

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/2/274.00.1/Б/ОК.17- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 1

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Державного університету
«Житомирська політехніка»
протокол №4 від 12.06.2025 р.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ для проведення лабораторних та практичних занять з навчальної дисципліни «ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»
спеціальності 274 «Автомобільний транспорт»
освітньо-професійна програма «Автомобільний транспорт»
факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки та робототехніки
кафедра автомобілів і транспортних технологій

Рекомендовано на засіданні
кафедри автомобілів і
транспортних технологій
16 травня 2025 р., протокол № 6

Розробники: асистент кафедри автомобілів і транспортних технологій ВІТЮК
Іван; вчитель вищої категорії ЖАДФК ВСП НТУ ТИТАРЕНКО Володимир

Житомир
2025

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/2/274.00.1/Б/ОК.17- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 2

ЗМІСТ

Вступ	3
Загальні правила роботи в лабораторії	3
Лабораторна робота №1	5
Лабораторна робота №2	14
Лабораторна робота №3	20
Лабораторна робота №4	23
Лабораторна робота №5	25
Лабораторна робота №6	27
Лабораторна робота №7	29
Лабораторна робота №8	31
Лабораторна робота №9	33
Лабораторна робота №10	35
Практична робота №1	38
Практична робота №2	36
Практична робота №3	40
Практична робота №4	41
Практична робота №5	42

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/2/274.00.1/Б/ОК.17- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 3

ВСТУП

Даний лабораторний практикум розрахований на студентів спеціальності „Автомобільний транспорт”.

Лабораторні та практичні роботи охоплюють окремі розділи лекційного курсу „Експлуатаційні матеріали”.

Основна мета лабораторних та практичних робіт – поглибити теоретичні знання, ознайомити студентів з методами отримання та дослідження якості матеріалів, навчити проводити аналізи, оцінювати їх результати, порівнювати з вимогами стандартів, виконувати розрахунки основних експлуатаційних параметрів.

При проведенні лабораторних робіт необхідно використовувати зразки промислових матеріалів, навчити студентів визначати сортимент і марку матеріалу.

Лабораторні та практичні роботи, які знайомлять студентів з основними властивостями деяких промислових матеріалів, побудовані так, що з методичних вказівок студент не може дістати готової відповіді, а мусить сам дослідженнями і спостереженнями прийти до правильних висновків.

З метою економії часу студент повинен на заняттях завчасно записати в свій робочий зошит хід роботи, накреслити схеми і таблиці для занесення результату дослідів.

Загальні правила роботи в лабораторії

1. Кожен студент повинен виконувати правила внутрішнього розпорядку лабораторії, правила, вимоги техніки безпеки і протипожежної безпеки.

2. Кожну лабораторну роботу потрібно виконувати на певному робочому місці. Перестановка приладів і зміна робочого місця допускається тільки з дозволу викладача.

3. Реактиви треба брати тільки в кількостях, які зазначені в методичних рекомендаціях. Наливати рідкі реактиви треба так, щоб етикетка була повернута догори. Склянки з реактивами слід закривати пробками і ставити на своє місце. Надлишок налитого в пробірку реактиву ні в якому разі не можна виливати назад у склянку з реактивами.

4. Сухі реактиви потрібно набирати шпателеми або спеціальними ложечками.

5. Нагрівання легкозаймистих рідин потрібно вести тільки на водяній або піщаній бані.

6. Легкозаймисті речовини /бензин, спирт, ефір, бензол та інші слід тримати під час дослідів далеко від вогню, в закритій пробкою посудині.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/2/274.00.1/Б/ОК.17- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 4

7. Нагріваючи пробірку, не можна повертати її отвором до себе або осіб, що перебувають поруч; не слід нахилитися над посудом, у якому відбувається реакція.

8. Ні в якому разі не можна куштувати реактиви на смак або вдихати пари й газу, що виділяються під час реакції. Щоб понюхати газ, треба злегка, рухом кисті руки спрямувати струмінь повітря з газом до себе і обережно вдихнути.

9. Досліди, які треба робити під тягою, виконують у витяжній шафі, а не на відкритому лабораторному столі.

10. При роботі з сильними кислотами або лугами необхідно користуватися гумовими рукавицями і захисними окулярами.

11. Забороняється застосовувати етильований бензин як розчинник нафтопродуктів, а також для миття посуду та рук.

12. Після закінчення роботи студент повинен прибрати на своєму робочому місці, після чого подати робочий журнал для підпису викладачеві.

Перша допомога потерпілому у лабораторії

1. При опіках шкіри кислотами необхідно обпечене місце 3-5 хв. промити струменем води, потім промити 5-6 %-ним розчином вуглекислого натрію; якщо опік сильний, накласти пов'язку з вати, змоченої 3 %-ним розчином марганцевокислого калію або спиртовим розчином таніну.

2. При опіках шкіри розчинами лугів пошкоджене місце слід добре промити водою, аж поки воно перестане бути милким на дотик, після чого промити 2-3 %-ним розчином оцтової кислоти.

3. При попаданні кислоти або лугу в очі слід негайно промити пошкоджене око великою кількістю води, після чого звернутись до лікаря.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/2/274.00.1/Б/ОК.17- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 5

Лабораторна робота №1

Тема: Визначення якості бензину і дизельного палива

Мета роботи: Вивчити найпростіші методи оцінки якості автотракторних палив в умовах нафто-господарств, авто- і сільськогосподарських підприємств та машино-технологічних станцій. Набути практичних навиків з контролю і оцінки якості бензинів і дизельних палив, а також визначити можливість їх використання у двигунах внутрішнього згорання.

Оснащення робочого місця: Витяжна шафа, ручна лабораторія для визначення якості нафтопродуктів, штатив, ареометри (нафто-денсиметри), електрична плитка, спиртовий пальник, мірна або очна піпетка, міліметрова лінійка, сферичні стекла діаметром 50...60 мм, секундомір, ділильна лійка, відстійник, скляний мірний циліндр з точністю до 1 мл на 30...50 мл, пробірки.

Матеріали: еталонні зразки бензинів і дизельних палив, фільтрувальний папір, дистильована вода, водний розчин метилоранжу, спиртовий розчин фенолфталеїну, водний розчин марганцево-кислого калію фіолетово-рожевого кольору, 10% -ний спиртовий розчин йоду, етиловий спирт. Плакати, навчальна і методична література.

Загальні відомості, зміст і порядок виконання роботи.

Вивчити інструкцію з техніки безпеки і протипожежних заходів при виконанні робіт з визначення якості нафтопродуктів. В роботі необхідно охарактеризувати зразки бензину і дизельного палива за зовнішніми ознаками (прозорість, колір, запах, наявність води і видимих неозброєним оком механічних домішок, характер випаровування краплі з пальця руки або фільтрувального паперу). Ознайомитися з колекцією стандартних бензинів і дизельних палив, порівняти з ними за зовнішніми ознаками дослідні зразки і зробити попередній висновок про належність їх до відповідних марок.

Виконати досліди: а) визначити наявність механічних домішок і води; б) виміряти нафтоденсиметром густину; в) проаналізувати на вміст водорозчинних кислот і лугів; г) провести аналіз на присутність ненасичених вуглеводнів; д) визначити фактичні смоли; е) перевірити наявність етилової рідини в бензині.

За результатами досліджень заповнити протокол перевірки якості бензину і дизельного палива (додаток 1), дати висновок про якість нафтопродуктів, відповідність їх стандарту та про можливість використання у двигунах. Оформити звіт про виконану роботу і подати його викладачу. Привести у порядок робоче місце.

Вказівки до проведення роботи. Оцінка бензинів і дизельних палив за зовнішніми ознаками. Зовнішній огляд нафтопродуктів здійснюють у пробірці

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/2/274.00.1/Б/ОК.17- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 6

із прозорого скла (циліндри діаметром 40...55 мм). Всі бензини, що містять у своєму складі етилову рідину (етильовані бензини), штучно забарвлюють. Вони мають рожево-червоний, оранжевий, жовтий, синьо-зелений, синій(голубий) або зелений колір. Бензини, які одержують безпосередньо з нафти при її розгонці або двоступінчастим каталітичним крекінгом, не мають кольору і не забарвлюються впродовж тривалого строку. Неетильовані бензини термічного крекінгу також безкольорні впродовж декількох тижнів з моменту їх виготовлення, але в міру зберігання починають забарвлюватися смолами, що безперервно утворюються, спочатку у світло-жовтий, а потім в перехідний жовтий і темно-жовтий кольори.

Всі дизельні палива забарвлені, що пов'язано з наявністю в них розчинних смол. Залежно від природи і кількості смол колір палив, який визначають у скляних циліндрах діаметром 40...55 мм, змінюється від світло-жовтого до темно-жовтого або світло- коричневого. Чим менша інтенсивність забарвлення палива, тобто світліше воно, тим менше в ньому смолистих речовин і тим вища його якість.

Застосовувані палива повинні бути прозорі і не мати зважених та осілих на дно сторонніх домішок.

Розчинність води в нафтопродуктах у звичайних умовах становить соті частки відсотка. Такий вміст води в бензині і дизельному паливі зовсім нешкідливий і не викликає втрату прозорості. Надмірна кількість води збирається окремим шаром на дні місткості або знаходиться після сильного перемішування (наприклад, під час руху автомобіля) у зваженому (емульгованому) стані. На цьому основане якісне виявлення води в бензинах та в інших прозорих нафтопродуктах. Для цього використовують також скляні циліндри діаметром 40...55 мм. Очевидно, безводні бензини (як і дизельні палива) не можуть утворювати водного шару на дні циліндра і мають бути зовсім прозорі. Ті бензини, в яких вміст води перевищує кількість, здатну розчинятися, мають характерну каламуть і з часом виділяють воду, що збирається на дні.

Бензини на відміну від гасу, дизельних палив та інших більш важких нафтопродуктів мають специфічний запах. Різко і непріємно пахнуть бензини термічного крекінгу, а бензини двоступінчастого каталітичного крекінгу, що містять значну кількість ароматичних вуглеводнів, мають слабкий ароматний запах. У більшості випадків запах дизельних палив не різкий. За своїм характером він є типовим для багатьох нафтопродуктів (за винятком бензину і гасу). Зимові і особливо арктичні сорти дизельних палив мало відрізняються за фракційним складом від гасу, тому за запахом вони певною мірою можуть бути

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/2/274.00.1/Б/ОК.17- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 7

схожими з гасом.

Авіаційні і зимові автомобільні бензини повністю випаровуються за одну хвилину, не залишаючи ніякого сліду. Літні автомобільні бензини випаровуються повільніше. Помітного випаровування гасу і дизельних палив, не кажучи вже про масла, за одну хвилину виявити не вдається: нанесена крапля залишається практично незмінною.

Визначення механічних домішок і води. Помутніння палив свідчить про наявність в них механічних домішок і води, які за вимогами стандарту не допускаються. Ними нафтопродукти забруднюються при недотриманні правил транспортування, зберігання і заправки. У порівнянні з іншими нафтопродуктами бензини мають найбільш легкий фракційний склад і тому їх неважко відрізнити від гасу, дизельних палив і тим більше від масел. Для цього краплю дослідного продукту наносять на палець руки або на фільтрувальний папір і спостерігають характер виникаючого випаровування.

З механічних домішок дуже небажані кварцити та глиноземи, що мають високу твердість і викликають знос деталей. Найбільш шкідливі абразивні домішки в дизельному паливі, оскільки вони спричиняють підвищений знос плунжерних пар і нагнітальних клапанів. В результаті знижується циклова подача палива, воно підтікає, порушується регулювання паливного насоса, з'являються перебої в роботі двигуна. При застосуванні палив, що містять механічні домішки, швидко виходять з ладу паливні фільтри тонкої очистки, що також погіршує роботу двигунів.

Ймовірність попадання води в нафтопродукти збільшується внаслідок того, що всі вони більшою чи меншою мірою гігроскопічні. Вода, як зазначалося, незначно розчиняється в нафтопродуктах, а в основному знаходиться у вигляді емульсій (зважені окремі краплинки). Дуже небажана наявність в нафтопродуктах емульсійної води взимку, оскільки вона замерзає і знаходиться у зваженому стані у вигляді кристаликів льоду. У такому випадку кристали льоду можуть осідати на фільтрах очистки і забивати їх, порушуючи або припиняючи роботу двигуна. Вода в нафтопродуктах викликає корозію місткостей для їх зберігання, паливних баків, деталей паливо-підвідної апаратури та системи змащування.

Кількість механічних домішок і води в паливі визначають методом відстоювання середньої проби. Для цього використовують відстійник, що є в ручній лабораторії. Відстійник місткістю 100 мл являє собою скляну ємкість, яка в нижній частині переходить у вузьку трубку. Трубка проградуєвана до 10 мл через 0,05 мл (за цими поділками визначають кількість води і механічних домішок), а потім ідуть поділки 25, 50, 100 мл.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/2/274.00.1/Б/ОК.17- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 8

Малов'язке паливо ретельно перемішують і швидко наливають у відстійник до рівня 100 *мл*. Переводять відстійник у вертикальне положення і дають осісти (після витримки впродовж 30 хв) механічним домішкам і воді. Потім розраховують їх об'ємний вміст (%) в паливі, який дорівнює об'єму відстою в *мл*. Більш в'язке паливо дія прискорення відстоювання рекомендують помістити в гарячу (50...60 °С) воду.

Визначення густини. Густина є одним з обов'язкових показників, які включають в паспорт на паливо для двигунів. Її використовують при перерахунку об'ємних одиниць в масові і навпаки. Густину нафтопродуктів вимірюють нафто-денсиметром (ареометром). Нафто-денсиметр - це скляна циліндрична трубка змінного діаметра з баластною камерою в нижній частині. Щоб нафто-денсиметр міг плавати в рідині у вертикальному положенні, баластна камера заповнена свинцевим дробом. У верхній частині стержня розміщена шкала густини з поділками. В тіло нафто-денсиметра в нижній потовщеній частині впаяний термометр з ціною поділки 1°С, що дозволяє одночасно з вимірюванням густини визначати температуру нафтопродукту.

Нафто-денсиметри з термометрами випускають двох типів: А - з ціною поділки шкали густини 0,5 кг/м^3 (0,0005 г/см^3) і межами вимірювання густини від 650 і 710 до 1010 і 1070 кг/м^3 (комплект із семи нафто-денсиметрів); Б - з ціною поділки шкали густини 1,0 кг/м^3 (0,001 г/см^3) і межами вимірювання від 670 і 750 до 990 і 1070 кг/м^3 (комплект із п'яти нафто-денсиметрів). Нафто-денсиметрами типу Б оснащують ручну лабораторію РЛ.

Нафто-денсиметрами з межами вимірювання 650 і 710 чи 670 і 750 кг/м^3 вимірюють густину авіаційного бензину, 710 і 770 чи 750 і 830 кг/м^3 - автомобільного бензину, 770 і 890 чи 830 і 910 кг/м^3 - гасу, дизельного і котельно-пічного палива, 890 і 1070 чи 910 і 1070 кг/м^3 - масел і мазутів.

Для визначення густини палива, враховуючи, що висота нафто-денсиметрів типу Б становить 380 *мм*, беруть скляний мірний циліндр на 250 *мл* і заповнюють його дослідним зразком до рівня, віддаленого від верхнього обрізу циліндра на 50...60 *мм*. Потім чистий і сухий нафто-денсиметр обережно опускають в наповнений циліндр на можливо більшу глибину. Щоб не поламати нафто-денсиметр, виймаючи з футляра та при виконанні інших операцій, тримати його слід тільки за тонкий верхній кінець і обов'язково вертикально. Після того як припиняться коливання нафто-денсиметра (приблизно через 2...3 хв після його занурення в циліндр з досліджуваним паливом) і за умови, що він не торкається стінок циліндра, здійснюють відлік густини по верхньому краю меніска з точністю до одиниці. При відліку око повинно знаходитися на рівні меніска. Через 1 хв після занурення нафто-

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/2/274.00.1/Б/ОК.17- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 9

денсиметра записують температуру палива, відлічуючи її з точністю до градуса по термометру. Потім нафто-денсиметр виймають з циліндра і, не витираючи, укладають у футляр.

Якщо вимірювання густини проводили не при температурі 20°C, яка прийнята за стандартну і по ній відкалібрований нафто-денсиметр, слід внести температурну поправку. Чисельні значення температурних поправок наведені у спеціальних таблицях. Приблизно можна прийняти температурну поправку для бензинів 0,87, а для дизельних палив - 0,75 кг/м³ на 1°C.

Для приведення густини до стандартної температури застосовують формулу:

$$\rho = \rho^t + \gamma(t - 20),,$$

де ρ - показання нафто-денсиметра при температурі визначення;

γ - температурна поправка на 1 °C;

t - температура палива при відліку густини, °C.

Приведену густину слід заокруглити з точністю до одиниці, якщо ціна поділки нафто-денсиметра 1 кг/м³.

Аналіз та вміст водорозчинних кислот і лугів. Мінеральні кислоти та інші водорозчинні сполуки кислого характеру викликають корозію чорних і кольорових металів. Тому вони зовсім недопустимі в паливах та інших експлуатаційних матеріалах. Луги активно кородують кольорові метали і тому вміст їх в паливах також не допускається. Вміст в бензині водорозчинних кислот і лугів визначають таким якісним аналізом:

1. В мірний циліндр наливають приблизно 10 мл (з точністю до 1 мл) дослідного зразка бензину. Цю порцію палива вміщають у ділильну лійку.
2. Спеціальним мірним циліндром відмірюють 10 мл дистильованої води (з точністю до 1 мл), яку переливають у ту ж ділильну лійку.
3. Ділильну лійку беруть в руки, закривають притертою скляною пробкою і не дуже енергійним (впродовж 30...40 с) збовтуванням перемішують паливо і воду. Закріплюють ділильну лійку у штатив і вичікують, поки не закінчиться розшарування утвореної емульсії.
4. Нижній шар, що виділився в результаті розшарування і який називають водною витяжкою, зливають, розділивши приблизно навпіл, у дві чисті пробірки.
5. В одну пробірку добавляють дві краплі водного розчину метилоранжу, а в другу - три краплі спиртового розчину фенолфталеїну; вміст в обох пробірках добре збовтують.

Співставивши одержані кольори індикаторів з даними таблиці 1, роблять висновок про наявність (відсутність) в дослідному зразку водорозчинних

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/2/274.00.1/Б/ОК.17- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 10

кислот або лугів. Бензин вважають таким, що витримав випробування і придатний до використання, якщо водна витяжка виявиться нейтральною. Якщо ні, дослід треба повторити в чистому посуді. Якщо в результаті другого випробування водна витяжка виявиться кислою або лужною, бензин бракують.

Таблиця 1

Забарвлення індикаторів в різних середовищах

Середовище	Метилоранж	Фенолфталеїн
Лужне	Жовте	Рожеве або малинове
Нейтральне	Оранжеве	Без кольору (безбарвне)
Кисле	Рожеве або червоне	Без кольору (безбарвне)

Визначення ненасичених вуглеводнів. Ненасичені вуглеводні - алкени і алкадієни (олефіни і диолефіни), що утворюються в процесі термічної переробки нафти, характеризуються наявністю подвійних і потрійних зв'язків між атомами вуглецю. Ці зв'язки сприяють підвищеній хімічній активності вказаних атомів, які легко окислюються та схильні до реакцій приєднання і ущільнення (полімеризації). Ненасичені вуглеводні у більшості випадків небажані для моторного палива і змащувальних масел. Палива, до складу яких входять вуглеводні, мають не задовільну хімічну стабільність. При зберіганні таких палив в них накопичується значна кількість смолистих сполук і органічних кислот. Таке відбувається в результаті реакції окислення, конденсації і полімеризації ненасичених вуглеводнів. Смоли погіршують згоряння палива, збільшують нагаро-утворення, накопичуються на деталях паливо-підвідної та розподільної систем і зменшують калібровані отвори жиклерів. Кислоти підвищують корозійний знос деталей двигуна.

Наявність ненасичених вуглеводнів перевіряють знебарвлюванням окислювачів. В пробірку наливають невелику кількість (3..,4 мл) досліджуваного палива (до рівня, віддаленого від дна пробірки на (30...40 мм), потім додають таку ж кількість окислювача - водного розчину марганцевокислого калію фіолетово-рожевого кольору. Впродовж 10...15 с інтенсивно збовтують вміст пробірки і дають відстоятися суміші. При відсутності в паливі ненасичених вуглеводнів нижній малиново-фіолетовий, що виділився після відстоювання впродовж 2 хв, шар марганцевокислого калію не змінює свого забарвлення. Якщо в паливі містяться ненасичені вуглеводні, то кисень, що виділяється із марганцевокислого калію, вступає з ними в реакцію і розчин змінює забарвлення. Фіолетове забарвлення водного шару переходить в буре або темно-жовте, може випадати бурий осад MnO_2 . Чим більше в паливі ненасичених вуглеводнів, тим швидше і інтенсивніше змінюється забарвлення

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/2/274.00.1/Б/ОК.17- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 11

водного шару. Бензини і дизельне паливо, які містять ненасичені вуглеводні, непридатні до тривалого зберігання, їх слід швидше використовувати.

Визначення фактичних смол. Фактичні смоли - це смолисті сполуки, які містяться в паливі в момент визначення. Основна маса смолистих сполук не згоряє в двигуні і спричиняє утворення нагаро-відкладень, які призводять до зниження потужності, перевитрати палива та інших негативних екологічних наслідків. Досліджуване паливо в кількості 1 мл (бензин у чистому вигляді, а дизельне паливо чи гас в суміші з безкольоровим свіжо-перегнаним бензином, що не містить смол, у співвідношенні 1:1) мірною або очною піпеткою поміщають в центр сферичного скла діаметром 50...60 мм. Паливо на склі підпалюють сірником. Бензин загоряється зразу ж, гас - після незначного підігрівання скла на спиртівці, а дизельне паливо - після тривалого підігрівання. Після закінчення горіння скла дають охолонути і оглядають залишок на ньому. Залишок на склі свідчить про смолистість палива.

Бензини, що не містять смол, залишають на склі невеликий слід у вигляді слабо помітної невеликої білуватої плями. Якщо в паливі містяться смоли, то на склі залишаються концентричні кільця жовтого або коричневого кольору. Чим більше смол міститься в паливі, тим темніша пляма і більший її діаметр. Якщо в паливі багато бензолу та інших ароматичних вуглеводнів, то після спалювання залишається невелике коричневе кільце з чорним вуглистим залишком усередині. Якщо паливо забруднене маслами, то із зовнішнього боку кільця залишаються окремі незгорілі коричневі краплі. Діаметр плями вимірюють в трьох напрямках і беруть середнє значення його в міліметрах. Потім приблизно визначають кількість смол (мг), що міститься в 100 мл палива за даними табл.2

Таблиця 2

Ідентифікаційні співвідношення

Діаметр плями, мм	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Кількість смол, мг/ 100 мл	4	11	20	32	43	56	70	85	102	120

Палива, які містять велику кількість смолистих сполук, непридатні до тривалого зберігання, а якщо вміст фактичних смол перевищує вимоги стандарту, то паливо взагалі не можна застосовувати в двигунах. Для бензинів різних марок наявність фактичних смол не повинна перевищувати 7... 15 мг на 100 мл. Вміст фактичних смол в дизельних паливах, які виробляють за ГОСТ

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/2/274.00.1/Б/ОК.17- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 12

305-73, обмежується 30...40 мг на 100 мл палива. В паливі за ГОСТ 4749-73 вміст смол знаходиться в межах 30...50 мг на 100 мл палива. Допускається збільшення фактичних смол на місці споживання на 10 мг, але не більше 70 мг на 100 мл палива.

Перевірка наявності етилової рідини. Палива, що містять етилову рідину, для попередження про їх отруйність забарвлюють залежно від марки у відповідний колір. Якщо колір палива викликає сумнів, то наявність етилової рідини можна перевірити так. В пробірку наливають 10 мл палива і 1... 1,5 мл 10%-го спиртового розчину йоду. Суміш обережно підігрівають у гарячій воді і потім охолоджують. Зливають верхній шар палива і додають в пробірку 7...10 мл етилового спирту. Пробірку злегка струшують. Якщо в ній з'являються жовті кристалики йодистого свинцю, то в паливі наявна етилова рідина. Колір палива слід перевіряти в посуді із прозорого скла.

Зміст звіту. Навести короткий опис методики проведення роботи. Результати досліджень і розрахунки записати в зошит для лабораторно-практичних занять, заповнити протокол визначення якості палива, форма якого наведена в додатку 1. Порівняти одержані результати з вимогами стандарту. Дати повний висновок про якість досліджуваних бензину і дизельного палива та про можливості їх застосування. У звіті відобразити питання, передбачені завданням для самостійної роботи.

Завдання для самостійної роботи. Використовуючи дані, вивчити вплив умов зберігання палива на зміну кількості фактичних смол в ньому, та як вони впливають на роботу двигуна. Визначити, чи перевищує вміст фактичних смол в досліджуваному паливі нормативне значення. Якщо так, то на скільки і як це перевищення відіб'ється на моторесурсі двигуна. При наявності відхилень показників якості палив (вміст фактичних смол, механічних домішок і води, густини) від вимог стандарту вказати, використовуючи знання, одержані при вивченні дисципліни “Експлуатаційні матеріали”, методи їх виправлення (відновлення).

Контрольні запитання

1. Що таке фактичні смоли, чому їх нормують і як визначають наявність у паливі?
2. Яку дію чинять ненасичені вуглеводні на паливо і як визначити їх наявність в ньому?
3. Які експлуатаційні вимоги пред'являють до палива для карбюраторних двигунів та якими показниками вони характеризуються?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/2/274.00.1/Б/ОК.17- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 13

4. Які домішки палива викликають корозію місткостей для зберігання, паливних баків та деталей паливо-підвідної апаратури?
5. Які домішки в паливі викликають корозію деталей двигуна?
6. Які експлуатаційні вимоги пред'являють до палива для дизельних двигунів?
7. Яка відмінність зимових дизельних палив від літніх і чому не допустимо їх використання влітку?
8. Чому потрібне старанне відстоювання дизельного палива та його фільтрування перед заправкою у двигун?
9. Які сполуки дизельних палив викликають корозію тари і паливної апаратури?
10. Які марки палив для швидкохідних дизелів і чому не рекомендують застосовувати для них паливо із загальним вмістом сірки більше 0,2 %?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/2/274.00.1/Б/ОК.17- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 14

Лабораторна робота №2

Тема: Контроль якості змащувальних масел

Мета роботи: Вивчити найпростіші методи оцінки якості змащувальних масел в умовах нафто-господарств авто- і сільськогосподарських підприємств та машино-технологічних станцій. Набути практичних навиків з контролю та оцінки якості моторних масел. Зробити висновок про якість дослідних зразків та можливість застосування масел в двигунах.

Оснащення робочого місця: Витяжна шафа, ручна лабораторія для визначення якості нафтопродуктів, польовий віскозиметр, нафто-денсиметри, штатив, електрична плитка, спиртовий пальник, відстійник, скляні пластинки, скляна паличка, скляний мірний циліндр на 250 мл, скляні циліндри діаметром 40...55 мм, пробірки з прозорого скла, пляшки.

Матеріали: дослідні зразки і колекція стандартних змащувальних масел, фільтрувальний папір, авіаційний бензин, ацетон. Плакати, навчальна і методична література.

Загальні відомості, зміст і порядок виконання роботи. Вивчити інструкцію з техніки безпеки і протипожежних заходів при виконанні робіт з визначення якості нафтопродуктів. Додатково до інструкції уяснити, що змащувальні масла (моторні, трансмісійні, індустріальні та ін.) є токсичними речовинами. До масел, що містять присадки, слід ставитися обережніше, ніж до масел без присадок. Це пов'язано з тим, що токсичні речовини деяких присадок, до складу яких входять сірка, фосфор, цинк, хлор та інші елементи, вивчені ще недостатньо. При порушенні правил поводження (користування) з маслами і недотриманні правил особистої гігієни вони можуть викликати екзему, фолікулярні ураження шкіри, дерматити, пігментацію шкіри та інші більш тяжкі захворювання [].

До виконання лабораторної роботи допускаються студенти, які вивчили інструкцію з техніки безпеки і протипожежних заходів, одержали відповідний інструктаж з обов'язковим записом про нього в лабораторно-кафедральному журналі.

Викладач так розподіляє студентів по робочих місцях, щоб кожен студент виконувала група з 2...4 чоловік. До виконання досліджень допускають студентів, які знають матеріал і методику виконання робіт по темі заняття. Студенти одержують у лаборанта необхідні матеріали.

Необхідно охарактеризувати масло за зовнішніми ознаками (колір, прозорість, запах, наявність води і видимих неозброєним оком механічних домішок). Ознайомитися з колекцією стандартних моторних (трансмісійних) масел, а потім порівняти з ними за зовнішніми ознаками дослідний зразок і

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/2/274.00.1/Б/ОК.17- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 15

зробити попередній висновок про належність його до певної марки. Визначити для двох зразків: в'язкість, густину, наявність загущуючої присадки, води і механічних домішок. За результатами дослідження заповнити протокол перевірки якості масла (додаток 2) і зробити висновок про якість досліджуваних зразків та можливість їх використання в двигунах.

При відхиленнях від вимог стандарту, вказати методи виправлення (відновлення) якості масла.

Після закінчення роботи представити одержані результати викладачу і прибрати робоче місце.

Вказівки до проведення роботи. Експлуатаційну оцінку змащувальних масел починають з перевірки відповідності паспортних даних вимогам стандартів і закінчують визначенням умов застосування або придатністю для тих чи інших конкретних агрегатів чи вузлів. При цьому за критичними значеннями в'язкості обов'язково визначають найнижчу температуру повітря, при якій дозволений пуск двигуна без його розігрівання (для моторного масла) або забезпечується безперешкодний початок руху самохідної машини (для трансмісійного).

Колір, прозорість, запах. Сучасні моторні і трансмісійні масла містять значно більше смол, ніж дизельні палива. У порівнянні з останніми масла мають більш інтенсивне забарвлення і в шарі товщиною 40...55 мм стають непрозорими. У зв'язку з цим для рідких масел, крім кольору в прохідному світлі, необхідно ще додатково фіксувати колір і відтінок у відбитому світлі.

Масла, які не містять смол - без кольору, наприклад, медичне чи вазелінове. Масла приладні і веретенні - прозорі навіть у товстому шарі, індустриальні - менш прозорі, і колір їх змінюється від жовтого до темно-коричневого по марках. Відтінки картерних масел змінюються від темно-жовтих до червоних. Трансмісійні масла ТАп-10 і ТАп-15 - чорні.

У відбитому світлі авіаційні і якісні моторні масла для автотракторних дизелів відсвічують зеленувато-голубим кольором, а для карбюраторних двигунів - синюватим, що вказує на значний вміст в них смолистих речовин.

Колір зразка визначають оглядом його у прохідному світлі в пробірці з прозорого скла. Пробірку розміщують між оком спостерігача і джерелом світла (сонячне світло, електрична лампа). Якщо масло в товстому шарі непрозоре, то колір його визначають в тонкому шарі, наприклад, оглядом масла, що стікає по стінках скляного посуду. Колір досліджуваних масел добре порівнювати з еталонними зразками. Якщо масло в тонкому шарі мутне, це вказує на наявність в ньому емульсійної води. Масло з водою може давати дуже стійкі емульсії. Такі масла перед застосуванням необхідно обезводнити.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/2/274.00.1/Б/ОК.17- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 16

Свіжі масла мають слабкий запах. Трансмiсійні масла ТАп-10 і ТАп-15 мають різкий, неприємний запах сірки, хлору.

Визначення в'язкості масла. В'язкість масла визначають за допомогою польового кулькового віскозиметра ПВ-3, що є в ручній лабораторії РЛ. Досліджуване масло, яке заливають у віскозиметр, порівнюють з еталонним за швидкістю падіння сталюї кульки. У віскозиметрі п'ять пробірок з маслами, в'язкість яких при 100°C дорівнює 4, 6, 10, 16 і 22 сСт ($\text{мм}^2/\text{с}$). Останню пробірку заповнюють досліджуваним маслом. У середині кожної пробірки, які розміщені у металевій оправі, знаходиться сталюа кулька. Зверху пробірки закриті нарізними пробками.

Для вирівнювання температури досліджуваного масла з еталонними зразками його попередньо слід витримати в умовах лабораторії. Заповнивши останню пробірку досліджуваним маслом, утвинчують пробку. При цьому стежать, щоб кулька в пробірці з досліджуваним маслом була такою ж, як і в пробірках з еталонними маслами. Утримуючи віскозиметр вертикально, спостерігають за переміщенням кульок у пробірках. Після того, як всі кульки опустяться донизу, віскозиметр повертають на 180° і знову спостерігають за падінням кульок: визначають, до якого еталонного масла ближче в'язкість досліджуваного. Дослід повторюють два-три рази. Щоб точно зафіксувати положення кульок, прилад під час досліду можна повернути в горизонтальне положення. Якщо, наприклад, виявилось, що кулька в досліджуваному маслі падає з такою ж швидкістю, як і в третій пробірці, то це означає, що в'язкість досліджуваного масла біля 10 сСт при 100 °С. В'язкість масел не завжди може точно співпадати з еталонними. Так, якщо кулька падає повільніше, ніж у другій пробірці (6 сСт), але швидше, ніж в третій (10 сСт), то можна вважати, що в'язкість досліджуваного масла приблизно дорівнює 8 сСт при 100 °С.

В'язкість масла можна визначити і за допомогою віскозиметра СЭВ-1, який входить в комплект лабораторії ЕЛАН, що розміщується на полицях і стінках відповідного футляра-шафки. На відміну від віскозиметра ПВ-3 віскозиметр СЭВ-1 має дев'ять скляних пробірок. При цьому вісім пробірок заповнені маслами з відповідною в'язкістю. Масла, що знаходяться в пробірках (від першої до восьмої), мають в'язкість при 100 °С відповідно 4 сСт, 7, 10, 13, 16, 18,20 і 22 сСт.

Визначення густини. Густина обов'язково визначають при здаванні-прийманні масел з метою обліку їх маси. В практиці густину частіше наводять як безрозмірну величину ρ_4^{20} , яка представляє відношення маси масла при 20°C до маси води при 4°C в тому ж об'ємі (густина води при 4°C дорівнює 1000 $\text{кг}/\text{м}^3$).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/2/274.00.1/Б/ОК.17- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 17

Густину масла визначають нафто-денсиметром (ареометром). Для цього масло наливають в прозорий циліндр, висота якого повинна бути більша довжини нафто-денсиметра. Акуратно, суворо вертикально, тримаючи за верхній кінець, опускають в циліндр нафто-денсиметр. При цьому необхідно стежити, щоб нафто-денсиметр не торкався стінок і дна циліндра. Перед зануренням необхідно перевірити чистоту нафто-денсиметра і при необхідності старанно його витерти. Після встановлення нафто-денсиметра і припинення його коливань, проводять відлік по верхньому краю меніска, тобто на межі змочуваності трубки нафто-денсиметра. При відліку око спостерігача повинно знаходитися на рівні меніска масла. Якщо шкала нафто-денсиметра проградуєвана в $г/см^3$, то відлік густини фіксують з точністю до чотирьох знаків праворуч від коми (четвертим знаком буде “0” або “5”). Одночасно із вимірюванням густини по термометру нафто-денсиметра визначають температуру масла. Це викликано тим, що густина залежить від температури: з підвищенням її густина зменшується, а із зниженням - збільшується.

Якщо густину вимірюють не при $20^{\circ}C$, тоді як і для палив вносять поправку на температуру і розрахунок ведуть за формулою:

$$p_4^{20} = \rho^t + \gamma (t - 20),$$

де P - густина масла при температурі випробувань (показання нафто-денсиметра), $кг/м^3$;

γ - залежна від величини густини температурна поправка на $1^{\circ}C$ (приблизно для масла $\gamma = 0,61 кг/м^3 \cdot ^{\circ}C$);

t - температура масла при відліку густини, $^{\circ}C$.

Розраховане значення густини заокруглюють до тисячного знака, якщо шкала нафто-денсиметра проградуєвана в $г/см^3$ або до одиниці, якщо шкала проградуєвана в $кг/м^3$.

Наявність загушуючої присадки в моторному маслі. Масла, в які введені в'язкісні (загушуючі) присадки (наприклад, поліізобутилен), називають загущеними. Такі масла мають добрі в'язкісні властивості при різних температурах і забезпечують легкий пуск двигуна при низьких температурах. Вони можуть бути використані як зимові в північних районах або всесезонні в будь-яку пору року в середній смузі СНД. Застосування загущених масел сприяє значному зниженню втрат енергії на тертя, що забезпечує економію палива, а, отже, є екологічно вигідним.

При кімнатній температурі загущені масла від не загущених моторних (дистилятних, залишкових та їх суміші) можна легко відрізнити по їх в'язкості і по виділенні присадки - поліізобутилену. Поліізобутилен не розчиняється в

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/2/274.00.1/Б/ОК.17- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 18

ацетоні, тому якщо в пробірці розвести 3...5 мл масла в 6... 10 мл авіаційного бензину, перемішати і додати 5 мл ацетону, то поліізобутилен почне швидко виділятися з розчину. Це буде помітно через помутніння розчину і випаданню через 10...25 хв на дно пробірки прозорої липкої грудочки.

Визначення води і механічних домішок. Крапля масла, що містить воду, при нанесенні на скло в прохідному світлі мутна. В маслах наявність вологи можна визначити також пробою на потріскування. Для цього пробу масла ретельно перемішують (струшуючи пляшку), 2...4 мл наливають на дно сухої пробірки, яку обережно нагрівають на слабкому вогні. При наявності води масло піниться, чути характерне потріскування, помітна вібрація пробірки і на холодній верхній її частині конденсуються (осідають) дрібні крапельки води. Якщо потріскування не чути, але верхня частина пробірки помутніла або злегка затуманилась, то в маслі є лише сліди води (менше 0,05%).

Забрудненість масел визначають так. Досліджуване масло наливають в пробірку і, старанно перемішуючи, нагрівають над плиткою до 40...50°C. Чистою скляною паличкою наносять 1...3 краплі масла на фільтрувальний папір і розглядають в прохідному світлі. При наявності механічних домішок в маслі на просвіт виразно видно окремі вкраплення або темні потьоки.

Характер домішок (абразивні чи ні) та наявність абразивних домішок визначають пробою на стирання. Беруть два сухих плоских скла. На одне скло наносять 1...2 краплі середньої проби масла, накривають його другим склом і перемішують їх одне щодо другого, щільно притискуючи пальцями. Якщо в зразку масла є абразивні домішки, чути характерний різкий скрип. Дослід повторюють 3...4 рази і кожний раз з новою пробою масла. При виявленні абразивних домішок, масло в двигунах використовувати не можна

Кількість механічних домішок і води може бути визначена у відстійнику так само, як і для палива. Оскільки домішки в моторних маслах осідають дуже повільно, їх потрібно розвести бензином. Середню пробу масла наливають у відстійник до рівня 25 або 50 мл, а до 100 мл додають чистий бензин. Суміш перемішують і опускають відстійник в теплу воду на 50 хв. Для визначення відсоткового вмісту механічних домішок їх кількість в мілілітрах треба помножити на 4, якщо взято 25 мл масла, і на 2 - при пробі 50 мл

Зміст звіту. Коротко описати методику проведення роботи. Одержані дослідні дані і результати розрахунку занести в підсумкову таблицю звіту про роботу (додаток 2). Співставити наведені дані з відповідними показниками стандартів та колекцією стандартних масел, встановити марку зразка масла, досліджуваного в лабораторній роботі. Зробити висновок про якість досліджуваного масла і можливість його використання. У звіті відобразити

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/2/274.00.1/Б/ОК.17- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 19

питання, передбачені завданням для самостійної роботи.

Завдання для самостійної роботи. Використовуючи знання, одержані при вивченні дисципліни “Експлуатаційні матеріали”, назвіть показники масел, які можуть бути виправлені (відновлені) в умовах рядової експлуатації машин. При наявності відхилень показників якості масла від вимог стандарту дайте практичні пропозиції щодо їх усунення. Опишіть перелік робіт, виконуваних за допомогою ручної (РЛ) і польової (ПЛ-2М) лабораторій.

Контрольні запитання

1. Назвіть і обґрунтуйте найважливіші вимоги до якості змащувальних масел та перерахуйте функції, які вони виконують?
2. Як змінюється в'язкість масел при зміні температури і чим вона характеризується?
3. Чим забруднюються масла при роботі двигуна і від яких домішок здійснюється очистка в процесі його роботи?
4. Які фактори впливають на окислення масел і як воно відбивається на їх експлуатаційних властивостях?
5. Як якісно і кількісно оцінити наявність механічних домішок і води в маслі?
6. В чому суть визначення в'язкості масел польовим візкозиметром?
7. Що таке загущені масла і які їх переваги перед незагущеними?
8. Які вимоги пред'являються до в'язкісних властивостей трансмісійних масел?
9. Назвіть способи визначення в'язкості змащувальних масел і як за цим параметром їх розрізняють?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/2/274.00.1/Б/ОК.17- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 20

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3

Тема: Визначення якості бензину і бензинових сумішей

Мета: Ознайомлення з методами визначення якості бензину.

Устаткування: витяжна шафа, мірна ємність для бензину (бензинових сумішей) та води, термометр, нафто-денсиметр, скло, запальничка.

Матеріали: зразки бензину або бензинових сумішей в мірних ємностях, кристалічний $KMnQ_4$, індикатори.

Примітка: в подальшому тексті під словом бензин розуміється бензин або бензинова суміш.

Загальні відомості і порядок виконання роботи. Найпростішим способом оцінки якості продукту є уважний огляд кольору палива. Якісний бензин повинен бути тільки світлим, безбарвним. У разі появи ледь помітного жовтого або блакитного відтінку, краще відмовитися від використання такого палива.

Як визначити чи розбавлений бензин водою? Для цього знадобиться реактив $KMnQ_4$ (марганцево-кислий калій). Для цього слід налити паливо в стакан, додати туди кристалики $KMnQ_4$ і збовтати суміш. Якщо кристали розчиняться (повинен з'явитися рожевий відтінок), значить, в бензині присутній конденсат.

Третій спосіб дозволяє визначити, чи присутні в бензині шкідливі присадки. Для цього слід спочатку змочити бензином аркуш паперу і після цього висушити його. Якщо пальне не залишило жодних слідів, то це говорить про його високу якість.

І останній спосіб визначить наявність смол, масел і інших небажаних речовин. Для цього необхідно капнути бензином на чисте скло і підпалити. Якщо після вигорання палива на склі залишаються білі розводи, то це свідчить про те, що пальне не містить домішок. А якщо розводи набувають жовтого, оранжевого або коричневого кольору, значить, в цьому бензині присутні смоли в високих концентраціях. Залишки сажі на склі вказують на те, що в бензині є підмішаний бензол.

Оформлення звіту. Навести загальні відомості про бензин і бензинові суміші та короткий опис методики проведення роботи. Результати досліджень та розрахунків занести в протокол експериментальної частини звіту. Зробити висновки.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/2/274.00.1/Б/ОК.17- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 21

Контрольні запитання

1. Від чого залежить якість сумішоутворення?
2. Від чого залежить процес випаровування палива?
3. Які параметри впливають на досконалість процесу горіння?
4. Які признаки та наслідки вибухового горіння?
5. Що називається октановим числом?
6. Які шляхи підвищення октанових чисел бензинів?
7. Що таке товарні бензини?
8. Як маркуються автомобільні бензини?
9. Який поділ бензинів на етильовані та неетильовані?

Додатки

1. Протокол визначення якості бензину

Параметр якості	Характеристика параметра
Прозорість	
Колір	
Запах	
Характер випаровування	
Зовнішня схожість	
Механічні домішки	
Вода	
Густина:	
показання нафто-денсиметра $^{\circ}/\text{см}^3$	
температура палива, $^{\circ}\text{C}$	
температура поправки, $^{\circ}\text{C}$	
густина палива $^{\circ}/\text{см}^3$	
Забарвлення водяної витяжки при дії:	
фенолфталеїну	
метилоранжу	
Вміст водорозчинних:	
кислот	
лугів	
Забарвлення розчину KMnO_4	
Наявність ненасичених вуглеводнів	
Діаметр плями після вигорання палива, мм	
Кількість смол, мг/100мл	
Дія етилового спирту на суміш бензину і розчину йоду	
Вміст в бензині етилової рідини	

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/2/274.00.1/Б/ОК.17- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 22

2. Протокол визначення якості масла

Параметр якості	Характеристика
Колір: в прохідному світлі в пробірці (товстий шар) при стіканні по стінці скляного посуду (в тонкому шарі) у відбитому світлі Прозорість в шарі: товстому тонкому Запах Наявність (при візуальному огляді): води механічних домішок Зовнішня схожість В'язкість, сСТ Густина:	

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/2/274.00.1/Б/ОК.17- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 23

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

Тема: Визначення вмісту водорозчинних кислот і лугів в паливно-мастильних матеріалах (ПММ)

Мета роботи: Ознайомити студентів з методикою визначення вмісту кислот і лугів в ПММ.

Оснащення робочого місця:

Устаткування: витяжна шафа, мірні циліндри, ділильна лійка, герметична пробка, пробірки, штатив, ваги.

Матеріали: зразки ПММ, дистильована вода, водний розчин метилоранжу, спиртовий розчин фенолфталеїну, ємність з лугом КОН.

Загальні відомості і порядок виконання роботи. Мінеральні кислоти та інші водорозчинні сполуки кислого характеру викликають корозію чорних і кольорових металів. Тому вони не допустимі в експлуатаційних матеріалах. Луги активно кородують кольорові метали, тому їх вміст теж не допускається.

Вміст органічних (нафтових) кислот у паливах прийнято характеризувати кислотністю. Кислотність – це кількість лугу КОН, яка виражена в міліграмах і потрібна для нейтралізації всіх нафтових кислот в 100мл ПММ.

Примітка: роботу виконувати в витяжній шафі.

Роботу виконати в наступній послідовності:

І. Якісний аналіз вмісту водорозчинних кислот і лугів.

Відміряти 10мл оливи в мірному циліндрі і перелити її в ділильну лійку.

Повторити пункт 1 для 10мл дистильованої води, переливши її в цю ж ділильну лійку.

Закрити ділильну лійку герметичною пробкою та збовтати суміш.

Закріпити ділильну лійку на штативі і зачекати до розшарування утвореної емульсії.

Нижній шар (водяна витяжка) злити в рівних кількостях в дві пробірки.

В одну пробірку додати дві краплі водного розчину метилоранжу, а в іншу-три краплі спиртового розчину фенолфталеїну.

Згідно таблиці 1 зробити висновки про середовище досліджуваного ПММ.

Таблиця 1

Забарвлення середовища від дії індикатора

Середовище	Метилоранж	Фенолфталеїн
Лужне	Жовте	Малинове
Нейтральне	Оранжеве	Безбарвне
Кисле	Червоне	Безбарвне

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/2/274.00.1/Б/ОК.17- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 24

II. Кількісний аналіз.

1. Помістити в мірну ємність 10 мл досліджуваного нафтопродукту, для якого проводиться якісний аналіз.
2. Додати невелику порцію луґу КОН (1мг).
3. Провести якісний аналіз.
4. При кислому середовищі пункти 2 і 3 повторювати до одержання нейтральної реакції.
5. Розрахувати кислотність матеріалу, що досліджується, шляхом додавання всіх порцій КОН, що використано на нейтралізацію.
6. Зробити висновки та практичні рекомендації про якість ПММ.

Оформлення звіту. Навести короткий опис загальних відомостей про вплив кислот на якість мастильних матеріалів та методики проведення роботи. Результати досліджень та розрахунків занести до таблиці довільної форми в експериментальній частині звіту. В кінці звіту помістити висновки.

Контрольні запитання

1. Що таке кислотність та лужність ПММ?
2. В чому полягає суть якісного методу визначення кислотності ПММ?
3. В чому полягає суть кількісного методу визначення кислотності ПММ?
4. Що таке реакція нейтралізації?
5. Як впливає кислотність та лужність ПММ на корозійні процеси конструкційних металів?
6. Які заходи боротьби з корозією в автомобільних двигунах?
7. В якій кількості додають антикорозійні присадки?
8. Як змінюється нейтральність ПММ в процесі їх експлуатації?
9. Що таке лужне число оливи?
10. Що таке захисна функція оливи?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/2/274.00.1/Б/ОК.17- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 25

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5

Тема: Визначення трибо-технічних властивостей олив

Мета роботи: ознайомити студентів з методикою визначення трибо-технічних властивостей олив.

Оснащення робочого місця

Устаткування: установка для визначення трибо-технічних властивостей олив.

Матеріали: ємність з оливою з присадками, ємність з оливою без присадок.

Загальні відомості і порядок виконання роботи. Трибо-технічні властивості олив є важливим показником їх експлуатаційних якостей. Покращення експлуатаційних показників трибо-технічних систем призводить до підвищення надійності та довговічності деталей вузлів тертя. Це досягається шляхом удосконалення мастильної здатності олив через утримання їх граничного шару на поверхні тертя за рахунок введення спеціальних добавок (присадок).

В даній роботі поставлена задача визначення впливу мастильних олив та присадок в них на зменшення сил тертя у вузлах тертя, що проявляється зміною крутного моменту на валу установки.

Вимірювання крутного моменту на валу установки здійснюється через систему “датчик - комп’ютер”, яка чутлива до зміни сил тертя від умов змащування.

Установка для визначення трибо-технічних властивостей олив складається з: валу, що встановлений в підшипниках ковзання. В підшипниках ковзання передбачені спеціальні отвори для змащування поверхонь деталей, що взаємно труться. Для забезпечення крутного моменту на валу передбачені спеціальні гвинтові пристрої, за допомогою яких можна створювати різні за величиною натяги.

При обертанні валу в підшипниках ковзання без оливи з попередньо встановленими наближено однаковими натягами в обох вузлах тертя маємо вид сухого тертя, якому відповідає певний момент кручення (Мкр. с. т.).

При додаванні крапель олив без присадок в отвори обох підшипників ковзання отримуємо зменшений крутний момент (Мкр. м.).

При додаванні крапель олив з присадками (перед цим поверхні тертя слід ретельно витерти від попереднього зразка оливи) отримуємо наступний зменшений крутний момент (Мкр. м. п.).

Оцінку покращення трибо-технічних характеристик системи, що розглядається, можна дати через введення коефіцієнту зменшення тертя:

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/2/274.00.1/Б/ОК.17- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 26

$$k_1 = \frac{M_{кр.с.т.}}{M_{кр.м.}} ; \quad k_2 = \frac{M_{кр.с.т.}}{M_{кр.м.п.}}$$

Коефіцієнт зменшення тертя наглядно представляється графічною залежністю

$$k = f(M_{кр}).$$

Роботу виконати в наступній послідовності:

1. Рівномірно піджати гвинтовими пристроями рухомі частини підшипників ковзання до валу.
2. Провернути вал пристрою в умовах сухого тертя, вимірявши силу, що створює крутний момент.
3. Розрахувати крутний момент, використовуючи знайдене значення сили.
4. Через отвори в підшипниках ковзання додати оливу без присадки і повторити пункти 1–3.
5. Віджати підшипники ковзання. Протерти їх від оливи і повернути в попереднє положення.
6. Через отвори в підшипниках ковзання додати оливу з присадками і повторити пункти 1–3.
7. Віджати підшипники ковзання і протерти їх від оливи.
8. Зафіксовані дані занести в таблицю 1 встановленої форми.

Таблиця 1

Дані експериментальних досліджень

№ досліду	Стан поверхонь у вузлах тертя	Сила крутного моменту на валу, Н	Величина крутного моменту, Нм
1			
2			
3			

9. Виконати розрахунки коефіцієнтів тертя.
10. Побудувати графік залежності коефіцієнту тертя від умов змащування, що виражаються крутним моментом.
11. Зробити висновки та практичні рекомендації про покращення триботехнічних характеристик системи, що досліджувалась та про практичне використання дослідних зразків олив.

Оформлення звіту. Навести короткий опис загальних відомостей про мастильну здатність олив та методики проведення роботи. В кінці звіту помістити таблицю, графік в експериментальній частині звіту, зробити

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/2/274.00.1/Б/ОК.17- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 27

ВИСНОВКИ.

Контрольні запитання

1. Що таке трибо-технічні властивості?
2. Що таке крутний момент?
3. Яка роль присадок в оливах?
4. Які види присадок використовуються для покращення мастильної здатності оливо?
5. В якій кількості додаються присадки в оливи і до чого може призвести їх збільшення?
6. Що таке лакові відкладення на деталях поршневої групи і як цьому запобігти?
7. Який зв'язок мастильної здатності оливо з в'язкістю?
8. Які є способи підвищення мастильної здатності оливо?
9. Пояснити механізм забезпечення мастильної здатності трансмісійних оливо?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/2/274.00.1/Б/ОК.17- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 28

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6

Тема: Визначення температури крапле-падіння консистентних пластичних мастил (КПМ)

Мета роботи: ознайомити студентів з методикою знаходження температурних параметрів крапле-падіння КПМ та розрахунку температури їх експлуатації.

Оснащення робочого місця:

Устаткування: установка для визначення температури крапле-падіння КПМ, з пристроєм для фіксації температури падіння першої краплі; підставка для уловлювання першої краплі, скляна паличка.

Матеріали: зразки КПМ.

Загальні відомості та порядок виконання роботи. Установка для визначення температури крапле-падіння складається зі штатива, на якому встановлено мірну ємність для КПМ; термометра для вимірювання температури нагріву мастила та пристрою нагрівання з тепловідводом до капсули з мастилом.

Температура крапле-падіння КПМ визначається для встановлення його температури експлуатації.

Роботу виконувати в наступній послідовності:

1. Вигвинтити термометр з ємності для мастила.
2. Скляною паличкою помістити КПМ в ємність для нагріву.
3. Встановити термометр в попереднє положення.
4. Перед ввімкненням нагрівального приладу впевнитись в під'єднанні заземлюючого проводу до клеми заземлення.
5. Ввімкнути нагрівальний пристрій і встановити при необхідності послідовно температурні інтервали нагріву:
 - а) 60...80 °С;
 - б) 80...100 °С;
 - в) 100...120 °С.
6. Зафіксувати температуру падіння першої краплі ($T_{кр}$) підігрітого мастила.
7. Повторити дослід для інших зразків мастил.
8. Розрахувати температуру експлуатації (T_e) КПМ, з використанням залежності:

$$T_e = T_{кр} - (10...12 \text{ } ^\circ\text{C}) \text{ (для солідолів)}$$

7. Зробити висновки та практичні рекомендації по використанню зразків мастил, що досліджувались.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/2/274.00.1/Б/ОК.17- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 29

Оформлення звіту. Навести загальні відомості про консистентні пластичні мастила та короткий опис методики проведення роботи. Результати досліджень та розрахунків занести в таблицю 1 за формою в експериментальній частині звіту

Таблиця 1

Температурні характеристики КПМ, що досліджувались

Номер зразка КПМ	Температура краплепадіння, °С ($T_{кр}$)	Робоча експлуатаційна температура, °С (T_e)	Тип КПМ	Позначення
№1				
№2				
№3				

В кінці звіту помістити висновки.

Контрольні запитання

1. Що таке КПМ?
2. Що таке температура крапле-падіння?
3. Від чого залежить температура крапле-падіння КПМ?
4. Яка технологія отримання КПМ?
5. Які загусники використовуються для забезпечення тих або інших експлуатаційних якостей КПМ?
6. В яких КПМ обов'язкова присутність води і чому?
7. Який принцип роботи приладу для визначення температури крапле-падіння КПМ?
8. Як розрахувати температуру експлуатації КПМ?
9. Що таке пенетрація?
10. Як класифікується КПМ за температурою експлуатації?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/2/274.00.1/Б/ОК.17- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 30

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №7

Тема: Визначення залежності умовної в'язкості оливи від температури

Мета роботи: ознайомити студентів з методикою визначення умовної в'язкості та складанням в'язкісно - температурних характеристик олив.

Оснащення робочого місця:

Устаткування: установка для визначення умовної в'язкості, мірна ємність з пристроєм для підігріву оливи, лійка, термометр, секундомір, мірні стакани.

Матеріали: зразки олив, дистильована вода в мірній ємності.

Загальні відомості і порядок виконання роботи. Для оцінки експлуатаційних властивостей нафтопродуктів користуються умовною в'язкістю, яку визначають за допомогою спеціальної установки. Вона складається: з двох мірних трубок з кранами, які мають калібровані отвори для пропускання рідини (олива, дистильована вода). Мірні трубки закріплені на спеціальному штативі.

Умовною в'язкістю називають відношення часу витікання через калібрований отвір 60мл досліджуваного нафтопродукту при заданій температурі до часу витікання 60мл дистильованої води при температурі 20 °С.

Роботу виконати в наступній послідовності:

1. Налити оливу в мірну ємність до позначки 60мл, а дистильовану воду в одну з мірних трубок при закритому крані.
2. Оливу підігріти до температури 60 °С.
3. Перелити підігріту оливу в мірну трубку при закритому положенні крану.
4. Встановити в мірну трубку з підігрітою оливою термометр і зафіксувати температуру 50 °С.
5. Одночасно відкрити крани для зливання дистильованої води та оливи в мірні стакани. За допомогою секундоміру визначити час витікання рідин. Дані занести до таблиці встановленої форми.
6. Повторити дослід для температур 70 °С та 80 °С (попередній нагрів наближено на 10 °С більший), а також для кімнатної температури (20 °С).
7. Розрахувати відносну в'язкість оливи за формулою:

$$E = T / A$$

де: E – в'язкість в градусах Енглера;

T – час витікання із приладу 60мл оливи в секундах;

A – константа приладу в секундах.

Примітка: константу приладу визначають часом витікання дистильованої води із приладу при кімнатній температурі.

8. Повторити пункти 1-7 для наступного зразка оливи.
9. Результати розрахунків занести до таблиці 1.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/2/274.00.1/Б/ОК.17- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 31

1. Побудувати графіки залежностей умовної в'язкості від температури для даних зразків олив. Зробити висновки про характер в'язкісно-температурних характеристик олив, що досліджувались.

Оформлення звіту. Навести загальні відомості про значення в'язкості для мастильної здатності олив та короткий опис методики проведення роботи. Результати досліджень і розрахунків занести в таблицю 1 за формою в експериментальній частині звіту.

Таблиця 1

Визначення умовної в'язкості

Температура нагріву оливи	Кімнатна температура, °С		50 °С		70 °С		80 °С		Константа приладу, (А), с
№ зразка оливи	1	2	1	2	1	2	1	2	
Час витікання оливи, с									
Умовна в'язкість, °Е									

Графіки залежностей умовних в'язкостей від температур даних зразків олив та висновки привести після таблиці.

Контрольні запитання

1. Яка природа в'язкості?
2. Що таке умовна в'язкість?
3. Що таке динамічна в'язкість?
4. Що таке кінематична в'язкість?
5. Що таке індекс в'язкості?
6. Що таке вязкісно - температурний коефіцієнт?
7. Як змінюється густина і в'язкість нафтопродуктів в залежності від температури?
8. Яка роль в'язкості в забезпеченні мастильної здатності олив?
9. Як колір олив вказує на в'язкість та якість?

Який зв'язок фактичних смол з в'язкістю паливно-мастильних матеріалів?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/2/274.00.1/Б/ОК.17- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 32

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №8

Тема: Визначення густини паливно-мастильних матеріалів, технічних рідин та електроліту

Мета роботи: Ознайомити студентів з методикою визначення густини паливно-мастильних матеріалів та електроліту.

Оснащення робочого місця:

Устаткування: витяжна шафа, ареометр, електричні ваги, пристрій для нагріву, мірні ємності.

Матеріали: ємність з електролітом, зразки паливно-мастильних матеріалів, ємність з водою.

Загальні відомості і порядок виконання роботи. Густина є одним з важливих показників фізичних властивостей паливно-мастильних матеріалів, яку можна визначити декількома способами:

I. Об'ємно-ваговим-методом.

II. Використовуючи спеціальні прилади – ареометри.

Перший метод полягає у визначенні відношення попередньо зваженої на електронних вагах рідини до її об'єму, що визначається мірною посудиною.

Вимірювання густини ареометром зводиться до заповнення ємності приладу рідиною після чого густина фіксується положенням поплавка-ареометра в рідині. Поплавок-ареометр має шкалу густини, що відкалібрована при 20 °С (дробинки в нижній частині). Якщо вимірювання густини відбувається при температурі відмінній від 20 °С то необхідно враховувати температурну поправку α на кожний градус.

Примітка: роботу виконувати в витяжній шафі.

Роботу виконати в наступній послідовності:

I метод.

1. Визначити об'єм заданої оливи за допомогою мірної ємності.
2. Визначити масу заданого об'єму оливи за допомогою електронних ваг.
3. Розрахувати густину оливи за формулою $\rho = m/v$ (кг/м³).
4. Повторити пункт 1,2,3 після підігрівання оливи на 10 °С, 20 °С, 30 °С.
5. Побудувати графік залежності зміни густини оливи від температури.

II метод.

1. Зібрати за інструкцією прилад для визначення густини.
2. Набрати електроліт в камеру приладу за допомогою гумової груші.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/2/274.00.1/Б/ОК.17- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 33

3. Визначити його густину положенням поплавка-ареометра в рідині. При температурі навколишнього середовища відмінній від 20 °С зробити перерахунки за формулою:

$$\rho = \rho^t + \gamma(t - 20),,$$

де: ρ^t – густина при температурі випробувань;

γ - температурна поправка на 1 °С ($\gamma = 0,7$);

t – температура електроліту при визначенні його густини, °С.

4. Злити електроліт в ємність та промити прилад водою.

Оформлення звіту. Коротко описати загальні відомості про фізичні властивості експлуатаційних матеріалів та методику проведення роботи. Отримані дослідні дані і результати розрахунків занести в таблицю довільної форми в експериментальній частині звіту. Зробити висновки про можливість використання даного електроліту і про характер зміни густини оливи від температури.

Контрольні запитання

- Що таке густина і які є способи її визначення?
- Порівняти швидкості зміни густини та в'язкості паливно-мастильних матеріалів від температури?
- На які експлуатаційні властивості олив впливає густина?
- Що таке температурна поправка ареометра?
- Як визначається густина ареометром?
- Густина палив та її вплив на якість приготування робочої суміші.
- Як якісно і кількісно оцінити наявність механічних домішок і води в оливі?
- Яка різниця між густиною і в'язкістю?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/2/274.00.1/Б/ОК.17- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 34

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №9

Тема: Визначення типу консистентного пластичного мастила (КПМ)

Мета роботи: Ознайомити студентів з методикою визначення типу КПМ.

Оснащення робочого місця:

Устаткування: пристрій для нагріву КПМ, термометр електронний контактний, скляні палички, пробірки.

Матеріали: зразки КПМ, фільтрувальний папір

Загальні відомості та порядок виконання роботи. Тип КПМ визначається за видом загусника. Загусниками КПМ можуть бути вуглеводневі складові та металовмісні мила (натрієве, кальцієве, літієве та інші). Для визначення типу КПМ набула широкого використання методика “Проба на жирову пляму”. Суть якої полягає в підігріванні зразка КПМ на фільтрувальному папері в інтервалі температур від 50 до 130 °С. Якщо плавлення зразка відбувається при температурі до 60 °С з утворенням жирової плями без залишку то це КПМ на основі вуглеводневих загусників (парафін та інші), які складають групу вазелинів.

При плавленні КПМ в температурних інтервалах до 90 °С з залишком грудочки на фільтрувальному папері - маємо солідоли, загусниками яких є кальцієві металовмісні мила.

При плавленні КПМ в температурних інтервалах 120...130 °С досліджуваний зразок може бути консталином (загусник натрієве металовмісне мило), або літолом (літієве металовмісне мило). Щоб відрізнити консталин від літолу слід додатково виконати дослід на розчинність зразка КПМ у воді. Розчинний зразок у воді – це консталин (дає рівномірно забарвлений розчин), а нерозчинний зразок – літол.

Роботу виконати в наступній послідовності:

1. Покласти грудочку мастила діаметром 5мм на фільтрувальний папір.
2. Підігріти при необхідності зразок мастила до температур 60 °С, 90 °С, 130 °С (температуру визначити контактним цифровим термометром).
3. Зробити висновки по даному досліді.
4. Повторити пункти 1 -3 для інших зразків КПМ.
5. При неоднозначності визначення типу мастила методом жирової плями провести дослід на розчинність зразка КПМ у воді. Для цього 1мл мастила внести скляною паличкою на дно пробірки.
6. Налити в пробірку 4 – 5мл води.
7. Пробірку збовтати та поступово нагріти (на початковому етапі підігріву пробірку підносити до джерела нагріву на дві – три секунди, щоб не був викинутий вміст пробірки).
8. Зробити висновки по даному досліді.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/2/274.00.1/Б/ОК.17- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 35

Оформлення звіту. Навести загальні відомості та короткий опис методики проведення роботи. Результати досліджень і розрахунків занести в таблицю 1 за формою в експериментальній частині звіту

Таблиця 1

Визначення типу зразків мастил

№ зразка	Експериментальна температура плавлення, °С	Розчинність у воді	Тип загусника	Тип КПМ
1				
2				
3				
4				

В кінці звіту помістити висновки.

Контрольні запитання

2. Дати визначення КПМ?
3. Які є види загусників пластичних мастил?
4. Які існують способи визначення типу КПМ?
5. Яка технологія отримання КПМ?
6. Які властивості КПМ за температурними параметрами?
7. Як властивості КПМ по розчинності їх у воді та бензині?
8. Які є універсальні КПМ за умовами використання?
9. Які є кальцієві мастила та яка сфера їх використання?
10. Які є натрієві мастила та яка сфера їх використання?
11. Які є багатоцільові мастила та яка сфера їх використання?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/2/274.00.1/Б/ОК.17- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 36

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №10

Тема: Визначення фракційного складу бензину (бензинових сумішей)

Мета роботи: Ознайомити студентів з методикою визначення фракційного складу бензину (бензинових сумішей).

Оснащення робочого місця:

Устаткування: витяжна шафа, мірна ємність для бензину (бензинових сумішей), пристрій для нагріву, термометр, охолоджувальна камера з трубкою для конденсації парів, мірна посудина для збору конденсату бензину (бензинових сумішей), скляні трубки і корки для герметизації з'єднань, з'єднувальні патрубки.

Матеріали: зразки бензину або бензинових сумішей в мірних ємностях.

Примітка: в подальшому тексті під словом бензин розуміється бензин або бензинова суміш.

Загальні відомості і порядок виконання роботи. Фракційний склад нафтопродуктів – це вміст в них тих чи інших фракцій виражених в об'ємних або масових відсотках. Для бензину фракційний склад визначається стандартним приладом для розгонки нафтопродуктів. Прилад складається з : мірної ємності з термометром; пристрою для нагріву бензину в інтервалі 30...200 °С з фіксованою температурою та герметизованого з'єднання з трубкою, через яку пари нафтопродуктів потрапляють в охолоджувальну камеру; мірної посудини для збору конденсованих парів бензину.

Примітка: роботу виконувати в витяжній шафі.

Роботу виконати в наступній послідовності:

1. Скласти установку для визначення фракційного складу бензину.
2. Залити бензин в мірну ємність в кількості 100мл.
3. Поступово виконати розгонку 10% легких фракцій бензину з фіксацією температури початку розгонки (ПР) та кінця розгонки (КР).
4. Повторити пункт 3 для 50% середніх фракцій бензину через інтервал 10%.
5. Повторити пункт 3 для 90% важких фракцій бензину через інтервал 10%.
6. Виконати розрахунки, з занесенням результатів в таблицю, встановленої форми. За визначеною температурою википання 10% фракцій заданого бензину визначити мінімальну температуру навколишнього середовища при якій можливий пуск двигуна за формулою:

$$t_{\text{пов}} = 0.5t_{10} - 55.5$$
8. Повторити досліди для інших зразків бензину.
9. Зробити висновки та практичні рекомендації про умови використання бензинів, що досліджувались.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/2/274.00.1/Б/ОК.17- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 37

Оформлення звіту. Навести загальні відомості про фрикційний склад бензинів та їх поділ на літні і зимові, дати короткий опис методики проведення роботи. Привести схему лабораторної установки для визначення фрикційного складу бензинів.

Результати досліджень та розрахунків занести в таблицю 1 за формою в експериментальній частині звіту.

Таблиця 1.

Результати розгонки бензину (бензинових сумішей)

Температура, що відповідає											Залишок, %	Втрати, %
ПР	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	КР		

В кінці звіту помістити висновки.

Контрольні запитання

1. Що таке фрикційний склад палив?
 2. Як фракційний склад впливає на експлуатаційні показники бензинів?
 3. Чим відрізняється склад зимових та літніх бензинів?
 4. Що таке парові пробки і яка причина їх виникнення?
 5. Як випаровуваність бензину пов'язана з його фракційним складом?
 6. Вплив фракційного складу на швидкість приготування робочої суміші в карбюраторі двигуна.
 7. Як фракційний склад бензину впливає на легкість пуску двигуна і на швидкість його прогріву?
 8. Як фракційний склад бензину впливає на повноту згорання робочої суміші?
 9. Що таке коефіцієнт надлишку повітря?
- Що таке нормальна, багата та бідна бензинова горюча суміш?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/2/274.00.1/Б/ОК.17- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 38

Практична робота №1

Тема: Визначення теоретично необхідної та дійсної кількості повітря, необхідного для згорання 1кг твердого, рідкого або 1м³ газоподібного палива

Мета: Ознайомитись з методиками розрахунку та виконати розрахунок теоретично необхідної та дійсної кількості повітря для згорання бензину певної марки з %-вим елементарним складом горючих складових.

Порядок виконання роботи

1. Привести теоретичні відомості про процеси горіння автомобільних палив та методику розрахунку теоретично необхідної та дійсної кількості повітря для повного згорання
2. Виконати практичні розрахунки, згідно поставленої мети, виходячи із %-го вмісту горючих елементів:
С- 88,3%;
Н- 11%;
S- 0,5%;
О- 0,2%.
3. Зробити висновки про роль кисню в забезпеченні економного витрачання палив.

Контрольні запитання

1. Як розрізняються процеси горіння за видами?
2. Назвати умову згорання рідких палив?
3. Від чого залежить теплотворність палив?
4. Що називають баластом в паливі?
5. Назвати горючі елементи палив?
6. Назвати шкідливі складові палив?
7. Що таке збагачення палив?
8. Що впливає на утворення ППС в ДВЗ?
9. Що таке аналітична маса палива?
- 10.Що таке робоча маса палива?

Використана література

Титаренко В.Є, Грабар І.Т, Шостачук А.М.

Використання експлуатаційних матеріалів та економія паливно-енергетичних ресурсів. Навчальний посібник –Житомир: ЖДТУ, 2011.-219с. (Необхідний матеріал на стор.: 44-48)

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/2/274.00.1/Б/ОК.17- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 39

Практична робота №2

Тема: Визначення питомої теплоти згорання рідкого, твердого та газоподібного палив, а також паливно-повітряних сумішей

Мета: Ознайомлення з методиками розрахунку питомої теплоти згорання для палив та ППС.

Порядок виконання роботи

1. Привести короткі теоретичні відомості про питому теплоту згорання та методику розрахунку питомої теплоти згорання палив та ППС.
2. Виконати практичні розрахунки за методикою, згідно поставленої мети.
3. Зробити висновки про те, наскільки відрізняється питома теплота згорання палив та ППС.
4. Привести порівняльну таблицю питомої теплоти згорання палив і ППС. (с.50)

Контрольні запитання

1. Що таке паливо?
2. Традиційні та альтернативні палива?
3. Яке паливо рахується паливом майбутнього?
4. За якими показниками оцінюється теплотворність палива?
5. Що таке умовне паливо?
6. Як визначається калорійний паливний еквівалент?
7. Як відбувається процес перетворення хімічної енергії в ДВЗ в механічну?
8. Як визначається коефіцієнт надлишку повітря для приготування ППС?
9. Що таке нижче питоме тепло згорання палива?
10. Що таке вище питоме тепло згорання палива?

Використана література

1. Титаренко В.Є, Грабар І.Т, Шостачук А.М. Використання експлуатаційних матеріалів та економія паливно-енергетичних ресурсів. Навчальний посібник – Житомир: ЖДТУ, 2011.-219с. (Необхідний матеріал на стор.: 39-42,49,50)
2. Сіренко Г. О., Кириченко В. І., Сулима І. В. Фізико-хімія паливно-мастильних матеріалів: [монографічний підручник (спеціальний курс лекцій)] [за ред. Г. О. Сіренка] / Г. О. Сіренко, В. І. Кириченко, І. В. Сулима. – Івано-Франківськ : Супрун В. П., 2017 – с.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/2/274.00.1/Б/ОК.17- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 40

Практична робота №3

Тема : Розрахунок октанового числа бензинів за геометричними параметрами двигуна

Мета: Ознайомлення з методами розрахунку октанового числа бензинів за геометрією двигуна, методами підвищення детонаційної стійкості й відповідно ККД двигуна.

Порядок виконання роботи

1. В коротких теоретичних відомостях привести інформацію:
 - про визначення октанового числа для еталонних бензинів, переведення цього визначення на реальні бензини;
 - про методи підвищення октанових чисел.
2. В практичній частині виконати розрахунок октанового числа за формулою 4.3 (с.58) для двигуна вибраної марки автомобіля. Вибрати марки бензинів, що будуть забезпечувати нормальну роботу двигуна (без детонації) на всіх експлуатаційних режимах.
3. Зробити висновок про те, для чого необхідно підвищувати октанові числа бензинів.

Контрольні запитання:

1. Що таке октанове число за визначенням для еталонних бензинів?
2. Які методи підвищення октанових чисел існують?
3. Чому в сучасних автомобілях використовуються бензини з високим октановим числом?
4. Як вуглеводневий склад бензинів впливає на октанове число?
5. Як структура вуглеводневих впливає на октанове число?
6. Чим відрізняється моторний метод від дослідницького?
7. Що таке чутливість автомобільного бензину та як вона розраховується?
8. Які бензини найбільш відповідають реальним умовам експлуатації двигуна: з октановим числом, визначеним за моторним методом чи дослідницьким?

Використана література

Титаренко В.Є, Грабар І.Т, Шостачук А.М. Використання експлуатаційних матеріалів та економія паливно-енергетичних ресурсів. Навчальний посібник – Житомир: ЖДТУ, 2011.-219с.

(Необхідний матеріал на стор.:58)

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/2/274.00.1/Б/ОК.17- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 41

Практична робота №4

Тема: Система позначення моторних оливо

Мета: Ознайомлення з системою позначення моторних оливо. Розшифровка позначень моторних оливо. Взаємний перехід позначень за ГОСТ та Європейською системою позначень.

Порядок виконання роботи

В звіті привести:

1. Короткі теоретичні відомості про системи позначень за ГОСТ і Європейською системою та інформаційний зміст маркування моторних оливо?
Як перейти від позначень моторних оливо за ГОСТ до позначень за Європейською системою позначень.
2. В практичній частині:
 - привести маркування моторних оливо літніх, зимових та всесезонних; дати детальну розшифровку;
 - записати їх за позначенням ГОСТ та Європейською системою позначень;
 - привести та розшифрувати маркування мінеральних і синтетичних моторних оливо.
3. Зробити висновок про інформативність позначень оливо за різними системами позначень.

Контрольні запитання

1. Які фізичні параметри оливо присутні в їх позначеннях?
2. Яка структура позначень моторних оливо?
3. Які одиниці в'язкості використовуються в різних системах позначень?
4. Чим відрізняється позначення літніх і зимових моторних оливо?
5. Які характеристики моторних оливо позначаються за системою SAE?
6. Які характеристики моторних оливо позначаються за системою API?
7. Що означає API SN або API СК-4?
8. У чому полягає різниця між класифікаціями API та ACEA?
9. Які категорії оливо передбачені системою ACEA (наприклад, A3/B4, C3 тощо)?
10. Як класифікація JASO (Японія) відрізняється від API?
11. Що таке енергозберігаюча моторна олива і як вона позначається?
12. Як впливає склад присадок на відповідність моторної оливо певному класу?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/2/274.00.1/Б/ОК.17- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 42

Використана література

Титаренко В.Є, Грабар І.Т, Шостачук А.М. Використання експлуатаційних матеріалів та економія паливно-енергетичних ресурсів. Навчальний посібник – Житомир: ЖДТУ, 2011.-219с.

(Необхідний матеріал на стор.:116-121)

Практична робота № 5

Тема: Побудова вязкісно-температурної характеристики(ВТХ) моторних олиив та оцінка їх для експлуатаційного використання

Мета: Виконати експлуатаційну оцінку якості моторних олиив за співвідношенням $\frac{v_{50}}{v_{100}}$.

Порядок виконання роботи

1. Привести короткі теоретичні відомості про в'язкість, температурні характеристики олиив і як вони впливають на роботу двигуна.
2. В практичній частині за побудованою вязкісно-температурною характеристикою розрахувати співвідношення $\frac{v_{50}}{v_{100}}$.
3. Зробити висновки за результатами розрахунків про експлуатаційну придатність олиив даної конкретної марки.

Контрольні запитання

1. Що включає поняття індексу в'язкості (ІВ)?
2. Назвати значення ІВ для мінеральних, напівсинтетичних і синтетичних моторних олиив?
3. В чому полягають проблеми високих та низьких температур, пов'язані з роботою моторних олиив?
4. Яка природа кінематичної в'язкості моторних олиив?
5. Чим кінематична в'язкість відрізняється від динамічної?
6. Які прилади використовують для визначення в'язкості моторної олиив при різних температурах?
7. Як правильно підготувати зразок моторної олиив до випробування?
8. Які типові температурні точки беруть для побудови ВТХ?
9. Як виглядає типова форма графіка ВТХ моторної олиив?
10. Як визначити з графіка ВТХ, яка олиив краще зберігає свої властивості при нагріванні?
11. Чому важливо враховувати ВТХ при виборі моторної олиив для конкретного клімату?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/2/274.00.1/Б/ОК.17- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 43

12. Як зміна в'язкості моторної оливи впливає на роботу двигуна при холодному пуску?
13. Які негативні наслідки можуть бути від використання оливи з невідповідними в'язкісно-температурними властивостями?
14. Як в'язкість моторної оливи впливає на паливну економічність і зношування двигуна?
15. Як результати побудови ВТХ допомагають у прийнятті рішення щодо експлуатаційної придатності оливи?

Використана література

1. Черниш І.Г. Експлуатаційні матеріали. Навчальний посібник.-Житомир: ЖІТІ, 1998-204с. (необхідний матеріал на стор.:76-80).
2. Титаренко В.Є, Грабар І.Т, Шостачук А.М. Використання експлуатаційних матеріалів та економія паливно-енергетичних ресурсів. Навчальний посібник –Житомир: ЖДТУ, 2011.-219с. (Необхідний матеріал на стор.:100-105)
3. Сіренко Г. О., Кириченко В. І., Сулима І. В. Фізико-хімія паливно-мастильних матеріалів: [монографічний підручник (спеціальний курс лекцій)] [за ред. Г. О. Сіренка] / Г. О. Сіренко, В. І. Кириченко, І. В. Сулима. – Івано-Франківськ : Супрун В. П., 2017 – с.