_.

Замовлення № \_\_\_\_\_. Тираж 100. Ціна \_\_\_\_\_.

---

Видавництво УкрДАЗТ, свідоцтво ДК №2874 від 12.06.2007 р.

Друкарня УкрДАЗТ,

61050, м. Харків-50, майдан Фейєрбаха, 7