

МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МОТОРНІ МАСЛА

Методичні матеріали і порядок виконання практичних завдань
при вивченні теми "Моторні масла для двигунів автомобілів"

Вінниця 2010

Романов О. М., Яцковський В. І., Розгонюк С. О. **Моторні масла:** Методичні матеріали і порядок виконання практичних завдань при вивченні теми "Моторні масла для двигунів автомобілів". – Вінниця: ВНАУ, 2010. – 68 с.

Наведено основні відомості щодо виробництва, класифікації моторних масел для сучасних автомобілів, стандартів, що визначають експлуатаційні показники масел, описано порядок визначення їх характеристик.

Рецензенти:

Гуцаленко О. В., к.т.н., доцент кафедри "Трактори, автомобілі та технічний сервіс машин" Вінницького державного аграрного університету

Розглянуто і затверджено
на засіданні методичної ради
(протокол № від 2010 р.)

ВСТУП

Основне призначення транспорту – своєчасне, якісне і повне задоволення потреб народного господарства і населення у перевезеннях.

Автомобільний транспорт є найбільш мобільним і універсальним засобом комунікації і посідає важливе місце в транспортному комплексі України. На його частку припадає понад 80% усіх вантажних і близько 80% пасажирських перевезень, приблизно 70% трудових ресурсів, понад 60% палив нафтового походження, значна частина капітальних вкладень і основних виробничих фондів, понад 65% усіх транспортних витрат.

Нині автомобільний парк країни поповнюється автотранспортними засобами нової конструкції, що використовують альтернативні види палива, вдосконалюється структура рухомого складу, збільшується кількість дизельного парку, зростає кількість транспортних засобів великої вантажності і пасажиромісткості.

На утримання автотранспортних засобів у технічно справному стані, що забезпечує ефективний процес, галузь має великі ресурсні витрати, особливо на паливо-мастильні матеріали.

Збільшення кількості автомобілів на дорогах країни веде до забруднення навколишнього середовища відпрацьованими газами, а зниження токсичності відпрацьованих газів значною мірою забезпечується справністю системи живлення і запалювання. Звернемо свою увагу на те, що довговічність конструкції двигунів в значній мірі визначається конструкцією системи мащення, а ресурс поверхонь тертя – експлуатаційними властивостями мастильних матеріалів, зокрема в системі мащення – моторних масел.

В запропонованій методичній розробці наводяться дані щодо класифікації сучасних моторних масел, описуються їх експлуатаційні властивості, наводяться дані щодо обладнання і методів практичного визначення цих властивостей.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Тема: *Моторні масла для автомобільних двигунів*

Мета: *Ознайомитись з номенклатурою моторних масел для сучасних автомобільних двигунів, їх класифікацією, показниками, що визначають експлуатаційні властивості, методами та засобами практичного визначення експлуатаційних показників моторних масел в умовах рядової експлуатації.*

ЗАГАЛЬНА КЛАСИФІКАЦІЯ МАСЕЛ ЗА ПРИЗНАЧЕННЯМ

У відповідності до ГОСТ 4.24 за основним призначенням масла поділяються на групи та підгрупи, вказані в таблиці 1.

Таблиця 1. **Загальна класифікація масел за призначенням у відповідності до ГОСТ 4.24**

Група	Підгрупа
Моторні	Універсальні
	Бензинові
	Дизельні
Турбінні	Газотурбінні
	Турбінні загального призначення
Трансмісійні	Для механічних передач
	Для гідромеханічних передач
	Для гідростатичних передач
Індустріальні	Індустріальні загального призначення
Масла різного призначення	Компресорні
	Циліндрові
	Ізоляційні

Відзначимо, що існуюча класифікація не відображає реально існуючих різновидів типів масел.

Склад масел

Масла зазвичай являють собою суміш базових масел з присадками різного функціонального призначення.

Базові масла

Базові масла в залежності від складу поділяють на три групи: нафтові, синтетичні та напівсинтетичні. В останні роки з'явилися також деякі нові типи базових масел.

Нафтові (мінеральні) базові масла отримують із залишку (мазуту), який утворюється після атмосферної перегонки нафти та видалення з неї бензинових і дизельних фракцій та послідувальною переробкою. Процеси виробництва та переробки базових масел можуть комбінуватися різними способами. Типова технологічна схема виробництва базових нафтових масел наведена на рис. 1.

Призначення основних операцій виробництва базових нафтових масел наступне:

- вакуумна перегонка дозволяє позбутися висококиплячих компонентів (гудрон) та розділити перероблюваний продукт на ряд фракцій (дистилятів), які мають різну температуру википання, а, значить, і різну молекулярну масу, склад і властивості (густина, в'язкість, температура спалаху та ін.);

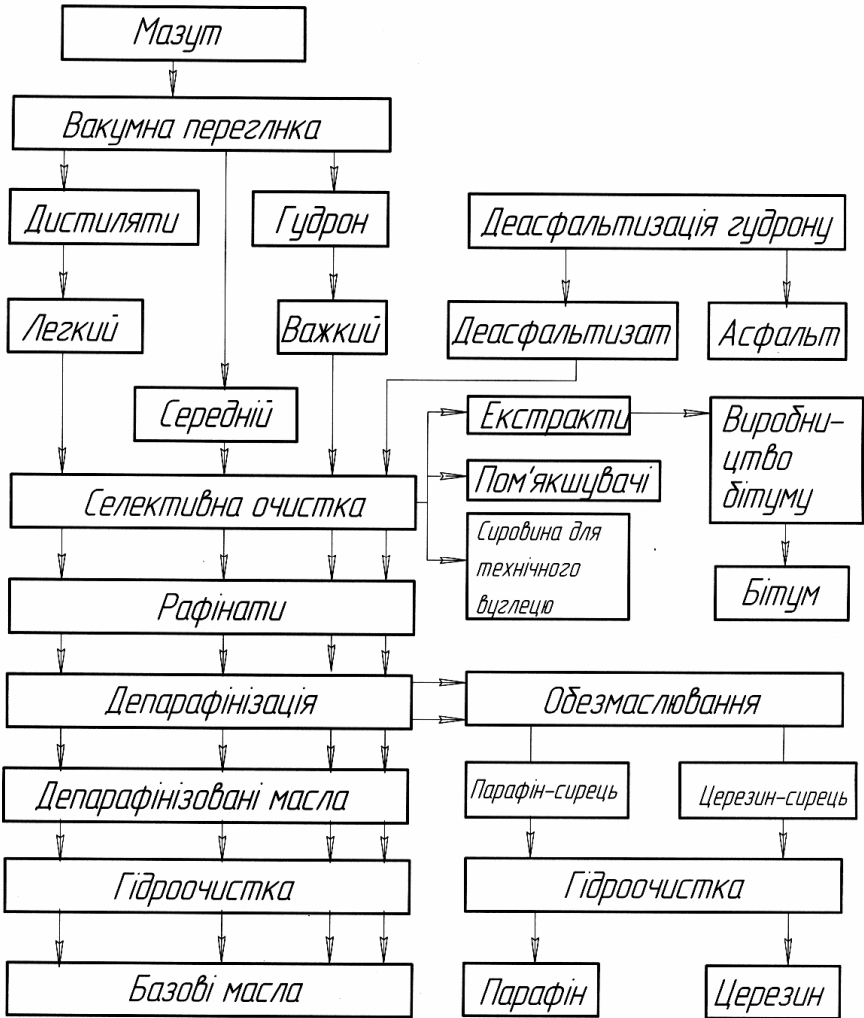
- очищення (селективне, сірчаноокислотне, гідроочищення та ін.) проводиться для видалення небажаних компонентів (сірчисті та кисневмісні з'єднання, неграничні вуглеводні та ін.), які в процесі роботи масла можуть чинити негативну дію. Вказані вище методи очищення в залежності від вибраної технологічної схеми можуть застосовуватись як самостійно, так і в поєднанні з іншими методами.

- деасфальтизація проводиться для видалення із високов'язкого залишку після вакуумної перегонки асфальтенів – високомолекулярних продуктів, які викликають підвищене нагаро- та лакоутворення при роботі масел. Очищена масляна фракція (деасфальтизат) використовується в якості компонента базових масел.

- депарафінізація призначена для видалення із дистилятів високоплавких парафінів, які підвищують температуру застигання масел.

Нафтові базові масла, отримані за традиційними схемами виробництва та очистки, являють собою складні суміші вуглеводнів (ізопарафінових, нафтені-парафінових, нафтені-ароматичних, ароматичних різного ступеня циклічності) з молекулярною масою 300-750, які містять в складі молекул 20-60 атомів водню, а також гетероорганічних сполук (які містять кисень, сірку, азот та деякі інші сполуки). Ці масла мають індекс в'язкості близько 90-100 одиниць.

Виробництво нафтових масел



Дистилятні базові масла отримують за схемою:

мазут -- вакуумна перегонка -- селективна очистка -- депарафінізація -- гідроочистка

Залишкові базові масла -- за схемою:

гудрон -- деасфальтизація -- селективна очистка -- депарафінізація -- гідроочистка

Рис. 1 – Виробництво мінеральних масел

Компаундовані нафтові базові масла отримують змішуванням дистилатних та залишкових компонентів. Змішування компонентів проводиться як для отримання заданої в'язкості, так і для досягнення необхідного вуглеводневого складу базових масел (табл. 2).

Таблиця 2. **Компоненти нафтових базових масел**

Бажані компоненти	Небажані компоненти
Ізопарафінові вуглеводні	Тверді парафінові вуглеводні
Нафтенопарафінові вуглеводні	Поліциклічні ароматичні вуглеводні
Моно- і біциклічні ароматичні вуглеводні з довгими боковими ланцюгами	Смолисті та асфальтосмолисті сполуки
	Неграничні вуглеводні
	Елементоорганічні сполуки

Синтетичні базові масла отримують шляхом цілеспрямованого синтезу органічних та елементоорганічних сполук, які за своїми властивостями мають перевагу над вуглеводневими нафтовими маслами. Ці масла являють собою суміші хімічних сполук однакової або різної структури. Найбільшого поширення набули синтетичні вуглеводні (поліолефіни, алкиловані ароматичні сполуки), поліефіри, складні ефіри органічних та неорганічних кислот, галогенопохідні вуглеводні, силоксани та ін. Синтетичні базові масла мають перевагу над нафтовими за низькотемпературними характеристиками, термічній стабільності та стійкості до окислення, але поступаються їм за вартістю.

Напівсинтетичні базові масла отримують, як правило, шляхом змішування синтетичних і нафтових базових компонентів, що дозволяє отримати продукти, які об'єднують в собі високі експлуатаційні характеристики масел, які кращі від нафтових і мають помірну вартість.

Нові типи базових масел

Масла гідрокрекінгу отримують за спеціальною технологією гідрообробки, при якій вуглеводні всіх груп та сполуки всіх класів під дією водню в присутності специфічних каталізаторів при підвищених температурах та тиску піддаються глибоким перетворенням.

Застосування гідрокрекінгу дозволяє забезпечити необхідну якість масел не за рахунок видалення небажаних компонентів, як це прийнято в традиційних процесах, а за рахунок хімічного перетворення небажаних компонентів в бажані. Використовують їх в чистому вигляді або в суміші з іншими типами базових масел. За своїми експлуатаційними характеристиками базові масла, отримані з використанням продуктів гідрокрекінгу, не поступаються традиційним синтетичним та напівсинтетичним маслам, але мають більш низьку ціну.

Біологічно швидкокорозкладувані масла отримують із похідних рослинних масел (найчастіше з рапсового масла). Доцільність їх використання обумовлена постійним зростанням екологічних вимог.

Класифікація базових масел

Загальноприйняті стандарти на базові масла відсутні. Численні фахівці вважають, що у зв'язку з багаточисельністю, а в окремих випадках через протиріччя вимог, які ставляться до базових масел для масел різного призначення, єдиних вимог до якості базових масел, придатних для виробництва всього асортименту товарних масел, не може бути сформульовано. Американський інститут нафти (API) класифікує базові масла для **моторних масел** за трьома показниками – індексом в'язкості, вмістом сірки та масовою часткою нафтенно-парафінових вуглеводнів (табл. 3).

Таблиця 3. Класифікація базових масел за API

Група	Вміст парафіно-нафтових вуглеводнів, % мас.	Вміст сірки, % мас.	Індекс в'язкості	Тип базового масла
I	<90	>0,03	80-120	Масла селективного очищення
II	≥90	≥0,03	80-120	Масла гідроочищення
III	≥90	≥0,03	≥120	Високоіндексні масла
IV	–	–	–	Поліальфалефінові масла
V	–	–	–	Інші базові масла, що не ввійшли до груп I, II, III та IV

В країнах СНД в якості компонентів базових масел використовують спеціальні нафтові масляні фракції, індустріальні та трансмісійні масла загального призначення без присадок. Деякі НПЗ виробляють компоненти базових масел для власних потреб за стандартами підприємств.

Класифікація базових масел за в'язкістю

В США використовується класифікація базових масел в залежності від їх в'язкості, яку визначають в універсальних секундах Сейболта. Масла селективної очистки (Neutral (N) – нейтральні) класів 100N, 150N, 200N, 300N, 400N, 500N, 600N та 700N регламентуються за в'язкістю при 100°F, а масла залишкові (Brightstock (Brt) – брайтсток) класів 135Brt та 150Brt – за в'язкістю при 210°F.

Присадки до масел

Нині присадки складають до 25% об'єму масел. Очікується, що після 2005 року їх вміст в деяких видах масел перевищить 35%. При цьому, наприклад, постане реальним питання створення моторних масел, які не потрібно замінювати протягом всього терміну експлуатації двигуна. Характеристика основних типів присадок наводиться в таблиці 4.

Таблиця 4. Основні типи присадок до масел

Тип присадки	Функціональне призначення
1	2
Антикорозійні	Запобігання корозії деталей, виготовлених із сплавів кольорових металів.
Антиокислюючі	Гальмування ланцюгових процесів окислення масел
Антипінні	Зниження піноутворення при роботі у вузлі тертя
Антиіржавійні	Запобігання корозії (ржавіння) деталей, виготовлених зі сталі та чавуну
Антифрикційні	Зниження втрат на тертя у вузлах механізмів та машин
В'язкісні (загущуючі)	Покращення в'язкісно-температурних характеристик масел
Депресорні	Зниження температури застигання масел та забезпечення їх текучості при низьких температурах

1	2
Диспергуючі	Запобігання нагромадження, коагуляції, відкладання продуктів окислення та ущільнення масел
Миючі	Нейтралізація кислих продуктів окислення, солюбілізації первинних і вторинних продуктів окислення
Припрацьовувальні	Прискорення процесів приробітку пар тертя
Протизадирні	Зниження інтенсивності поверхневого руйнування при пошкодженні металів схоплюванням (задир)
Протизносні	Розширення діапазону умов нормального тертя, зниження інтенсивності зношування
Протискачкові	Запобігання стрибкоподібного руху направляючих ковзання

До початку 30-х років у вузлах та агрегатах машин та механізмів використовувались масла без присадок. При цьому, наприклад, пробіг моторних масел складав близько 800 км, а через кожні 1600 км двигун потрібно було розбирати для очищення деталей від нагару, шламів та інших забруднень. Бурхливий розвиток машинобудування та поставка більш жорстких вимог до якості масел призвели до не менш стрімкого розвитку робіт зі створення та застосування в маслах присадок різного функціонального призначення

Розпочаті в період між першою та другою світовими війнами роботи з розробки та дослідження присадок із зростаючою інтенсивністю продовжились в наступні роки. Пошук ефективних присадок до масел здійснюється і в наш час.

Необхідно відмітити, що далеко не всяка хімічна сполука, яка має відповідні властивості, може бути використаною в якості присадки до масел. Присадки у ввідній концентрації повинні володіти розчинністю або здатністю до утворення стійких систем в маслах у всьому діапазоні робочих температур транспортування, зберігання та експлуатації, не відкладатися на фільтрах, не вимиватися водою, забезпечувати надійну стабілізацію масел проти окислення, не погіршувати інших експлуатаційних властивостей масел, запобігати руйнуванню металічних, гумових та полімерних деталей, забезпечувати стабільність властивостей масел протягом гарантійного строку зберігання, бути сумісними з іншими присадками, які вводяться в масла, і, нарешті, вироблятися доступними процесами хімічної технології із доступної сировини, забезпечуючи економічну ефективність

масел в процесі експлуатації. Все це накладає серйозні обмеження при виборі сполук, які використовуються в якості присадок до масел. Саме тому серед багатьох десятків тисяч досліджених сполук в якості присадок використовується досить обмежена кількість продуктів.

Пакети присадок

Сучасні пакети присадок являють собою збалансовані суміші присадок різного функціонального призначення і можуть містити до 15 компонентів.

Використання таких пакетів при виробництві масел дозволяє спростити дозування компонентів, дає можливість скоротити число технологічних операцій, створює сприятливі умови для автоматизації виробництва та забезпечення стабільної якості товарної продукції з мінімальними затратами. Нині біля 70% присадок, що випускаються іноземними фірмами, реалізуються у формі пакетів.

За останні роки цей принцип створення композицій мастил отримав подальший розвиток за рахунок так званих **каскадних пакетів присадок**. Реалізація принципів каскадності передбачає використання в композиціях **базового** пакета присадок, який містить певний набір присадок в оптимальному співвідношенні, та ряду підсилюючих присадок – **бустерів**. Їх використання у певних концентраціях в базових маслах дозволяє отримати композиції масел із заданим рівнем властивостей.

Технологія виробництва масел

Процес виробництва масел складається з ряду послідовних технологічних операцій, пов'язаних з отриманням **базових масел** і наступного їх змішування (компаундування) з **присадками** різного функціонального призначення.

Змішування проводять на установках **періодичного** або **неперервного** компаундування. Ця операція зазвичай проводиться при температурах 50-60°C, при яких не відбувається термічне розкладання і недопустиме окислення базових масел та присадок. Більш високі температури використовуються тільки при введенні в композицію масел присадок, які мають низьку розчинність. Сучасні установки для виробництва масел мають високу ступінь механізації та автоматизації виробничого процесу.

В якості прикладу на рис. 2 наведена схема періодичного змішування при виробництві масел. До установки входять ємкості для двох компонентів базового масла і чотирьох присадок, дозуючий пристрій, два змішувача з підігрівом і ємкості для готової продукції. Змішування присадки із ємкості 1, яка має понижено розчинність в маслах, з одним із компонентів базового масла проводиться у змішувачі 1. Потім суміш, отримана в змішувачі 1, й інші компоненти масла, що подається в дозованих кількостях, направляються в змішувач 2, де відбувається їх повне змішування. Готова продукція виливається в спеціальну ємкість.

Установки безперервного компаундування (в потоці) використовують при виробництві великої кількості продукції.

Загальні вимоги до якості масел

Для забезпечення нормальної експлуатації агрегатів і вузлів машин і механізмів масла повинні відповідати комплексу вимог, виходячи з їхнього призначення, збережуваності, ергономічності та безпеки. Оцінка відповідності масел пропонуваним вимогам здійснюється при їхніх випробуваннях та, у тому числі, *за показниками:*

- *властивості змащування*, для забезпечення роботи агрегатів і вузлів тертя в режимі тертя зі змащенням, зниження втрат на зовнішнє тертя, мінімального зношування деталей і відсутності явищ пошкоджуваності поверхонь;

- *фізико-хімічних властивостей* для забезпечення мінімальних втрат на перемішування (внутрішнє тертя) масел у змащувальних системах у широкому температурному діапазоні умов експлуатації вузлів тертя;

- *корозійної і захисної властивості* масел для забезпечення захисту поверхонь деталей вузлів і агрегатів від корозійних ушкоджень;

- *схильності до відкладень* для запобігання утворенню на поверхнях деталей низькотемпературних і високотемпературних відкладень (осад, лак, нагар);

- *прокачуваності* для забезпечення безперебійної подачі масел до спряжень із тертям;

- *випаровуваності* для забезпечення оптимального фракційного складу і мінімальних втрат масел від випаровування;

- *сумісності* для забезпечення відсутності шкідливого впливу на полімерні і гумові деталі, а також можливості змішування з маслами інших марок при експлуатації;

- *токсичності* для забезпечення мінімального впливу масел на людину і навколишнє середовище.

Виробництво масел

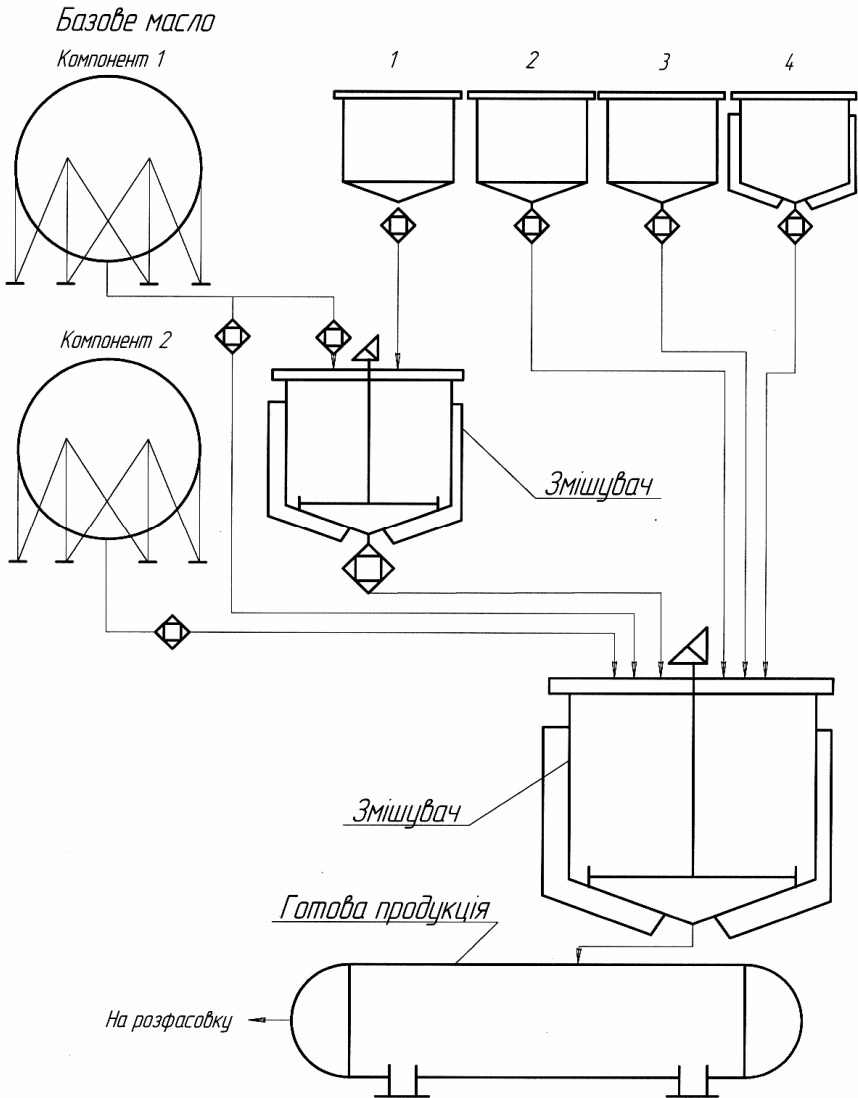


Рис. 2 – Виробництво масел

Номенклатура показників якості масел, їхні нормовані значення і методи визначення регламентуються стандартами (*міжнародними, міждержавними, регіональними, національними та ін.*) й іншими нормативними документами. Розробка цих документів проводиться за участю міжнародних, регіональних і національних органів зі стандартизації, метрології і сертифікації, а також науково-технічних товариств і асоціацій.

Методи випробування масел

Методи випробування масел поділяють на **лабораторні, стендові й експлуатаційні**.

При лабораторних випробуваннях оцінюються фізико-хімічні показники масел з використанням спеціальних приладів і установок. При створенні мастильних матеріалів використання лабораторних методів дозволяє в короткий термін оцінити вплив складу композицій базових масел і присадок на основні фізико-хімічні характеристики розроблювального продукту і, на базі накопиченого досвіду прогнозувати їхню поведінку в умовах експлуатації. За результатами лабораторних випробувань вирішується питання доцільності проведення інших видів випробувань. При виробництві масел використання лабораторних методів дозволяє судити про ідентичність кожної з випущених партій зразкам, що пройшли всебічні випробування. Дані про основні фізико-хімічні показники, що використовуються при оцінці якості мастил лабораторними методами, наведені в табл. 5. Дані про наближену відповідність лабораторних методів оцінки фізико-хімічних характеристик відповідно до стандартів ГОСТ, ГОСТ Р, ASTM, EN, DIN, IP, SEC і ISO наведені в табл. 6.

Стендові випробування масел проводяться на установках, що моделюють умови роботи реального вузла чи агрегата. У деяких випадках для одержання більш достовірних результатів випробування використовуються стенди із застосуванням вузлів і агрегатів реальних машин і механізмів.

Експлуатаційні випробування проводяться на реальних машинах і механізмах. Основна відмінність цих випробувань від звичайної експлуатації полягає в тому, що робота вузлів і агрегатів (витрата запчастин, число ремонтів, витрата масла), у які залите досліджуване масло, знаходяться під особливим контролем. У таких випробуваннях можуть брати участь від декількох десятків до кількох сотень одиниць техніки, а термін випробувань сягати декількох років.

Таблиця 5 – Основні фізико-хімічні показники якості масел

Показник	Сутність показника	Зв'язок з експлуатаційними показниками масел
1	2	3
В'язкість	<p>Показник, що вказує на властивість рідини чинити опір переміщенню, обумовлений внутрішніми молекулярними взаємодіями в рухомому середовищі.</p> <p><i>Динамічна в'язкість (η)</i> – величина опору рідини протіканню. Визначається на ротаційних віскозиметрах чи розраховується як добуток кінематичної в'язкості (ν) рідини і її щільності (ρ) при тій же температурі. Виражається в <i>паскаль-секундах</i> (Па·с) чи <i>пуазах</i> (П); $1\text{П}=0,1\text{Па}\cdot\text{с}$.</p> <p><i>Кінематична в'язкість (ν)</i> – величина опору рідини протіканню під впливом гравітаційних сил. Визначення проводиться капілярними віскозиметрами. Виражається в $\text{мм}^2/\text{с}$ чи <i>сантиметрах</i> (сСт); $1\text{сСт}=1\text{мм}^2/\text{с}=1\cdot 10^{-6}\text{м}^2/\text{с}$.</p>	<p>Найважливіший показник, що визначає пускові й експлуатаційні характеристики машин і механізмів. У вузлах тертя масло повинно мати досить низьку в'язкість для того, щоб забезпечити мінімальні втрати енергії на перемішування і подолання внутрішнього тертя, безперешкодне протікання масла насосом по системі мащення (особливо при низьких температурах). У той же час, вони повинні мати досить високу в'язкість для того, щоб забезпечити режим тертя зі змащенням, що гарантує реалізацію нормального зношування і відсутність пошкодження поверхонь тертя, а також низький рівень витікання через ущільнення (особливо при підвищених температурах). В'язкість залежить від складу масла, а також температури, тиску, швидкості зрушення і часу роботи масла у вузлі тертя.</p>

Продовження таблиці

1	2	3
В'язкість	<p>Умовна в'язкість (ВУ) – відношення часу витікання певної кількості досліджуваної рідини при заданій температурі з віскозиметра типу Енглера до тривалості витікання дистильованої води. Виражається в <i>умовних одиницях</i> (ВУ).</p>	<p>У зв'язку зі зростаючим використанням складі мастил протизносних, протизадирних, антифрикційних, загущаючих та ін. присадок значення в'язкості (обумовленої класичними методами), як основного показника, що характеризує режим змащування вузлів тертя, поступово зменшується. Тому останнім часом для оцінки динамічної в'язкості все більше застосовують специфічні показники <i>холодного пуску (Cold Cranking), перекачуваності при низьких температурах (Pumping) і динамічної в'язкості при високій температурі і високій швидкості зрушення (HTHS), що визначаються на спеціальних установках.</i></p>
Зольність	<p>Показник, що вказує наявність золотворюючих компонентів (переважно металовмісних присадок) і домішок у складі масел, що не працювали. Виражається в % мас.</p>	<p>Основним джерелом утворення золи є металовмісні присадки, тому показники "зольність" і "сульфатна зольність" найчастіше використовуються для оцінки їхньої присутності в товарних маслах.</p>

Продовження таблиці

1	2	3
Зольність сульфатна	Показник, що вказує вміст металовмісних присадок (у т.ч. тих, що містять барій, кальцій, магній, цинк, калій, натрій, олово), а також елементарну сірку, фосфор, хлор у складі масел, що не працювали. Виражається в % мас.	Разом з тим, під дією температури у вузлах тертя може відбуватися утворення золи (як правило, сульфати металів), здатної утворювати на деталях відкладення, що може привести до істотного зниження зносостійкості вузлів тертя і зниженню інших експлуатаційних характеристик машин і механізмів. Тому в деяких типах масел регламентуються граничні значення цього показника.
Індекс в'язкості	Відносна безрозмірна величина, що характеризує ступінь зміни в'язкості в залежності від температури. Розраховується або визначається за таблицями і номограмами в залежності від значень кінематичної в'язкості при 40 і 100°С.	За індексом в'язкості (ІВ) масла поділяють на <i>низькоіндексні</i> (ІВ < 80), <i>середньоіндексні</i> (ІВ = 80-90), <i>високоіндексні</i> (ІВ = 90-100 і вище). Чим вище індекс в'язкості, тим краща якість масла, тим менше в'язкість залежить від зміни температури. Більшість нафтових (мінеральних) базових масел мають індекс в'язкості від 0 до 100, а загущені всесезонні масла – понад 100.

Продовження таблиці

1	2	3
Випаровуваність	Показник, що показує втрати від випаровування при роботі масел. Виражається в %.	Залежить від фракційного складу базових масел. Чим нижча випаровуваність, тим менші втрати, ступінь загушення і схильність до утворення відкладень при експлуатації масел.
Кислотне число	Показник корозійної і захисної здатності масел, що вказує кількість мг КОН, що витрачається на нейтралізацію всіх кислих компонентів, що містяться в 1 г досліджуваного масла. Виражається в мг КОН/г.	Деталі, виготовлені зі сталей і сплавів кольорових металів при хімічній взаємодії з кислими продуктами піддаються корозії. У процесі зберігання й експлуатації в результаті окислювання кислотне число зростає, а корозійна агресивність масел збільшується.
Коксівність	Показник, що вказує на схильність масла до коксування. Виражається в %.	Показник використовується, головним чином, для контролю ступеня очищення масел.
Масова частка активних елементів	Показник, що вказує вміст в маслах присадок.	Застосовується для контролю якості масел при виробництві і збереженні масла, а також для оцінки ступеня спрацювання присадок у процесі експлуатації. Останнім часом використовується також для оцінки можливості використання масла у двигунах, оснащених каталітичними нейтралізаторами відпрацьованих газів.

Продовження таблиці

3	2	1
<p>При попаданні води в масло утворюються низькотемпературні відкладення, що ускладнюють фільтрацію масла, що погіршує подачу масла до поверхонь тертя і порушує нормальну роботу вузлів тертя. При низьких температурах кристалі льоду, що утворюються, ускладнюють прокачування масла системою мащення в момент пуску й у початковий період роботи вузлів і агрегатів автомобіля чи трактора. Наявність води може викликати підвищення корозійності масла.</p>	<p>Показник, що вказує вміст в маслі домішаної води</p>	<p>Масова частка води</p>
<p>Сторонні частки (пил, пісок і т.п.) можуть потрапити в масло при виробництві, транспортування і/чи зберіганні. При експлуатації можливе забруднення масел нерозчинними смолисто-вуглеводневими речовинами, продуктами зносу та ін. Нагромадження механічних домішок приводить до забивання фільтрів, масляних каналів, підвищенню швидкості окислювання масла, посиленню абразивного зношування.</p>	<p>Показник, що вказує на забруднення масла сторонніми частками, що знаходяться у зваженому стані.</p>	<p>Масова частка механічних домішок</p>

Продовження таблиці

1	2	3
Корозійність	Показник, що вказує ступінь корозійної агресивності масла.	Залежить від складу базових масел і типу присадок. В процесі старіння корозійність масла зростає.
Механічна стабільність	Здатність всесезонного (загущеного) масла протистояти процесам механічної деструкції в'язкісних полімерних присадок. Виражається в $\text{мм}^2/\text{с}$ чи %.	Зменшення в'язкості в результаті деструкції (руйнування) молекул полімеру може привести до зміни режиму мащення, проявів процесів пошкодження поверхонь тертя, а також збільшенню витoku масла із системи мащення.
Міючі властивості	Показник, що вказує рівень миючих властивостей моторних масел із присадками. Виражається в балах від 0 до 6.	Чим вищі миючо-диспергуючі властивості масел, тим більше нерозчинних продуктів окислювання масел і неповного згоряння палива може утримуватися в
Міючий потенціал	Показник, що характеризує властивість миючої присадки забезпечувати високу дисперсність часток, що з'явилися в маслі в результаті його окислення чи забруднення сажистими продуктами.	працюючому маслі, тим менше лакоподібних відкладень і нагарів утворюється на гарячих деталях, тим вищою може бути допустима робоча температура (ступінь форсування) двигуна.

Продовження таблиці

1	2	3
Щільність	Фізична константа, маса одиниці об'єму. Виражається в кг/м^3 , г/см^3 .	Залежить від фракційного складу базових масел. Використовується для контролю якості при виробництві і збереженні масел. Застосовується також для переведення об'ємних одиниць у масові при продажу масла споживачу.
Схильність масла до піноутворення	Показник прокачуваності масел.	Піноутворення викликає порушення нормальної роботи систем мащення агрегатів, вузлів машин і механізмів. Залежить від властивостей масел і експлуатаційних характеристик систем мащення.
Сумісність з гумовими ущільненнями	Показник, який демонструє наявність взаємодії масла з гумою чи гумовими виробами.	Взаємодія масла з матеріалами ущільнень може привести до зміни форми, розмірів, міцності і пластичності ущільнень і виходу їх з ладу.
Стабільність за індукційним періодом осадоутворення	Показник схильності моторних масел до відкладень, що вказує максимальний час окислювання, протягом якого в умовах випробувань масова частка осаду, що утворюється, в окисленому маслі не перевищує 0,5%.	При тривалій роботі масла в двигуні відбувається поступове виснаження антиокисних присадок. Це приводить до збільшення швидкості окислювання масла і нагромадження в ньому нерозчинних продуктів окислювання (осадів).

Продовження таблиці

1	2	3
<p>Ступінь чистоти</p>	<p>Показник, що вказує ступінь чистоти масел і присадок. Виражається в мг на 100 г масла чи присадки.</p>	<p>Показник використовується для контролю рівня очищення масел і якості присадок, що вводяться в масла для підвищення їхніх експлуатаційних властивостей.</p>
<p>Температура спалаху</p>	<p>Показник, що вказує мінімальну температуру, при якій пари продукту, що нагрівається в умовах, встановлених стандартом, утворять з навколишнім повітрям суміш, що спалахає при піднесенні до неї полум'я. Виражається в °С.</p>	<p>Залежить від фракційного складу масел і характеризує наявність в них легкокиплячих фракцій. Побічно пов'язаний з показниками випаровуваності масел. Використовується для контролю якості при виробництві і збереженні масел. Характеризує також пожежонебезпечу масел.</p>
<p>Температура застигання</p>	<p>Показник, що вказує температуру, при якій нафтопродукт втрачає рухливість. Виражається в °С.</p>	<p>При зниженні температури в об'ємі масла може відбуватися кристалізація парафінів, що приводить до значного підвищення в'язкості.</p>
<p>Колір по ЦНТ</p>	<p>Показник, який вказує колір нафтопродукту, за шкалою по-рівнянь. Виражається в умовних одиницях від 0,5 до 8.</p>	<p>Характеризує глибину і якість очищення базових масел. Застосовується також як товарний показник при виробництві і збереженні масел.</p>

Продовження таблиці

1	2	3
Термо-окислювальна стабільність	Показник, що служить для умовної оцінки схильності масел до утворення лакових відкладень на деталях і ефективності присадок, що зменшують лакоутворення.	У процесі роботи масел при підвищених температурах у взаємодії з каталітично дією металів і активним впливом кисню повітря відбувається окислювання масел з утворенням нерозчинних речовин і осадженням їх на нагрітих деталях. При цьому погіршуються експлуатаційні характеристики масел: підвищується в'язкість, кислотне число, корозійність, погіршуються протизадирні властивості.
Трибологічні властивості	Комплекс показників, що характеризують протизносні, протизадирні та антифрикційні властивості масел.	Характеризують присутність і ефективність в маслах протизносних, протизадирних та антифрикційних присадок. Використовуються для оцінки якості масел при їх виробництві і зберіганні.
Лужне число	Показник схильності масел до відкладень, що вказує кількість лугу, виражену в мг КОН еквівалентного вмісту всіх лужних компонентів у 1 г досліджуваного масла. Виражається мг КОН/г.	Зі збільшенням лужного числа підвищується здатність масла нейтралізовувати корозійно-агресивні кислі продукти, які утворюються при його окисленні. Разом з тим, надлишкова лужність, яка не пішла на нейтралізацію кислих продуктів, впливає на протизносні та протизадирні властивості масел.

Таблиця 6 – Стандартні методи оцінки фізико-хімічних властивостей масел

Показник	Стандарти					
	ГОСТ 10585-75	ASTM	DIN	IP	ISO	
1	2	3	4	5	6	
В'язкість:						
кінематична	+	+	+	+	+	
динамічна	+	+	+		+	
динамічна (імітація холодного пуску)		+				
динамічна (прокачуваність)		+				
динамічна (НТ/НС)		+	+	+		
умовна	+	+				
Зольність	+	+	+	+	+	
Індекс в'язкості	+	+	+	+	+	
Індекс телеутворення		+				
Випаровуваність по Ноаку			+			
Кислотне число	+	+	+	+	+	
Коксовність:	+					
• за Кондрадсоном		+	+	+	+	
• за Ремсботтому		+		+	+	

Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6
Корозійність на сталевих і мідних пластинках	+	+	+	+	+
Масова частка активних елементів:					
• сірка	+	+			
• цинк	+	+			
• кальцій	+	+	+		
• барій	+	+	+		
• фосфор	+	+	+		
Масова частка води за Діном-Старком	+	+	+	+	+
Масова частка механічних домішок					
Механічна стабільність на інжекторі Боша		+	+	+	
М'ячі властивості по ПАР	+				
Піноутворення		+	+	+	
Щільність	+	+		+	

Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6
Змащуючі властивості: сумісність з матеріалами ущільнень		+	+	+	+
стабільність за ІПО сульфатна зольність	+				
Температура спалаху: у відкритому тиглі (за Клівлендом) у закритому тиглі (за Мартенс-Пенски) у закритому тиглі (за Абель-Пенски)	+	+	+	+	+
Температура застигання	+	+	+	+	+
Колір	+				+
Лужне число	+				

Примітка:

ГОСТ – Державний загальносоюзний стандарт СРСР (на даний час в країнах СНД має статус міжнародного)

ASTM – Американська спілка з випробування матеріалів

DIN – Німецькі промислові стандарти

IP – Британський інститут нафти

ISO – Міжнародна організація зі стандартизації

Контрольні запитання

1. На які групи за призначенням поділяються масла згідно ГОСТ 4.24?
2. З яких компонентів складаються сучасні масла?
3. Які види базових масел Вам відомі?
4. Назвіть основні операції виробництва базових нафтових масел.
5. Яким чином отримують компаундовані нафтові базові масла?
6. Назвіть порядок отримання синтетичних базових масел.
7. Як отримують напівсинтетичні базові масла?
8. Як отримують і де застосовують масла гідрокрекінгу і біологічно швидкокорозкладувані масла?
9. Вкажіть де використовується класифікація масел за в'язкістю і за яких умов визначають в'язкість таких масел.
10. Що таке присадки до базових масел?
11. Назвіть основні види присадок, вкажіть їх призначення.
12. Чим, на Вашу думку, пояснюється все ширше застосування пакетів присадок?
13. Назвіть основні етапи виробництва масел.
14. Перерахуйте загальні вимоги до якості масел. Які властивості масел регламентують ці вимоги?
15. Назвіть методи випробування масел. Чому, на Вашу думку, вчені застосовують різні методи випробування масел?
16. Назвіть основні фізико-хімічні показники якості масел. Які основні властивості масел характеризує кожен з цих показників?
17. Розгляньте показники таблиці 6. Як Ви вважаєте, чому різні стандарти оцінюють не всі фізико-хімічні властивості масел, а лише деякі з них?

МОТОРНІ МАСЛА

Склад моторних масел

Для одержання збалансованих композицій, що відповідають комплексу вимог, базові масла у певних пропорціях змішують з антиокисними, миючо-диспергуючими, протизносно-протизадирними, антикорозійними, депресорними, в'язкісними, антипінними та іншими присадками. Часто використовують багатофункціональні присадки і пакети присадок.

Як приклад у табл. 7 наведені склади моторних масел – «вазівського» М-6₃/12Г₁ і «камазівського» М-10Г₂ (к), які набули широкого застосування у вітчизняній техніці.

В маслі М-6₃/12Г₁ використовують суміш миючих присадок МАСК і ПМС'Я чи аналогічні останній за призначенням присадки ПМС'А чи С-150, а також багатофункціональну (антиокисну, протизносно, протизадирну, антикорозійну) присадку ДФ-11, малозольну диспергуючу присадку С-5А чи аналогічну їй за призначенням присадку А-9250, депресорну присадку ПМА «Д» і антипінну ПМС-200А.

Близький до «вазівського» набір присадок застосовується й у «камазівському» маслі М-10Г₂ (к). Відмінність полягає у відсутності диспергуючої присадки й іншому відсотковому співвідношенні присадок, що вводяться.

Відзначимо, що наведені в табл. 7 рецептури моторних масел відносяться до кінця 80-х років, коли склади масел проходили кваліфікаційні випробування і допуск до застосування в Державній Міжвідомчій комісії при Держстандарті СРСР. Останнім часом, у зв'язку з розвитком ринкових відносин і зняттям з виробництва деяких типів базових масел і присадок, рецептури цих масел, що випускаються окремими підприємствами, можуть відрізнятись від наведених вище.

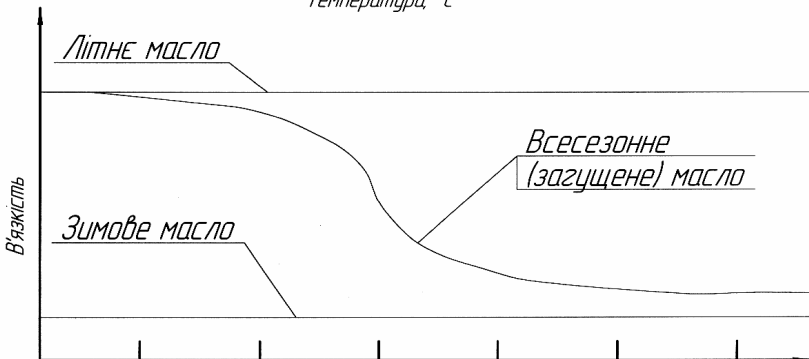
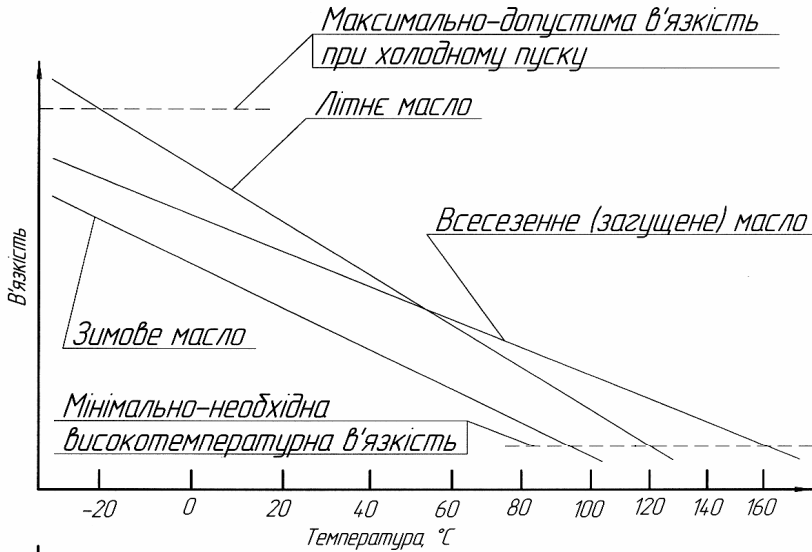
Таблиця 7 – Компонентний склад моторних масел

Марка масла	М-6з/12Г ₁		М-10Г ₂ (к)	
	Склад	%	Склад	%
Базове масло	АСВ-10 (суміш дистилтного і залишкового масел фенольного очищення з парафіністих сірчистих нафт)	78 - 80	М-11 (суміш дистилтного і залишкового (не менше 30%) масла фенольного очищення із сірчистих нафт)	91 -92
Присадки	МАСК	5,2	МАСК	3,8
	ПМС'Я чи ПМС'А чи С-150	6,8	ПМС'А чи С-150	3,2 1,8
		3,0		
	ДФ-11	1,8	ДФ-11	1,4
		2,2		
С-5А чи А-9250	3,2			
ПМА "Д"	До 5,5	ПМА "Д"	До 1,0	
ПМС-200А	0,003	ПМС-200А	0,003	

Класифікація моторних масел за в'язкістю

В основі сучасних класифікацій моторних масел за в'язкістю лежить їх розподіл на *літні*, *зимові* і *всесезонні*.

Сезонні і всесезонні масла



Градієнт швидкості зрушення, с

Рис. 3 – Сезонні й всесезонні масла

Як приклад на рис. 3 показані принципи залежності в'язкості від температури і градієнта швидкості зрушення для зимового, літнього і загущеного депресорною присадкою всесезонного масел.

Зимове масло, має гарні низькотемпературні властивості, забезпечуючи в'язкість нижче максимально-допустимих значень, при яких ще можливий запуск від стартера. Однак у літніх умовах, коли масло в картері нагрівається до температур 90-100°C і вище, його в'язкість стає нижчою мінімально-необхідних значень, що забезпечують нормальні умови тертя і зношування. Навпаки, літнє масло, забезпечуючи надійне змащування при високих температурах, має занадто високу в'язкість при низьких температурах, що перевищують максимально-допустимі значення.

Загущені масла мають більш полого вязкісно-температурну характеристику. Всесезонне масло за низькотемпературними властивостями наближається до зимового масла, а при високих температурах – до літнього. Це означає, що це масло здатне забезпечити роботу в усьому діапазоні умов роботи двигуна – від холодного пуску взимку до надійного змащування влітку.

Класифікація моторних масел за в'язкістю відповідно до ГОСТ 17479.1

Відповідно до ГОСТ 17479.1 (Зі змінами № 1-3) залежно від величини кінематичної в'язкості при 100°C моторні масла поділяються на 22 класи: **чотири зимових (3₃ – 6₃), вісім літніх (6 – 24) і десять всесезонних (3₃/8 – 6₃/16)** (табл. 8). Дробові класи вказують, що за в'язкістю при температурі мінус 18°C масло відповідає класу, зазначеному в чисельнику, а за в'язкістю при 100°C – класу, зазначеному в знаменнику.

Класифікація моторних масел за в'язкістю відповідно до SAE J 300

Відповідно до SAE J 300 (табл. 9) моторні масла поділяються на 11 класів в'язкості: **шість зимових (0W-25W) і вісім літніх (20-60)**. Для всесезонних моторних масел прийняте подвійне номерне позначення (наприклад, 5W-30, 15W-40, 20W-50 і т.п.), причому перша цифра позначає відповідність зимовому класу в'язкості по низькотемпературних властивостях, а друга – відповідність літньому класу по високотемпературним.

**Таблиця 8 – Класифікація моторних масел за в'язкістю
у відповідності до ГОСТ 17479.1**

Клас в'язкості	Кінематична в'язкість, мм ² /с, при температурі	
	100 °С	-18 °С, не більше
3 ₃	≥3,8	1250
4 ₃	≥4,1	2600
5 ₃	≥5,6	6000
6 ₃	≥5,6	10400
6	Понад 5,6 до 7,0 включно	-
8	Понад 7,0 до 9,3 включно	-
10	Понад 9,3 до 11,5 включно	-
12	Понад 11,5 до 12,5 включно	-
14	Понад 12,5 до 14,5 включно	-
16	Понад 14,5 до 16,6 включно	-
20	Понад 16,3 до 21,9 включно	-
24	Понад 21,9 до 26,3 включно	-
3 ₃ /8	Понад 7,0 до 9,3 включно	1250
4 ₃ /6	Понад 5,6 до 7,0 включно	2600
4 ₃ /8	Понад 7,0 до 9,3 включно	2600
4 ₃ /10	Понад 9,3 до 11,5 включно	2600
5 ₃ /10	Понад 9,3 до 11,5 включно	6000
5 ₃ /12	Понад 11,5 до 12,5 включно	6000
5 ₃ /14	Понад 12,5 до 14,5 включно	6000
6 ₃ /10	Понад 9,3 до 11,5 включно	10400
6 ₃ /14	Понад 12,5 до 14,5 включно	10400
6 ₃ /16	Понад 14,5 до 16,3 включно	10400

Таблиця 9 – Класифікація моторних масел за в'язкістю у відповідності до SAE J 300

Клас в'язкості	Низькотемпературні характеристики		Високотемпературні характеристики	
	Динамічна в'язкість при температурі °С, сП, не більше	Імітація холодного пуску CCS	Кінематична в'язкість при 100°С по ASTM D 445, сСТ	Динамічна в'язкість при високій температурі (150°С) і високій швидкості зрушення (D = 10 ⁶ с ⁻¹) по ASTM D 4683, не менше
OW	3250 при -30	Прокачуваність на MRV по ASTMD 4684	Не менше	Не більше
5W	3500 при -25	60000 при -40	3,8	-
10W	3500 при -20	60000 при -35	3,8	-
15W	3500 при -15	60000 при -30	4,1	-
20W	4500 при -10	60000 при -25	5,6	-
25W	6000 при -5	60000 при -20	5,6	-
20	-	60000 при -15	9,3	-
30	-	-	5,6	< 9,3
40	-	-	9,3	< 12,5
40	-	-	12,5	< 16,3
50	-	-	12,5	< 16,3
			16,3	< 21,9
				2,6
				2,9
				2,9 (0W-40, 5W-40, 10W-40)
				3,7 (15W-40, 20W-40)
				3,7

Кожен клас зимового чи всесезонного масла характеризується двома значеннями динамічної в'язкості при низьких температурах, які відрізняються на 5°C. Перше, одержуване на *імітаторі холодного пуску* (віскозиметр CCS) характеризує граничну температуру масла, при якій можливе провертання двигуна стартером. Друге, одержуване на установці, що імітує *прокачуваність масел* (міні-ротаційний віскозиметр MRV) – граничну температуру, при якій масляний насос буде перекачувати масло під тиском у процесі холодного пуску. Гранична температура прокачуваності повинна бути обов'язково нижча, щоб при холодному пуску уникнути «масляного голодування» у вузлах тертя двигунів, що змащуються під тиском. Для кожного класу літнього і всесезонного масла регламентуються межі кінематичної в'язкості при 100°C і мінімальні значення *динамічної в'язкості (HT/HS) при високій температурі і високому градієнті швидкості зрушення*.

Відповідність класів в'язкості моторних масел по ГОСТ і SAE

Поділ масел на класи по в'язкості відповідно до ГОСТ і SAE засновані на різних критеріях. Тому можна говорити не про ідентичність класів, а тільки про певну їхню відповідність. У таблиці 10 наведені результати зіставлення класів в'язкості моторних масел по ГОСТ і SAE за єдиним загальним критерієм – кінематичної в'язкості при 100°C. Класи по SAE в багатьох випадках мають більш широкі діапазони в'язкості при 100°C, тому одному класу SAE іноді відповідає два класи в'язкості за ГОСТ.

Класифікація моторних масел за експлуатаційними властивостями

Групу чи клас моторних масел встановлюють за результатами їхніх всебічних випробувань при розробці нових масел і постановці їх на виробництво, а також при періодичних випробуваннях товарних масел.

Таблиця 10 – Приблизна відповідність класів в'язкості моторних масел за ГОСТ і SAE

Сезонні масла		Всесезонні масла	
Клас в'язкості по		Клас в'язкості по	
ГОСТ	SAE	ГОСТ	SAE
-	0W	3 ₃ /8	5W-20
3 ₃	5W	4 ₃ /6	10W-20
4 ₃	10W		
5 ₃	15W	4 ₃ /8	10W-20
6 ₃	20W		
-	25W	4 ₃ /10	10W-30
6	20		
8	20		
10	30	5 ₃ /10	15W-30
12	30	5 ₃ /12	15W-30
14	40	5 ₃ /14	15W-40
16	40	6 ₃ /10	20W-30
20	50	6 ₃ /14	20W-40
24	60	6 ₃ /16	20W-40

Класифікація моторних масел за ГОСТ 17479.1

По ГОСТ 17479.1 (з изм. № 1-3) у залежності від області застосування моторні масла поділяють на групи А, Б, В, Г, Д, і Е (табл. 11).

Позначення моторних масел, що використовуються в автомобілях, тракторах, тепловозах, сільськогосподарській, дорожній, судновій і іншій техніці встановлені ГОСТ 17479.1-85 (Изм. №1-3). Позначення складається з груп знаків:

- **перша** – позначається буквою М (масло) і не залежить від складу і властивостей масел;

- **друга** – цифрами, що характеризують клас кінематичної в'язкості;

- **третья** – однієї чи двома прописними буквами (з індексами чи без) і позначає приналежність до групи масел за експлуатаційними властивостями. **Індекс 1** привласнюється маслам для карбюраторних двигунів, **індекс 2** – дизельним маслам. Універсальні масла позначають буквою без індексу чи двома різними буквами з відповідними індексами.

Таблиця 11 – Групи моторних масел за призначенням і експлуатаційними властивостями за ГОСТ 17479.1-85

Групи масел		Рекомендована область застосування
1		2
A		Нефорсовані карбюраторні двигуни і дизелі
Б	Б ₁	Малофорсовані карбюраторні двигуни, що працюють в умовах, які сприяють утворенню високотемпературних відкладень і корозії вкладишів
	Б ₂	Малофорсовані дизельні двигуни
В	В ₁	Середньофорсовані карбюраторні двигуни, що працюють в умовах, які сприяють окислюванню масел і утворенню відкладень усіх видів
	В ₂	Середньофорсовані дизельні двигуни, що пред'являють підвищені вимоги до антикорозійних, протизносних властивостей масел і здатні запобігати утворенню високотемпературних відкладень
Г	Г ₁	Високофорсовані карбюраторні двигуни, що працюють у важких експлуатаційних умовах, які сприяють окислюванню масел і утворенню відкладень усіх видів, а також корозії

Продовження таблиці

2	
1	
Г	Г ₂
	Високофорсовані дизельні двигуни без наддуву чи з помірним наддувом, що працюють в експлуатаційних умовах, які сприяють утворенню високотемпературних відкладень
	Д ₁
	Високофорсовані карбюраторні двигуни, що працюють в експлуатаційних умовах, більш важких, ніж для масел групи Г ₁
Д	Д ₂
	Високофорсовані дизельні двигуни з наддувом, що працюють у важких експлуатаційних умовах чи в умовах, коли застосовуване паливо вимагає використання масел з високими нейтралізуючими властивостями, антикорозійними і протизносними властивостями, низькою схильністю до утворення усіх видів відкладень
	Е ₁
	Високофорсовані карбюраторні двигуни, що працюють в умовах, більш важких, ніж для масел групи Д ₁
Е	Е ₂
	Високофорсовані дизельні двигуни, що працюють в умовах, більш важких, ніж для масел групи Д ₂ з підвищеними диспергуючими і кращими протизносними властивостями

Допускається після основного позначення вказувати в дужках малими літерами і/чи цифрами додаткові знаки, що характеризують відмінні особливості моторних масел. Наприклад, (з) – для масел, які вміщують загущуючу присадку, (к) – для “камазівських” масел, (рк) – для робочо-консерваційних масел, (цс) – для циркуляційних суд-нових масел, (цл) – для масел, які застосовуються у циркуляційних та лубрикаторних системах та ін. Цифра в суднових маслах звичайно характеризує його лужне число в мг КОН/г

Приклади позначення моторних масел:

М-8-В₁

де М – моторне масло, 8 – клас в'язкості, В₁ – масло для середньофорсованих бензинових двигунів;

М-6₃/10-В

де М – моторне масло, 6₃/10- клас в'язкості, В – універсальне масло для середньофорсованих дизельних і бензинових двигунів;

М-4₃/8-В₂Г₁

де М – моторне масло, 4₃/8 – клас в'язкості, В₂Г₁ – масло для використання як у середньофорсованих дизелях (В₂), так і високофорсованих бензинових двигунах (Г₁);

М-14Д(цл20)

де М – моторне масло, 14 – клас в'язкості, Д – масло для високофорсованих дизелів з наддувом, що працюють у важких експлуатаційних умовах, (цл20) – масло для використання в циркуляційних і лубрикаторних системах мащення і лужне число, яке складає 20 мг КОН/г.

Слід зазначити, що після прийняття Зміни №3 до ГОСТ 17479.1-85 збільшилося число класів в'язкості і змінилися їхні границі, введені нові групи за призначенням й експлуатаційним властивостям. Трохи змінилася і термінологія. Так, масла, що називалися раніше “маслами для карбюраторних двигунів”, називаються тепер більш точним, з погляду сучасних конструкцій двигунів, терміном – “маслами для бензинових двигунів”. Інше призначення масла стала позначати група “Е”, оскільки раніше так позначали масла для лубрикаторних систем мащення циліндрів крейцкопфних дизелів, що працюють на паливі з високим вмістом сірки. Описані вище зміни в позначеннях моторних масел, знайшли відображення не у всій діючій нормативній документації і будуть внесені в неї тільки при черговому перегляді.

В даний час багато виробників випускають продукцію під фірмовими назвами, тому позначення моторних масел по ГОСТ варто розглядати тільки з точки зору їхньої приналежності до визначеної класифікаційної групи.

В останні роки серед українських виробників стихійно склалася, не регламентована жодним нормативним документом, т.зв. “змішана” система, що включає буквені і цифрові позначення моторних масел:

- **літерне позначення** – торгова марка підприємства (наприклад АЗМОЛ, Леол, ін.);

- **літерне позначення М** – масло моторне;

- **цифрове позначення в'язкості масла**, що складається з двох (для сезонних масел) чи чотирьох (для всесезонних масел) цифр, що відповідають в'язкості масел по SAE J 300 (для зимових і всесезонних масел індекс М не вказується);

- **цифрове позначення рівня експлуатаційних властивостей**, що складається з однієї цифри, що вказує експлуатаційну групу по ГОСТ 17479.1 (1 – група А; 2 – група Б; 3- група В; 4 – група Г; 5 – група Д; 6 – група Е);

- **цифрове позначення області застосування масла**, що складається з однієї цифри, що вказує індекс експлуатаційної групи по ГОСТ 17479.1 (1 – масло для бензинових двигунів; 2 – масло для дизельних двигунів; 0 – масло універсальне).

Приклади позначення моторних масел:

Xxxxx M-3040

Xxxxx – фірмова назва продукту; М – масло моторне; 30 – клас в'язкості 30 по SAE J 300; 4 – експлуатаційна група Г по ГОСТ 17479.1; 0 – масло універсальне.

Xxxxx M-154041 чи Xxxxx M-15/4041

Xxxxx – фірмова назва продукту; М – масло моторне; 1540 чи 15/40 – клас в'язкості 15W-40 по SAE J 300; 4 – експлуатаційна група Г по ГОСТ 17479.1; 1 – масло для бензинових двигунів.

Класифікація моторних масел за АИИ

Стандарт Асоціації автомобільних інженерів (АИИ) Російської Федерації (СТО ААИ 003-98) встановлює класифікацію моторних масел для автомобільних двигунів, сформовану по типу відкритих класифікацій API і ACEA, встановлює загальноприйняті принципи позначення масел із вказівкою їхньої торгової марки і регламентує загальні технічні вимоги до них.

Масла класифікуються за в'язкістю-температурними і експлуатаційними (моторними) властивостями. В залежності від в'язкісних характеристик при позитивних і негативних температурах моторні масла поділяються на класи в'язкості по SAE J 300 (табл. 9). Класифікація ж масел за експлуатаційними (моторними) властивостями і їхньому позначенню приймається відповідно до табл. 12.

Таблиця 12 – Класифікація АИИ моторних масел за експлуатаційними властивостями

Клас	Категорія	Рекомендована область використання
Б	Б1	Бензинові двигуни вантажних автомобілів
	Б2	Бензинові двигуни легкових автомобілів випуску до 1996 р.
	Б3	Бензинові двигуни легкових автомобілів випуску після 1996 р.
	Б4	Перспективні бензинові двигуни в підвищеними екологічними властивостями
Д	Д1	Дизельні двигуни вантажних автомобілів без наддуву
	Д2	Дизелі вантажних автомобілів з наддувом, дизелі вантажних автомобілів, що працюють у важких умовах
	Д3	Дизелі вантажних автомобілів з наддувом, що працюють у важких умовах і мають покращені екологічні параметри

Моторні масла мають буквено-цифрове позначення:

а) **на першому знаку:**

- буква «Б» – для бензинових двигунів;
- буква «Д» – для дизелів.

б) **на другому знаку** – цифри від «1» до «4», в залежності від застосовності по табл. 12.

Універсальні моторні масла, призначені для використання як у дизелях, так і в бензинових двигунах, повинні мати подвійне позначення. Першим вказується позначення, що визначає область основного застосування масла. Наприклад, - «ДЗ/БЗ», «Б1/Д1».

Умовні позначки моторних масел різних підприємств-виробників відрізняються фірмовою торговою маркою.

Наприклад, *Яр-Марка, SAE 20W, ААІ Б1; Ангрол, SAE 30, ААІ Д2; Уфалюб, SAE 10W-30, ААІ Б2/Д1,*

де: *Яр-Марка, Ангрол, Уфалюб* і т.д. – торгова марка підприємства-виробника моторного масла;

SAE 20W, SAE 30, SAE 10W-30 і т.д. – клас в'язкості по SAE;

Б1, Д1, Б2/Д1 і т.д. – позначення по ААІ.

Моторні масла одного підприємства-виробника, з однаковими експлуатаційними властивостями, але з відмінностями по основних фізико-хімічних показниках (лужне число, вміст активних елементів і ін.), повинні відрізнятися торговим найменуванням. Наприклад: *Уфалюб, SAE 15W-40, ААІ Б3/Д1* чи *Уфалюб Люкс, SAE 15W-40, ААІ Б3/Д1.*

Класифікація моторних масел за АСЕА

Класифікація встановлює мінімальний рівень якості моторних масел для бензинових двигунів, а також легко- і важконавантажених дизелів, прийнятний для членів АСЕА. Фірми-виробники автомобілів (члени АСЕА) мають право встановлювати додаткові вимоги, що посилюють цей рівень якості.

Позначення масел включає ряд букв і цифр, що визначають клас і категорію, а також додаткові показники – номери року введення чи чергового видання:

клас – позначається буквами і вказує на призначення масла для використання у певному типі двигуна:

А – для бензинових двигунів;

В – для легконавантажених дизелів;

Е – для важконавантажених дизелів.

Категорія – позначається цифрами і вказує на особливості застосування масла всередині даного класу (табл. 13).

Номер року – позначається цифрами і визначає рік введення більш жорстких вимог до категорії, що раніше існувала; новий номер року означає, що до цієї категорії введені нові параметри випробувань

чи нормовані межі значень контрольованих величин, але, у той же час, вона порівнюється з областю використання попередньої категорії;

номер видання – позначається словом “issue” (видання) і порядковим номером; додається до основного позначення (наприклад, A2-96 “issue” 2) при відновленні технічних вимог без спеціального підвищення жорсткості категорії.

Усі моторні масла, які претендують на підтвердження відповідності вимогам класифікації повинні пройти випробування в акредитованих ACEA дослідних лабораторіях. Моторні випробування повинні проводитися відповідно до вимог системи міжгалузевої організації EELQMS (European Engine Lubricant Quality Menegment).

Таблиця 13 – Класифікація ACEA моторних масел за експлуатаційними властивостями

Клас	Категорія	Рекомендована область застосування
A	A1	Масла, призначені для використання в двигунах конструкція яких пристосована для використання маловязких масел, що мають динамічну в'язкість при високих температурах і високих швидкостях зрушення (HT/HS) у межах від 2,9 до 3,5 МПа*с; ці масла придатні не для всіх типів двигунів, тому при їхньому виборі необхідно дотримуватись рекомендацій посібника з експлуатації автомобілів;
	A2	Масла, призначені для використання в більшості бензинових двигунів загального призначення; не придатні для важко навантажених двигунів;
	A3	Масла, з в'язкістю в межах класів SAE, призначені для всесезонного використання у важко навантажених бензинових двигунах, а також у тих випадках, коли їхнє застосування рекомендоване виробниками автомобілів.
B	B1	Масла, призначені для використання в дизелях легкових автомобілів і легких автофургонів, конструкція яких пристосована для використання маловязких масел, що мають динамічну в'язкість при високих температурах і високих швидкостях зрушення (HT/HS) у межах від 2,9 до 3,5 МПа*с; ці масла придатні не для всіх типів двигунів, тому при їхньому виборі необхідно дотримуватись рекомендацій посібника з експлуатації автомобілів;

	B2	Масла, призначені для використання в більшості дизельних двигунів легкових автомобілів і легких автофургонів загального призначення (переважно з передкамерним впорскуванням) з нормальним терміном зміни; не придатні для високо навантажених двигунів;
	B3	Масла, з в'язкістю в межах класів SAE, призначені для всесезонного використання у важконавантажених дизельних двигунах легкових автомобілів і легких автофургонів загального призначення (переважно з передкамерним впорскуванням), а також у тих випадках, коли їхнє застосування рекомендоване виробниками автомобілів;
	B4	Масла, призначені переважно для використання в автомобілях і легких автофургонах з дизельними двигунами з безпосереднім впорскуванням, де вимагаються масла спеціальної якості.
E	E1	Масла, призначені для використання у важко навантажених дизелях без наддуву і з помірним наддувом і нормальним терміном заміни;
	E2	Масла, призначені для використання у важконавантажених дизелях без наддуву та з турбонаддувом, а також із звичайним терміном заміни;
	E3	Масла, призначені для дизелів з турбонаддувом, що експлуатуються в найбільш важких умовах, і відповідають по рівню токсичності викидів вимогам Euro 1 та Euro 2; мають підвищений термін пробігу без заміни масла у відповідності з рекомендаціями виробників;
	E4	Масла, призначені для дизелів з турбонаддувом, що експлуатуються в найбільш важких умовах, і відповідають по рівню токсичності викидів вимогам Euro 1 та Euro 2; у порівнянні з E2 відповідають більш жорстким вимогам по чистоті поршня, скупченню сажі та стабільності, мають підвищений термін пробігу без заміни масла у відповідності з рекомендаціями виробників;
	E5	Масла, призначені для високошвидкісних дизелів з турбонаддувом, що експлуатуються у важких умовах, і відповідають по рівню токсичності викидів вимогам Euro 1, Euro 2 та Euro 3; у порівнянні з E3 відповідають більш жорстким вимогам по ряду показників, мають суттєво підвищений термін пробігу без заміни масла у відповідності з рекомендаціями виробників.

Класифікація моторних масла API

Принциповою основою класифікації API є поділ масел на дві категорії і ряд класів:

- **категорія S (Service)** – включає себе масла для чотиритактних бензинових двигунів легкових автомобілів, мікроавтобусів і автофургонів.

- **категорія C (Commercial)** – включає в себе масла для чотиритактних і двотактних дизелів автомобілів, сільськогосподарської і дорожньо-будівельної техніки.

У межах кожної з категорій масла поділяються на класи. Рекомендовані області застосування, категорій і класів моторних масел приведені в табл. 14.

Додаткове позначення. Масла категорій S і C можуть мати додаткове позначення EC (Energy Conserving), що свідчить про те, що масло має енергозберігаючі властивості і здатне зменшувати витрату палива. Позначення EC ставиться, якщо забезпечується економія палива не менш 1,5 %, EC II – не менше 2,7 %, і EC III – не менше 3,0%.

Таблиця 14 – Класифікація API моторних масел за експлуатаційними властивостями

Клас	Категорія	Рекомендована область застосування
S	SA	Двигуни, що працюють у легких умовах (ВІДМІНЕНИЙ)
	SB	Двигуни, що працюють у помірних умовах експлуатації (ВІДМІНЕНИЙ)
	SC	Двигуни легкових і деяких вантажних автомобілів випуску 1964-1967 р. (ВІДМІНЕНИЙ)
	SD	Двигуни легкових і деяких вантажних автомобілів моделей 1968-1970 р. (ВІДМІНЕНИЙ).
	SE	Двигуни моделей 1972-1979 рр. Випуску і деяких моделей 1981 р. Можуть застосовуватися як замітники масел класів SC і SD (ВІДМІНЕНИЙ)
	SF	Двигуни моделей 1980-1989 рр. Випуску. Можуть застосовуватися як замітники олів класів SE, SD або SC (ВІДМІНЕНИЙ)
	SG	Двигуни легкових автомобілів, автофургонів і легких вантажівок моделей 1989-1993 рр. Заміняють масла класів SF, SE, SF/CC, SE/CC чи масел для дизельних двигунів класу CC
	SH	Двигуни автомобілів, випущених до 1994 р. Заміняють масла класу SG (ВІДМІНЕНИЙ)

	SJ	Масла даної категорії випускаються з 1996 р. Відповідає класу SH з додатковими вимогами щодо витрати масла в двигуні, енергозберігаючих властивостей (економії палива) і здатності витримувати нагрівання без утворення відкладень (ВИКОРИСТАННЯ ОБМЕЖЕНЕ)
	SL	Введено з II кв. 2001 р. На відміну від масел класу SJ мають більшу стабільність, меншу летючість і підвищені терміни експлуатації до заміни
C	CA	Дизельні двигуни, що працюють при помірних і легких режимах навантаження. Для двигунів 40-50-х років випуску (ВІДМІНЕНИИ)
	C	Введений у 1949 р. На додаток до класу CA при використанні палив з підвищеним вмістом сірки (ВІДМІНЕНИИ)
	CC	Дизельні двигуни без наддуву і з турбонаддувом, а також потужні карбюраторні двигуни (ВІДМІНЕНИИ)
	CD	Дизельні двигуни без наддуву і з турбонаддувом при використанні палива з підвищеним вмістом сірки (ВІДМІНЕНИИ)
	CD-II	Двотактні дизельні двигуни, що вимагають ефективного захисту від нагару і зносу. Заміняє масла класу CD (ВІДМІНЕНИИ)
	CE	Високонавантажені дизельні двигуни з турбонаддувом моделей з 1983 р. Випуску. Заміняє масла класу CD (ВІДМІНЕНИИ)
	CF-4	Чотиритактні високошвидкісні дизельні двигуни вантажних автомобілів моделей з 1990 р., які здійснюють перевезення по автострадах. Заміняє оливи класів CC і CD
	CF	Високофорсовані дизельні двигуни без наддуву, з наддувом і турбонаддувом моделей з 1994 р., що працюють на паливі з високим (понад 0,5% мас.) вмістом сірки. Заміняє масла класу CD
	CF-2	Для двохтактних дизельних двигунів транспортних засобів моделей з 1994 р. Заміняє масла класу CD-II
CG-4	Високошвидкісні чотиритактні дизельні двигуни вантажних автомобілів, що здійснюють перевезення по автострадах, що працюють на малосірчистому (менше 0,05% сірки), а також дизельні двигуни позадорожньої техніки, що працюють на сірчистому (менш 0,5% сірки) паливі, що відповідають нормам 1994 р. по токсичності викидів. Заміняють масла класів CD, CE і CF-4	
	CH-4	Високошвидкісні чотиритактні дизельні двигуни вантажних автомобілів, що здійснюють перевезення по автострадах, а також дизельні двигуни позадорожньої техніки, що працюють як на малосірчистому (менше 0,05% сірки), так і на сірчистому (менше 0,5% сірки) паливі. Заміняють масла класів CG-4

Контрольні запитання

1. Що лежить в основі сучасної класифікації моторних масел вітчизняного виробництва за в'язкістю?

2. Скільки класів моторних масел за в'язкістю Вам відомо? Як вони розподілені за порами року?

3. Назвіть основні групи моторних масел за призначенням і експлуатаційними властивостями.

4. Опишіть основні принципи маркування моторних масел.

ТЕСТИ

1. Вкажіть, до якої групи належить дизельне масло.

- а) турбінних масел;
- б) трансмісійних масел;
- в) індустріальних масел;
- г) моторних масел.

2. Вкажіть, як називається операція з виробництва базових нафтових масел, що описується такими діями: *видалення небажаних компонентів*.

- а) депарафінізація;
- б) деасфальтизація;
- в) очищення;
- г) вакуумна перегонка.

3. Вкажіть, яке масло не належить до базового.

- а) синтетичне;
- б) компаундоване;
- в) моторне;
- г) напівсинтетичне.

4. Назвіть тип присадки, що має наступне функціональне призначення: *зниження витрат на тертя у вузлах механізмів та машин*.

- а) антипінна;
- б) протизносна;
- в) миюча;
- г) антифрикційна.

5. *Запобігання утворенню на поверхнях деталей відкладень* забезпечує виконання вимог до якості масел щодо ...

- а) випаровуваності;
- б) схильності до відкладень;
- в) сумісності;
- г) токсичності.

6. Для масел використовують такі методи випробувань ...
- а) лабораторні;
 - б) теоретичні;
 - в) експлуатаційні;
 - г) прискорені.

7. Показник, що вказує на властивість рідини чинити опір переміщенню, обумовлений внутрішніми молекулярними взаємодіями в рухомому середовищі, називається...

- а) зольністю;
- б) в'язкістю;
- в) коксівністю;
- г) щільністю.

8. Маса одиниці об'єму масла – це ...

- а) щільність;
- б) прокачуваність;
- в) корозійність;
- г) миючий потенціал.

9. Показник, що вказує вміст металомістких присадок, називається...

- а) індексом в'язкості;
- б) зольністю сульфатною;
- в) кислотним числом;
- г) щільністю.

10. Показник, що вказує мінімальну температуру, при якій пари продукту, що нагрівається в умовах, встановлених стандартом, утворюють з навколишнім повітрям суміш, що спалахує при піднесенні до неї полум'я, називається...

- а) температурою застигання;
- б) температурою спалаху;
- в) температурою плавлення;
- г) температурою кипіння.

11. Для високофорсованого карбюраторного двигуна, що працює у важких експлуатаційних умовах, використовується масло групи...

- а) Б₂;
- б) Г₁;
- в) Д₂;
- г) Е₁.

ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Основні правила техніки безпеки при виконанні лабораторних робіт

1. Входити у верхньому одязі в лабораторію категорично заборонено.

2. На робочих місцях необхідно підтримувати чистоту і порядок. Предмети, що не відносяться до роботи, потрібно прибрати зі столу.

3. У лабораторії категорично забороняється приймати їжу і пити воду.

4. Палити в лабораторії категорично заборонено.

5. Забороняється без дозволу викладача або лаборанта монтувати прилади для досліду, переливати і зливати вміст в пробірках, колбах та іншому посуді.

6. Всі роботи, що супроводжуються виділенням диму і отруйної пари, проводити у витяжній шафі.

7. Не можна пробувати на смак і вдихати пари хімічних речовин.

8. Забороняється тримати поблизу вогню нафтопродукти в будь-якій тарі, а також проводити роботу з легкогорючими речовинами.

9. Не можна зливати нафтопродукти і органічні розчинники в раковину.

10. Забороняється нахилитися над посудом, в який зливають нафтопродукти і реактиви або їх переливати, щоб уникнути попадання бризок на очі.

11. Перед проведенням випробувань необхідно перевірити, щоб скляний посуд був без тріщин і чистий.

12. Не дозволяється нагріту колбу брати мокрою або вологою ганчіркою, щоб уникнути її розтріскування і нанесення опіку собі і навколишнім.

13. Особливо обережним потрібно бути при роботі з етиловим бензином. Місця попадання етилового бензину (робоче місце, інструмент, одяг, руки і т.д.) потрібно промити теплою водою з милом.

14. Для нагріву нафтопродуктів і реактивів потрібно застосувати прилади із закритою спіраллю.

15. Нагрівальні прилади не можна залишати без нагляду; по закінченні роботи спочатку потрібно вимкнути нагрівальні прилади і тільки через 10-15 хв. відключити подачу води.

16. Якщо випадково розлилися нафтопродукти або органічні розчинники, потрібно негайно вимкнути нагрівальні прилади, з місця розливу потрібно прибрати воду.

17. Матеріали прибирання (ганчірки, папір і т.п.) зберігати в металевій шафі.

18. У лабораторії не дозволяється виконання учбової, наукової й інших видів робіт, не пов'язаних з дослідженням нафтопродуктів.

19. Кожний працюючий в лабораторії повинен знати, де розташовані засоби пожежогасіння і уміти користуватися ними (пісок, вогнегасник, протипожежне обладнання й інструмент). Необхідно пам'ятати, що вода не використовується при гасінні нафтопродуктів і органічних розчинників.

20. Кожний працюючий в лабораторії повинен знати, де знаходиться аптечка, і уміти надати першу допомогу потерпілому при опіку, порізі, отруєнні і ін.

21. У разі пожежі необхідно вимкнути приточно-витяжну вентиляцію, електрорубильник і негайно вжити заходів щодо ліквідації пожежі, використовуючи засоби пожежогасіння. За необхідності викликати пожежну команду за телефоном 01.

22. При виконанні лабораторних робіт суворо дотримуватися методичних вказівок. З незрозумілих питань по роботі звертатися до викладача або лаборанта.

Лабораторна робота №1. Визначення в'язкості масла

Апаратура, реактиви і матеріали:

- віскозиметри ВГЩ-2 за ДСТ 10028-67;
- пристрій для вимірювання кінематичної в'язкості рідини;
- термостат;
- термометри групи 4 №1- 4 за ДСТ 216-73;
- секундомір за ДСТ 5072-72;
- шафа сушильна;
- папір фільтрувальний за ДСТ 12026-66;
- бензин-розчинник за ДСТ 443-76;
- вода дистильована за ДСТ 6709-72;
- віскозиметр типу ТУ ДСТ 1532-81.

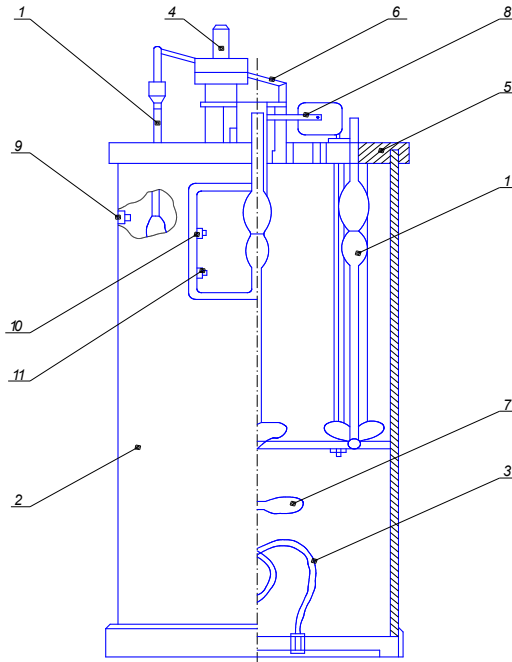
Порядок виконання

Кінематичну в'язкість визначаємо за ДСТ 33-66 із застосуванням капілярних скляних віскозиметрів за ДСТ 10028-67, що представляють собою U-подібну трубку, в одному коліні якої є калібровані кульові порожнини, що переходять у капілярну трубку, а в іншому – розширювальна порожнина для нагрівання нафтопродукту.

1. Встановити віскозиметр у пристрій для виміру кінематичної в'язкості (рис. 1. 1), що складається з корпуса 2, заповненого термостатичною рідиною, підігрівника 3, термометра 4, рухливої касети 5, рухливого нагнітача 6, мішалки 7 із приводом 8, фотореле 9, 10, 11, блоків регулювання режиму виконання аналізу й автоматичного виконання дослідів.

2. Встановити на пульті керування необхідну температуру виконання аналізу і кнопкою «ПУСК» увімкнути прилад. Після прогріву пристрою до необхідної температури самостійно включиться система автоматичного виконання дослідів і з'являться необхідні дані на цифровому табло, які необхідно зняти для обчислення в'язкості.

В тому випадку, якщо немає приладів для визначення кінематичної в'язкості, можна визначити умовну в'язкість за ДСТ 6258-52 у віскозиметрі типу ВУ (ДСТ 1532-81), що виражається в градусах і позначається ВУ (в'язкість умовна при заданій температурі).



1 – віскозиметр; 2 – корпус; 3 – підігрівач; 4 – термометр;
 5 – касета; 6 – нагнітач; 7 – мішалка; 8 – привод касети; 9, 10, 11 –
 фотореле

Рисунок 1. 1 – Прилад для вимірювання кінематичної в'язкості

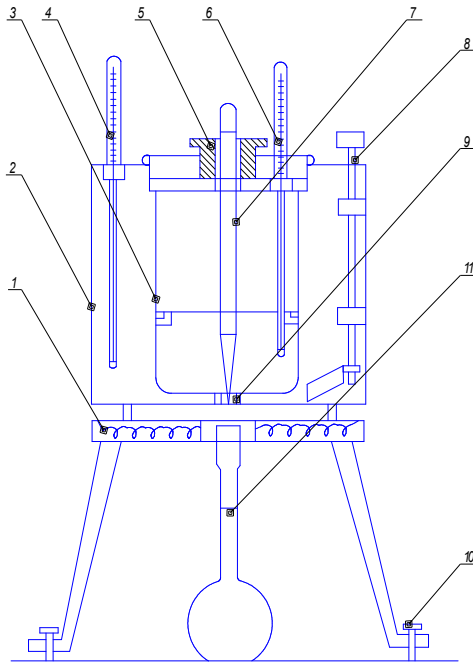
Загальний вигляд приладу для визначення умовної в'язкості показаний на рисунку 1. 2, що складається з двох посудин 2 і 3, вставлених одна в іншу і з'єднаних у нижній частині каліброваною трубкою діаметром 2,8 мм. Внутрішня посудина заповнюється випробовуваним продуктом, а зовнішня 2 служить ванною (водяною, масляною чи гліцериновою) для нагрівання випробовуваного нафтопродукту до потрібної температури. Температури нафтопродукту і термостатуючої рідини вимірюються термометрами 4 і 6.

3. У чисту і суху внутрішню посудину 3 віскозиметра залити випробовуване масло так, щоб три вістря гачків виднілися на поверхні і були на одному рівні. Рівень регулюється гвинтами 10.

4. Підігріти випробовуване масло до температури 50 °С і витримати 5 хв., підставити під калібрований отвір колбу 11, підняти штифт 7, що закриває калібрований отвір, і визначити час витікання 200 мл масла.

Час витікання 200 мл дистильованої води при 20 °С (водяне число віскозиметра) через калібрований отвір трубки встановлюється заздалегідь і повинно бути в межах від 50 до 52 с.

Умовна в'язкість обчислюється як відношення розподілу середнього часу витікання нафтопродукту до водяного числа віскозиметра.



1 – електронагрівач; 2 – зовнішня посудина; 3 – внутрішня посудина; 4, 6 – термометри; 5 – кришка; 7 – штифт запорний; 8 – мішалка; 9 – калібровочна трубка; 10 – установочний гвинт; 11 – колба.

Рисунок 1. 2 – Прилад для визначення умовної в'язкості

Звіт про виконану роботу

Марка дослідного зразка моторного масла за ДСТУ _____

Значення параметрів масла, що визначалися.

В'язкість

Кінематична в'язкість масла при кімнатній температурі.

Температура масла _____ °С, номер віскозиметра _____, постійна віскозиметра $C_1 =$ _____ мм²/с²

Тривалість протікання масла: $t_1 =$ _____ с;

$t_2 =$ _____ с; $t_3 =$ _____ с

$t_{cp} = (t_1 + t_2 + t_3) / 3 =$ -----

$v = C_1 + t_{cp} =$ _____ мм²/с²

Умовна в'язкість при 50°С.

Водне число віскозиметра $a =$ _____ с

Тривалість протікання масла:

$t_1 =$ _____ с; $t_2 =$ _____ с

$t_{cp} = (t_1 + t_2) / 2 =$

$V_{50} = t_{cp} / a =$

Кінематична в'язкість масла при 50°С, визначена по таблиці переводу з умовної в'язкості $v_{50} =$ _____ мм²/с²

Кінематична в'язкість масла при 75°С.

Номер віскозиметра _____, постійна віскозиметра $C_2 =$ _____ мм²/с²

Тривалість протікання масла: $t_1 =$ _____ с;

$t_2 =$ _____ с; $t_3 =$ _____ с.

$t_{cp} = (t_1 + t_2 + t_3) / 3 =$ ----- =

$$v_{75} = C_2 + t_{cp} = \text{_____} \text{ мм}^2/\text{с}^2$$

Кінематична в'язкість масла при 100°C

Номер віскозиметра _____, постійна віскозиметра

$$C_2 = \text{_____} \text{ мм}^2/\text{с}^2$$

Тривалість протікання масла: $t_1 = \text{_____}$ с;

$t_2 = \text{_____}$ с; $t_3 = \text{_____}$ с.

$$t_{cp} = (t_1 + t_2 + t_3) / 3 = \text{-----} =$$

$$v_{100} = C_3 + t_{cp} = \text{_____} \text{ мм}^2/\text{с}^2$$

Кінематична в'язкість при температурі 100°C по ДСТУ _____ складає _____ мм²/с;

відношення кінематичної в'язкості при 100°C складає _____ .

Висновок про вплив в'язкості моторного масла на роботу двигуна

Лабораторна робота №2.

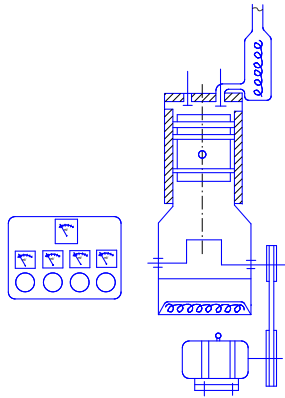
Визначення миючих властивостей масла

Прилади, реактиви і матеріали:

- установка ПЗВ-60;
- кольорова еталонна шкала;
- розчини для миття алюмінієвих і чавунних деталей;
- мірний циліндр за ДСТ 1770-74 місткістю 250 мл;
- електроплитка;
- склянки місткістю 100 мл.

Порядок виконання

Миючі властивості моторних масел визначаються за ДСТ 5726-53 на установці ПЗВ-60. Визначення миючих властивостей по даному методу полягає у випробовуванні масел на одноциліндровому двигуні і наступній оцінці лакоутворень на бічній поверхні поршня за допомогою кольорової еталонної шкали. Складається установка (рис. 1.3) з малолітражного двигуна 1, обладнаного спеціальними електрообігрівачами 2, електромотора 3, нагрівача всмоктуваного повітря 4, і пульта керування 5, на якому розташовані автотрансформатори 6, вольтметр 7 і гальванометри для визначення температури 8.



1 – одноциліндровий двигун; 2 – електронагрівач; 3 – електродвигун;
4 – електронагрівач всмоктуваного повітря; 5 – пульт керування; 6 – авто-
трансформатор; 7 – вольтметр; 8 – гальванометри

Рисунок 1. 3 – Схема установки ПЗВ-60 для визначення миючих властивостей масел

Режим проведення випробування

1. Частота обертання колінчатого вала $41,66 \pm 0,83 \text{ с}^{-1}$.
2. Температура головки циліндра $300 \pm 2^\circ\text{C}$.
3. Температура середини циліндра $225 \pm 2^\circ\text{C}$.
4. Температура масла в картері $125 \pm 1^\circ\text{C}$.
5. Температура повітря на всмоктуванні $220 \pm 20^\circ\text{C}$,
6. Об'єм досліджуваного масла 250 мл.
7. Тривалість випробування 2 год.

Після випробування двигун розбирають і по лакоутворенню на стінках поршня судять про миючі властивостя випробовуваного масла. Оцінку лакоутворення на стінках поршня роблять відповідно до кольорової еталонної шкали, градуйованої в балах від 0 до 6. Зовсім чистий поршень без лаку оцінюється в 0 балів, а якщо вся бічна поверхня поршня покрита лаком чорного кольору, то в 6 балів.

Звіт

Миючі властивості дослідного зразка моторного масла за результатами досліду на установці ПЗВ – 60 _____ бали.

Миючі властивості моторного масла по ДСТУ _____ складають _____ бала.

Висновок про вплив миючих властивостей моторного масла на роботу двигуна

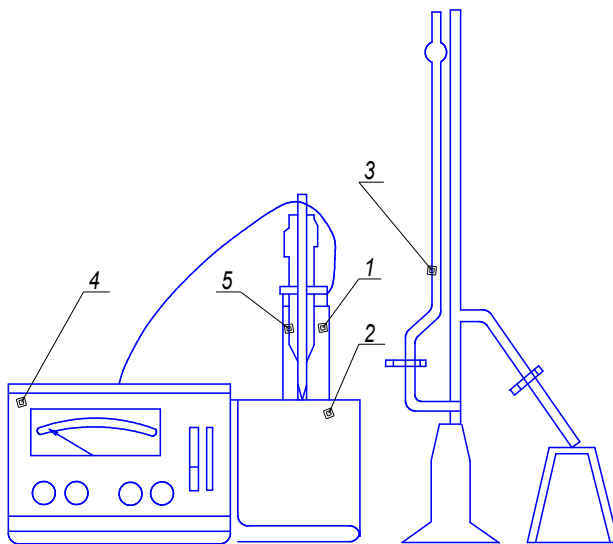
Лабораторна робота №3. Визначення загального лужного числа

- Прилади, реактиви і матеріали:
- рН-метр лабораторний;
 - склянки за ДСТ 10394-72;
 - мішалка магнітна;
 - циліндр вимірювальний за ДСТ 11770-74;
 - бюретка;
 - калій фталевокислий за ДСТ 5858-68;
 - калій хлористий за ДСТ 4234-69;
 - кислота соляна за ДСТ 3118-67;
 - спирт етиловий, ДСТ 118300-72;
 - бензол за ДСТ 5955-75;
 - бензин-розчинник за ДСТ 443-76;
 - вода дистильована за ДСТ 6709-72;
 - папір фільтрувальний за ДСТ 12026-66.

Порядок виконання

Визначення загального лужного числа масла проводиться за ДСТ 11362-76 на лабораторному рН-метрі. Загальний вигляд установки для визначення лужного числа показано на рис. 1. 4. Установка складається з титрувального столика 1, на який встановлюється стаканчик з розчином проби масла, мішалки 2, для перемішування речовин, які реагують, мікробюретки 3, з якої доливають кислоту до розчину масла, рН-метра 4.

У чистий сухий стаканчик залити $4 \pm 0,4$ г масла, добре перемішаного в склянці 5-хвилинним струшуванням, зважити з відносною похибкою не більше 0,02 г і долити 50 мл розчинника (30% етилового спирту, 70% бензолу). Встановити стаканчик з отриманим розчином на титрувальний столик 1, включити мішалку 2 і визначити початкове значення рН.



1 – титрувальний столик; 2 – електромагнітна мішалка; 3 – мікро-біуретка; 4 – іонометр.

Рисунок 1. 4 – Установа для визначення лужного числа масла

З мікробіуретки 3 додати повільно і дрібними порціями 0,1N спиртового розчину соляної кислоти в стаканчик і після перемішування протягом 30 с визначити значення рН. Додавання кислоти і визначення значення рН робити доти, поки рН-метр не покаже значення, рівне 4. Чим ближче значення рН буде підходити до 4, тим меншими порціями додавати розчин соляної кислоти. Промити електроди двічі дистильованою водою і підставити стакан з водою. Загальне лужне число обчислити по обсягу розчину соляної кислоти, витраченої на розкладання лужних компонентів присадки.

Звіт

Маса чистого стаканчика _____ г
 Маса стаканчика з маслом _____ г
 Маса масла в стаканчику G_1 _____ г
 Титр 0,1N розчину соляної кислоти _____ мг КОН.

Об'єм 0,1N розчину соляної кислоти, витраченої на титрування масла до рН = 4 $V_1 =$ _____ мл.

Загальне лужне число дослідного зразка масла

$ЛЧ = V_1T / G_1 =$ _____ мг КОН на 1 г масла.

Загальне лужне число по ДСТУ складає _____ мг КОН на 1 г масла.

Висновок про вплив загального лужного числа масла на роботу двигуна.

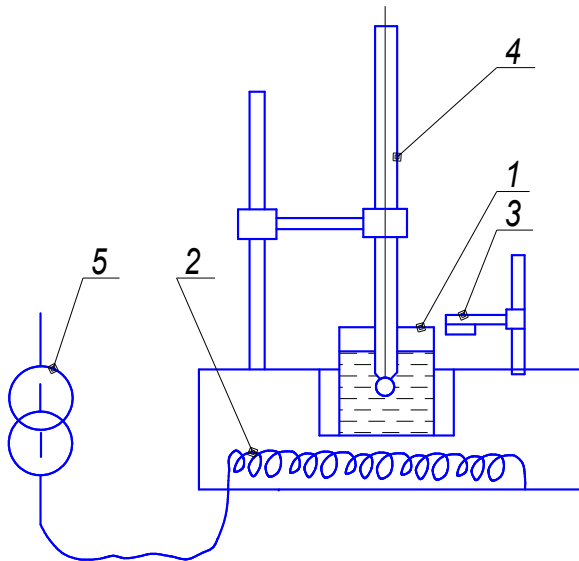
Лабораторна робота №4. Визначення температури спалаху і загорання

Прилади, реактиви і матеріали:

- апарат для визначення температури спалаху за ДСТ 11369-42;
- термометр за ДСТ 215-73;
- бензин-розчинник за ДСТ443-76;
- шафа сушильна.

Порядок виконання

Температури спалаху і загорання масел визначаються за ДСТ 4338-48 приладом відкритого типу ДСТ 1369-42. Прилад (рис. 1.5) складається з тигля 1, встановленого в бані 2, лампочки для запалювання нафтопродукту 3, термометра 4 і автотрансформатора 5.



1 – тигель; 2 – баня; 3 – лампа для запалювання парів нафтопродуктів; 4 – термометр; 5 – автотрансформатор.

Рисунок 1. 5 – Прилад для визначення температури спалаху:

1. У тигель налити масло до відмітки і встановити його в баню.

2. Нагріти баню до 100 °С швидко, вище 100 °С — повільно, приблизно 2...3° на хвилину. Коли над маслом з'явиться легка пара, до поверхні його піднести полум'я запальної лампочки, величина якого по діаметру повинна бути не більше 4...5 мм. Запалювання повторювати через кожні два градуси до появи спалаху. Спалах характеризується появою блакитнуватою полум'я, що миттєво гасне. По термометру визначити температуру першого спалаху.

3. Нагрівання продовжувати зі швидкістю 4°С у хвилину, підносячи до поверхні нафтопродукту через кожні два градуси запальну лампочку.

4. Температура, при якій масло засвітиться і буде горіти не менше 5 хв. і буде температурою запалення.

Звіт

Температура спалаху _____ °С

Температура загорання _____ °С

Температура спалаху по ДСТУ _____ складає °С

Висновок про вплив температури спалаху масла на роботу двигуна:

Лабораторна робота №5. Визначення вмісту води

Прилади, реактиви і матеріали:

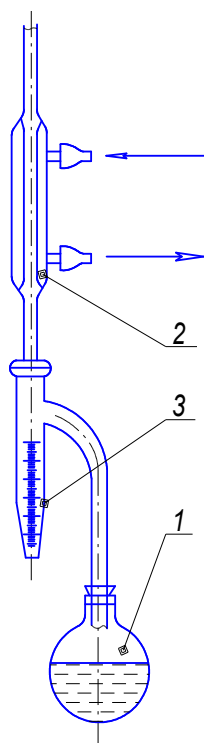
- апарат за ДСТ 1594-69;
- чашка порцелянова за ДСТ 9147-73;
- циліндр вимірювальний за ДСТ 1770-4;
- колбонагрівач;
- паличка скляна довжиною близько 500 мм;
- бензин-розчинник за ДСТ 443-76;
- пемза, нагрівальний фаянс чи фарфор

Порядок виконання

Вміст води в маслі визначають за ДСТ 2477-65 апаратом ДСТ 1594-69 (рис. 1. 6), що складається з круглодонної колби 1, приймача-пастки 2 і холодильника 3, з'єднаних між собою за допомогою шліфів чи коркових пробок.

1. Пробу випробовуваного масла добре перемішати 5-хвилинним струшуванням у склянці, заповненої не більше ніж на 3/4 ємкості. У чисту просушену колбу 1 налити 100 ± 1 г масла, зважуючи його з відносною похибкою не більш 0,1 г. Мірним циліндром відміряти в колбу 100 дм^3 розчинника, який перед застосуванням повинен бути обезводнений і профільтрований, і додати кілька шматочків фарфору. Як розчинник застосовувати бензин прямої перегонки неетильований, що википає в межах 80... 120 °С .

2. Зібрати апарат так, щоб кінець відвідної трубки приймача-пастки 2 опустився в колбу 1 на 15...20 мм, а нижній край косо-зрізаного кінця трубки холодильника знаходився навпроти середини відвідної трубки, і включити нагрівальний елемент. Збирання апарата проводиться таким чином у тому випадку, якщо деталі з'єднуються за допомогою коркових пробок.



1 – круглодонна вузькогорла колба; 2 – приймач-пастка; 3 – холодильник.

Рисунок 1. 6 – Апарат для кількісного визначення вмісту води в нафто-продуктах

Перегонку вести так, щоб з косозрізанного кінця трубки холодильника у приймач-пастку сходили 2...3 краплі в 1 с.

Якщо під кінець перегонки в трубці холодильника затримуються краплі води, то їх злити в приймач-пастку з конденсованим розчинником, збільшивши для цього на нетривалий час інтенсивність кипіння.

Перегонку припинити, як тільки об'єм води в приймачі-пастці не буде збільшуватися і шар розчинника стане зовсім прозорим. Тривалість перегонки повинна бути не менше 30 і не більше 60 хв.

3. Крапельки води, що залишилися на стінках трубки холодильника зіштовхнути в приймач-пастку скляною паличкою чи металевим дротом.

4. Після того, як колба остудиться, а розчинник і вода в приймачі-пастці приймуть температуру повітря в кімнаті, записати об'єм води з відносною похибкою не більше одного верхнього поділу. Вміст води в маслі обчислити по об'єму її в приймачі-пастці.

Звіт

Маса чистої колби _____ г

Маса колби з маслом _____ г

Маса взятого для дослідів зразка масла G_2 _____ г

Об'єм води в прийомнику-пастці $V_2 =$ _____ мл

Масова доля води в дослідному зразку масла

$$W = (V_2 \cdot \rho_v / G_2) \cdot 100 =$$

Де ρ_v – густина води при температурі повітря в кімнаті, г/см³

Вміст води в моторному маслі по ДСТУ _____.

Висновок про вплив води, яка присутня в маслі, на роботу двигуна:

Лабораторна робота №6. Визначення нерозчинних осадів

Прилади, реактиви і матеріали:

- центрифуга лабораторна з фактором поділу не менше 1500;
- пробірки скляні за ДСТ 10515-75;
- циліндри вимірювальні за ДСТ 11770-74;
- шафа сушильна;
- ваги аналітичні;
- ефір марки 40-70 за ДСТ 11992-68;
- бензин-розчинник за ДСТ 443-76;
- фільтри паперові будь-якої марки.

Порядок виконання

Визначення вмісту нерозчинних осадів у працюючих маслах роботи за ДСТ 20684-75 осадженням у силовому полі.

1. У дві чисті сухі пробірки, зважені з відносною похибкою не більше, ніж 0,0002 г, залити по $2 \pm 0,1$ г випробовуваного масла, перемішаного в склянці струшуванням протягом 5 хв., і зважити з відносною похибкою не більше 0,0002 г.

2. Долити в кожен пробірку бюреткою по 8 мл ефіру і розмішати скляною паличкою до одержання однорідного розчину.

3. Встановити пробірки в центрифугу і, переключаючи поступово ручку реостата, довести частоту обертання ротора до $58,4 \text{ с}^{-1}$.

4. Після центрифугування протягом 15 хв. злити обережно фугат із пробірки, залити таку ж кількість ефіру і розмішати паличкою. Центрифугування проводити протягом 10 хв. Операцію повторити ще раз.

5. Вийняти пробірки з ротора центрифуги, злити фугат, протерти їх зовні ватою, змоченою бензолом, і поставити в сушильну шафу, прогріту до температури 100°C . Після витримання в сушильній шафі протягом 1 год. і в ексикаторі 20 хв. зважити з відносною похибкою не більше 0,0002 г.

Масову частку нерозчинних осадів в маслі обчислити по осаді в кожній пробірці.

Звіт

Маса чистих пробірок 1 = _____ г, 2 = _____ г

Маса пробірок з маслом 1 = _____ г, 2 = _____ г

Маса масла в пробірках 1 $a_1 =$ _____ г, 2 $a_2 =$
_____ г

Маса пробірки з осадом 1 = _____ г, 2 = _____ г

Маса осаду в пробірках 1 $v_1 =$ _____ г, 2 $v_2 =$ _____ г

Масова доля нерозчинних осадів, що містяться в дослідному зразку масла:

В першій пробірці $HO_1 = v_1 * 100 / a_1 = 100 / = \%$

В другій пробірці $HO_2 = v_2 * 100 / a_2 = 100 / = \%$

Середнє значення $HO = (HO_1 + HO_2) / 2 = / 2 = \%$

Вміст нерозчинних осадів в маслі по ДСТУ _____ складає _____ %

Висновок про вплив нерозчинних осадів, які містяться в маслі, на роботу двигуна:

Література

- 1 Арабян С.Г., Виппер А.Б., Холомонов И.А. Масла и присадки для тракторных и комбайновых двигателей. – М.: Машиностроение, 1984. – 320 с.
- 2 Григорьев М.А., Бунаков Б.М., Долецкий В.А. Качество моторного масла и надежность двигателей. – М.: Стандарты, 1981. – 240 с.
- 3 Гуреев А.А., Иванова Р.Я., Щеголев Н.В. Автомобильные эксплуатационные материалы. – М.: Транспорт, 1974. – 160 с.
- 4 Итинская Н.И., Кузнецов Н.А. Топливо. Масла и технические жидкости: Справочник. – М.: ВО «Агропромиздат», 1989. – 342 с.
- 5 Караулов А.К., Худолий Н.Н. Мир ТСМ 2002: Каталог топливо-смазочных материалов. – К.: ООО «Радуга», 2002. – 254 с.
- 6 Лышко Г.П., Потапов Ю.С., Алейнов И.Н. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости: Учебник. – Кишинев: Изд-во Государственного Аграрного Университета Молдовы, 1997. – 486 с.
- 7 Лышко Г.П. Топливо и смазочные материалы. – М.: Агропромиздат, 1985. – 232 с.
- 8 Нефтепродукты для сельскохозяйственной техники. – М.: Химия, 1988. – 280 с.
- 9 Товарные нефтепродукты. Свойства и применение: Справочник. – М.: Химия, 1978. – 260 с.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА	4
Загальна класифікація масел за призначенням	4
Склад масел	4
Базові масла	5
Нові типи базових масел	7
Класифікація базових масел	8
Класифікація базових масел за в'язкістю	9
Присадки до масел	9
Пакети присадок	11
Технологія виробництва масел	11
Загальні вимоги до якості масел	12
Методи випробування масел	14
Контрольні запитання	27
МОТОРНІ МАСЛА	28
Склад моторних масел	28
Класифікація моторних масел за в'язкістю	31
Відповідність класів в'язкості моторних масел по ГОСТ і SAE ..	34
Класифікація моторних масел за експлуатаційними властивостями	34
Контрольні запитання	46
Тести	46
ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА	48
Основні правила техніки безпеки при виконанні лабораторних робіт	48
1. Визначення в'язкості масла	50
2. Визначення миючих властивостей масла	55
3. Визначення загального лужного числа	57
4. Визначення температури спалаху і згорання	60
5. Визначення вмісту води	62
6. Визначення нерозчинних осадів	65
Література	67

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Романов Олександр Михайлович
Яцковський Віктор Іванович
Розгонюк Сергій Олександрович

МОТОРНІ МАСЛА

*Методичні матеріали
для вивчення теми "Моторні масла для двигунів автомобілів"*

Формат 60x84/16. Папір офсетний.
Друк офсетний. Ум.друк.арк. 4,25.