**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**БІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра хімії**

**Кваліфікаційна робота**

**магістра**

на тему АНАЛІЗ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА НА ПРИКЛАДІ ТОВ «ЛПГ ЛАБ»

Виконала: студентка 2 курсу, групи 8.1022-з

спеціальності 102 Хімія

освітньої програми Хімія

Шостак М.Ю.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Керівник зав. каф., професор, д.б.н.

Бражко О.А.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Рецензент доцент, д.б.н.

Гінчева В.І.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Запоріжжя

2023

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

|  |
| --- |
| Біологічний факультет |
| Кафедра хімії |
| Рівень вищої освіти магістр |
| Спеціальність   102 Хімія |
| Освітня програма Хімія |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **ЗАТВЕРДЖУЮ** | | | |  |
| Завідувач кафедри хімії,  д.б.н., проф. | | | |  |
| \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ О.А. Бражко | | | | |
| «11» |  | грудня | 2023 року | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ЗАВДАННЯ**  НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ПРОЄКТ) СТУДЕНТЦІ | | | | | | | | | | |
| Шостак Марії Юріївні | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | |
| 1. Тема роботи | | Аналіз фізико-хімічних властивостей дизельного палива на | | | | | | | | |
|  | | прикладі ТОВ "ЛПГ ЛАБ» | | | | | | | | |
| керівник роботи | | Бражко Олександр Анатолійович, д.б.н., професор | | | | | | | | |
| затверджена наказом ЗНУ від | | | | « | 01 | » | травня | 2023 р. | № | 645-с |
| 2. Строк подання студентом роботи | | | | | | 11 грудня 2023 року | | | | |
| 3. Вихідні дані до роботи | | | провести огляд літературних джерел щодо | | | | | | | |
| показників якості і методів дослідження дизельного палива у лабораторії | | | | | | | | | | |
| ТОВ «ЛПГ ЛАБ» | | | | | | | | | | |
| 4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно | | | | | | | | | | |
| розробити): | провести аналіз дизельного палива різних марок у лабораторних | | | | | | | | | |
| умовах; проаналізувати продукт за нормативними показниками якості. | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | |
| 5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов’язкових креслень): 5 рисунків, 11 таблиць. | | | | | | | | | | |

6. Консультанти розділів роботи

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Розділ | Консультант | Підпис, дата | |
| завдання  видав | завдання прийняв |
| 4 | Перетятько В.В., к.пед.н., доцент | Жовтень 2022 | Травень 2023 |

7. Дата видачі завдання 20.10.2022 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітки |
|  | Огляд літературних джерел. Написання відповідного розділу роботи | жовтень − грудень 2022 | Виконано |
|  | Вивчення, засвоєння методик дослідження. Написання відповідного розділу роботи | січень –  лютий 2023 | Виконано |
|  | Засвоєння правил техніки безпеки під час виконання експериментальної частини. Написання відповідного розділу роботи | квітень − березень 2023 | Виконано |
|  | Проведення експериментальних досліджень. Оформлення результатів експерименту (таблиці, рисунки). Написання відповідного розділу роботи | травень, червень,  вересень 2023 | Виконано |
|  | Оформлення кваліфікаційної роботи.  Передзахист роботи | жовтень − листопад 2023 | Виконано |
|  | Рецензування кваліфікаційної роботи | грудень 2023 | Виконано |
|  | Захист кваліфікаційної роботи | грудень 2023 | Виконано |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Студентка |  |  |  | М.Ю. Шостак |
|  |  |  |  |  |
| Керівник роботи |  |  |  | О.А. Бражко |
|  |  |  |  |  |
| **Нормоконтроль пройдено** | | | | |
| Нормоконтролер |  |  |  | В.В. Перетятько |

## РЕФЕРАТ

В роботі 55 сторінки, 4 таблиць, 12 рисунків, було використано 38 літературних джерела, 12 з них на іноземній мові.

Об’єкт дослідження – дизельне паливо різних виробників та марок.

Предмет дослідження – аналіз фізичних та хімічних показників дизельного пального на прикладі ТОВ «ЛПГ ЛАБ».

Мета роботи – розглянути аналіз фізичних та хімічних показників дизельного палива в лабораторних умовах на прикладі випробувальної лабораторії ТОВ «ЛПГ ЛАБ».

Методи досліджень та апаратура - УФ-флюоресценція, хімічний посуд, аналізатор загального вмісту сірки TS6000, апарат для визначення температури спалаху нафтопродуктів в закритому тиглі «Регистратор Вспышка-АЗТ», апарат АФС-1п, ареометри АНТ-1, апарат Herzog Cold filter plugging point HCR842.

# В результаті експериментальних досліджень 7 Зразків дизельного палива різних виробників визначили вміст сірки, граничної температури фільтрованості, фракційний склад, температуру спалаху в закритому тиглі та густину за температури 15оС.

ДИЗЕЛЬНЕ ПАЛИВО, ВМІСТ СІРКИ, ГРАНИЧНА ТЕМПЕРАТУРА ФІЛЬТРОВАНОСТІ, ГУСТИНА, ТЕМПЕРАТУРА СПАЛАХУ, ФРАКЦІЙНИЙ СКЛАД.

## ABSTRACT

55 pages, 4 tables, 12 figures, were used in the work, 38 literary sources were used, 12 of them in a foreign language.

The object of the study is diesel fuel of various manufacturers and brands.

The subject of the study is the analysis of physical and chemical parameters of diesel fuel on the example of LLC "LPG LAB".

The purpose of the work is to consider the analysis of physical and chemical parameters of diesel fuel in laboratory conditions using the example of the testing laboratory of LLC "LPG LAB".

Research methods and equipment - UV-fluorescence, chemical dishes, analyzer of total sulfur content TS6000, apparatus for determining the flash point of petroleum products in a closed crucible "Flash Recorder-AZT", apparatus AFS-1p, hydrometers ANT-1, apparatus Lintel PTF-20.

As a result of experimental studies of 7 samples of diesel fuel from different manufacturers, the sulfur content, limit temperature of filtration, fractional composition, flash point in a closed crucible and density at a temperature of 15oC were determined.

DIESEL FUEL, SULFUR CONTENT, FILTRATION LIMIT TEMPERATURE, DENSITY, FLASH TEMPERATURE, FRACTIONAL COMPOSITION.

ЗМІСТ

[ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ](#_Toc90244371) 8

[ВСТУП 9](#_Toc90244372)

[1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ 12](#_Toc90244373)

[1.1 Дизельне паливо. Характеристика 12](#_Toc90244374)

[1.2 Хімічний склад дизельного палива 13](#_Toc90244375)

[1.3 Процеси утворення дизельного палива 15](#_Toc90244376)

[1.4 Вимоги до дизельного палива згідно ДСТУ 7688:2015 15](#_Toc90244378)

[1.4.1 Класифікація дизельного палива 15](#_Toc90244379)

[1.4.2 Умовні позначення дизельного палива 16](#_Toc90244380)

[1.4.3 Технічні вимоги 16](#_Toc90244381)

[1.5 Вимоги щодо безпеки 17](#_Toc90244382)

[1.6 Транспортування та зберігання 19](#_Toc90244383)

[1.7 Термін зберігання дизельного палива 20](#_Toc90244384)

[2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ 21](#_Toc90244385)

[2.1 Об’єкти дослідження 21](#_Toc90244386)

[2.1.1 Дизельне паливо 21](#_Toc90244387)

[2.2 Методи дослідження 21](#_Toc90244388)

[2.2.1 Визначення густини за температури 15оС 21](#_Toc90244389)

[2.2.2 Визначення вмісту сірки 24](#_Toc90244390)

[2.2.3 Визначення температури спалаху у закритому тиглі 25](#_Toc90244391)

[2.2.4 Визначення фракційного складу 27](#_Toc90244392)

[2.2.5 Виначення граничної температури фільтрованості 32](#_Toc90244393)

[3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА 36](#_Toc90244395)

[3.1 Експериментальні дані визначення густини за температури 15оС 36](#_Toc90244396)

[3.2 Експерементальні дані визначення вмісту сірки 37](#_Toc90244397)

[3.3 Експерементальні дані визначення температури спалаху у закритому тиглі 38](#_Toc90244398)

[3.4 Експерементальні дані визначення фракційного складу 39](#_Toc90244399)

[3.5 Експерементальні дані визначення граничної температури фільтрованості 40](#_Toc90244400)

[4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ](#_Toc90244401)………………………………………………………………………..41

[4.1. Загальні положення 41](#_Toc90244402)

[4.2. Шкідливі фактори при роботі в хімічній лабораторії 42](#_Toc90244403)

[4.3. Мікроклімат виробничих приміщень 43](#_Toc90244404)

[4.4. Освітлення в лабораторії 45](#_Toc90244405)  
 [4.5. Рівень шуму в лабораторії 45](#_Toc90244405)  
 [4.6. Небезпека ураження електричним струмом 46](#_Toc90244405)

[4.7. Безпека в надзвичайних ситуаціях 47](#_Toc90244405)

[4.7.1. Пожежна безпека, первинні засоби пожежогасіння 47](#_Toc90244405)

[4.7.2. Безпека під час інших надзвичайних ситуаціях 49](#_Toc90244405)

[ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ 50](#_Toc90244406)

[ВИСНОВКИ 51](#_Toc90244407)

[ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ 52](#_Toc90244409)

# ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ДП – дизельне паливо, основний вид палива дизельних двигунів.

ЦЧ – цетанове число, критерії характеристики горючості дизельного палива.

ГДК - гранично допустима концентрація, [англ.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0) TLK.

ISO - Міжнародна організація зі стандартизації.

ДСТУ - Державні стандарти України.

ГОСТ - рос. Государственный стандарт.

НАПБ – Нормативний акт з пожежної безпеки.

Тк – температура кипіння.

УФ – ультрафіолетова флуоресценція.

GTP – гранична температура фільтрованості.

мг/кг – міліграм/кілограм.

кг/м3 – кілограм/метр3.

см3/хв – сантиметр3/хвилину.

оС/хв – градус Цельсія/хвилину.

Об/хв - оберт/хвилину.

НД – нормативні документи.

**ВСТУП**

Дизель - поширене паливо, яке використовується в самих різних галузях: від агропромислового комплексу до автотранспорту.

Дизельне паливо - це нафтова фракція на вуглеводневій основі з температурою кипіння від 170ОС до 360ОC. Більшу частину хімічного складу складають вуглець і водень, з невеликою кількістю сірки, азоту та кисню. За зовнішнім виглядом так звана «солярка» жовтого або коричневого кольору, з високими параметрами теплоти згоряння. Це один з найбільш затребуваних видів палива на світовому ринку, проте його виробляється майже вдвічі менше, ніж бензину. Попит на нього обумовлений високими параметрами теплоти згоряння [1, 2, 3].

Преміальний дизель повинен відповідати наступним параметрам:

* Мати хорошу тягучість, так як вона необхідна для безперервної роботи двигуна і для спрощення процесу фільтрації;
* Характеризується певним фракційним складом. Це основний показник сумішоутворення в циліндрі. Для досягнення найкращих показників повноти згоряння, тобто швидкого випаровування після впорскування, паливо повинно мати найбільшу концентрацію киплячих фракцій;
* Оптимальною температурою замерзання для холодного навколишнього середовища. Цей параметр пов'язаний з надійністю функціонування обладнання в мороз. Невідповідність марки погодним умовам призведе до зміни його прокачування, в результаті чого виникнуть труднощі при вході в циліндри двигуна;
* Мати необхідний діапазон цетанового числа – не менше ніж 48 одиниць. Завдяки короткій затримці самозаймання, паливо буде горіти швидко та з максимальною ефективністю. Додаючи спеціальні присадки - ізопропілнітрати, можна поліпшити вихідний показник ЦЧ;
* Спалахувати якомога швидше і згоряти протягом тривалого часу. Потрапивши в камеру згоряння, паливо починає спалахувати в не одразу. Від моменту впорскування до спалаху проходить період розпилення та змішування з повітрям, а потім нагрівання. Це призводить до збільшення його концентрації та подальшого займання [4].

Мета роботи – розглянути методи аналізу фізичних та хімічних показників дизельного палива в лабораторних умовах на прикладі ТОВ «ЛПГ ЛАБ».

Завдання роботи:

1. Розглянути методи аналізу фізичних та хімічних показників дизельного палива на прикладі ТОВ «ЛПГ ЛАБ»;
2. Проведення аналізу дизельного пального різних класів;
3. Визначення вмісту сірки методом ДСТУ ISO 20846:2009;
4. Визначення граничної температури фільтрованості методом ДСТУ EN 116:2012;
5. Визначення фракційного складу методом ГОСТ 2177-99;
6. Визначення температури спалаху в закритому тиглі методом ДСТУ ISO 2719:2006;
7. Визначення густини за температури 15оС методом ДСТУ EN ISO 3675:2012.

Об’єкт дослідження – дизельне паливо різних виробників та марок.

Предмет дослідження – аналіз фізичних та хімічних показників дизельного пального на прикладі ТОВ «ЛПГ ЛАБ».

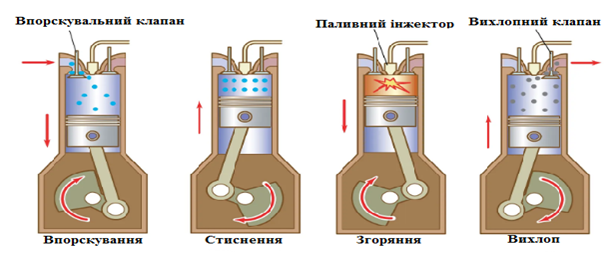
ТОВ «ЛПГ ЛАБ» є акредитованою Національним агентством з акредитації України (НААУ), (атестат про акредитацію від 10 серпня 2023 року (дата первинної акредитації 13 березня 2020 року), номер: 202099). Основні завдання лабораторії: оцінка відповідності та сертифікація дизельного палива, бензину автомобільного, зрідженого газу та інших нафтопродуктів відповідно до вимог чинного законодавства та нормативних документів операторів і трейдерів нафторинку України.

Актуальності даної роботи так само обумовлюється тим, що більшість автомобілів, що ввозяться на територію України, мають дизельні мотори, тому останніми роками спостерігається тенденція збільшення споживання дизельного палива.

# 1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

# 1.1 Дизельне паливо. Характеристика.

# Дизельне паливо - легкозаймиста рідина, яка використовується як паливо для дизельних двигунів і зазвичай одержується з менш летючої фракції сирої нафти, ніж та, що використовується в бензині. У дизельному двигуні паливо запалюється не від іскри, як у бензиновому двигуні, а від тепла стисненого повітря в циліндрі, при цьому паливо впорскується в гаряче стиснене повітря у вигляді спрею. При спалюванні дизель виділяє більше енергії, ніж той самий об’єм бензину, тому дизельні двигуни, як правило, забезпечують кращу економію палива, ніж бензинові. Крім того, виробництво дизельного палива вимагає менше етапів обробки, ніж виробництво бензину, тому роздрібна ціна на дизельне паливо традиційно нижча, ніж на бензин (залежно від місця розташування, сезону, податків і правил). Критеріями ефективності є цетанове число (міра горючості), легкість випаровування та вміст сірки [5, 6, 7, 8, 9].



# Рисунок 1.1 – Процес згоряння дизельного палива у чотиритактному дизельному двигуні

# Типова послідовність подій у чотиритактному дизельному двигуні включає впорскувальний клапан, паливний інжектор і вихлопний клапан, як показано на рисунку 1.1. Впорскнуте паливо запалюється шляхом реакції зі стисненим гарячим повітрям у циліндрі, що є більш ефективним процесом, ніж у двигуні внутрішнього згоряння з іскровим запалюванням [10, 11, 12, 13].

# 1.2 Хімічний склад дизельного палива

# Дизель - це суміш вуглеводнів, видобутих з нафти, з температурою кипіння від 150 до 380 °C. Паливо складається із суміші аліфатичних вуглеводнів (C9–C20), ароматичних вуглеводнів (включаючи бензол і поліциклічні ароматичні вуглеводні) і олефінових вуглеводнів [14].

# Сира нафта складається з трьох основних класів вуглеводнів: парафіни, нафтени (або нафтени) і ароматичні сполуки. Ненасичені вуглеводні (олефіни) рідко зустрічаються в нафті. Слід зазначити, що терміни «парафін» і «нафтеновий» звучать застаріло, вони використовуються, тому що вони все ще поширені в нафтохімічній промисловості. У сучасній хімії відповідні вуглеводневі групи називаються алканами і циклоалканами [15].

# Склад палива може варіюватися від рідкої світло-коричневої або зеленої олії низької густини до густої чорної олії, що нагадує розплавлену смолу. Тонка нафта з низькою щільністю називається «важкою» нафтою, тоді як густа нафта з щільною щільністю називається «легкою» нафтою [16].

# 1.3 Процеси утворення дизельного палива

Під час процесу переробки сира нафта перетворюється на транспортне паливо (бензин, реактивне паливо та дизельне паливо) та інші нафтопродукти, такі як скраплений нафтовий газ (ГНС або LPG), паливо для нагріву, мастильні матеріали, віск і бітум. Щільна нафта містить більше легких продуктів, необхідних для виготовлення транспортного палива, і зазвичай має нижчий вміст сірки. Сучасні процеси переробки також можуть перетворювати сиру нафту низької щільності в більш легкі продукти, але ціною більш складного технологічного обладнання, більшої кількості етапів обробки та більшої кількості енергії [17].

# Сучасні технології обробки можна розділити на три категорії:

# 1. Розділення: сиру нафту поділяють на різні компоненти відповідно до певних фізичних властивостей. Найпоширенішим процесом розділення є дистиляція, під час якої компоненти сирої нафти поділяють на потоки на основі температур кипіння. Процес розділення не змінює хімічну структуру компонентів сировини.

2. Перетворення: ці процеси змінюють молекулярну структуру компонентів сировини. Найпоширенішими процесами перетворення є каталітичний крекінг і гідрокрекінг, які, як випливає з назви, передбачають «розрив» великих молекул на менші.

3. Оновлення: часто використовується в переформульованому паливі для видалення сполук, присутніх у слідових кількостях, які надають небажаних властивостей матеріалу. Найпоширенішим процесом поліпшення якості дизельного пального є гідроочищення, яке передбачає хімічну реакцію з воднем [18, 19].

1.4 Вимоги до дизельного палива згідно до ДСТУ 7688:2015

Стандарт ДСТУ 7688:2015 «Дизельне паливо. Технічні умови» розроблено з метою забезпечення впровадження та застосування технічного регламенту вимог до бензину автомобільного, дизельного, суднового та котельного палива, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 1 серпня 2013 року № 927.

Цей стандарт передбачає такі екологічні класи дизеля за класами екологічної безпеки: Євро3, Євро4, Євро5.

У цьому стандарті, відповідно до кліматичних умов використання, визначено три сорти дизельного палива: літнє (Л), зимове (З) і арктичне (Арк). За показниками якості марка Л відповідає марці C, а марка 3 відповідає марці F згідно EN 590:2013 [20, 21].

1.4.1 Класифікація дизельного палива

За кліматичними умовами використання сформульовано наступні марки дизеля: Л - літній, використовувати при температурі не нижче 5°С, 3 - зимовий, використовувати в діапазоні температур від 5°С до мінус 20°С; Арк - арктичний, використовується при температурі нижче -20°C.

За рівнем екологічної безпеки сформульовано наступні екологічні рівні дизеля: Євро3, Євро4, Євро5 [22].

1.4.2 Умовні позначення дизельного палива

Умовне маркування дизеля повинно містити:

* букви ДП;
* літерне позначення марки (Л, 3, Арк);
* марки екологічності (Євро3, Євро4, Євро5);
* умовні позначення для визначення вмісту метилових/етилових естерів жирних кислот за їх відсутності: В5 - не більше 5% В7 - більше 5% і не більше 7%).

На ярликах палива може міститися логотип (товарний знак) виробника.

1.4.3 Технічні вимоги

За своїми фізико-хімічними показниками дизельне пальне має відповідати вимогам і нормам, наведеним у таблиці 1 ДСТУ 7688:2015. Нижче наведені деякі вимоги та норми у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Деякі фізико-хімічні показники дизельного палива

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Назва показника | Значення для мaрок | | |
| Л | З | Aрк |
| 1 | Густина за температури 15°С кг/м³, у межах | 820-845 | 800-845 | 800-845 |
| 2 | Вміст сірки, мг/кг, не більше  Євро5  Євро4  Євро3 | 10  50  350 | | |

Продовження таблиці 1.1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 3 | Температура спалаху в закритому тиглі, °С, не нижче  Євро5  Євро4  Євро3 | 55  55  40 | | |
| 4 | Фракційний склад:  - за температури 250°С, випаровується, % (об.), не більше  - за температури 350 °С, випаровується, % (об.), не менше  - 95% перегaняється зa температури, °С, не вище | 65  85  360 | | |
| 5 | Граничнa темперaтурa фільтровaності, °С, не вище | 5 | -20 | -30 |

1.5 Вимоги щодо безпеки

Клас небезпеки дизеля згідно з чинними нормативно-правовими актами:

* при вдиханні - 4 (невелика небезпека);
* при попаданні в шлунок - 4 (не небезпечно);
* при попаданні на шкіру - 4 (низький ризик).

Дизельне пальне викликає слабке подразнення після проникнення всередину організму, помірне подразнення шкіри, може подразнювати слизові оболонки очей, має слабко виражену сенсибілізуючу здатність та слабко виражену кумулятивну дію (коефіцієнт накопичення - 4,9).

При використанні дизельного палива потрібно контролювати повітря в робочій зоні на наявність парів аліфатичних насичених вуглеводнів С1-С0, у перерахунку на вуглець (ГДК = 300 мг/м3, «п», 4 клас небезпеки згідно з чинними нормативно-правовими актами).

У разі аварійного витоку дизельного пального місце розливання засипається піском, потім збирається та видаляється відповідно до вимог чинного законодавства щодо поводження з відходами, після чого транспортується до місця звалища.

При попаданні солярки на шкіру, її необхідно видалити ганчіркою, а забруднене місце промити теплою водою з милом або іншими миючими засобами. У разі потрапляння на слизові оболонки очей негайно промити великою кількістю теплої води та звернутися до лікаря.

Під час роботи з дизелем необхідно використовувати засоби індивідуального захисту та типовими галузевими нормами: спецодяг, черевики шкіряні, рукавички комбіновані, окуляри захисні типу ЗН, засоби захисту органів дихання (при перевищенні ГДК), засоби індивідуального захисту повинні відповідати чинним нормативним документам.

Приміщення, у яких працюють з дизельним паливом, повинні бути оснащеними первинними засобами пожежогасіння відповідно до вимог Правил пожежної безпеки в Україні, НАПБ Б.03.001.

Для гасіння пожеж на початкових стадіях застосовують первинні засоби пожежогасіння, а саме: пісок, переносні або пересувні вогнегасники. Штучне освітлення, електрокомунікації, електричне обладнання та електричне устаткування має бути виготовлено у вибухобезпечному виконанні.

Під час роботи з паливом не дозволено використання інструменту, що під час удару утворює іскри.

Для всіх вибухопожежонебезпечних та пожежонебезпечних приміщень треба розробляти загальнооб’єктну інструкцію щодо заходів пожежної безпеки відповідно до Правил пожежної безпеки в Україні [23].

1.6 Транспортування та зберігання

Неправильне зберігання дизельного палива може призвести до серйозних проблем, таких як забруднення, окислення тощо, що призведе до погіршення якості палива.

Правильне обладнання є важливим аспектом зберігання дизельного палива. Для зберігання потрібні спеціальні резервуари, які мають відповідати специфікаціям, встановленим місцевими правилами та стандартами. Ємності для зберігання дизельного палива повинні бути виготовлені з неактивних і вологостійких матеріалів і мати достатню місткість для зберігання необхідного об'єму.

Перед початком зберігання дизеля необхідно переконатися в готовності сховища. Очистити та перевірити резервуари на наявність дефектів і переконатися, що вони знаходяться в безпечному місці подалі від зовнішнього впливу. Також важливо встановити систему вентиляції, щоб забезпечити правильну циркуляцію повітря в складському приміщенні.

При наливанні і зливі дизельного палива необхідно дотримуватись певних правил, щоб уникнути його забруднення та пошкодження обладнання. Нижче наведено основні правила:

* Потрібно використовувати лише чисті та сухі контейнери для транспортування та зберігання дизельного палива. Контейнери повинні бути закритими та мати герметичні кришки, щоб запобігти забрудненню.
* Перед наливанням треба перевіряти стан резервуара, з якого буде братися паливо. Резервуар має бути чистим і не містити сторонніх предметів чи відкладень.
* Не можна наливати солярку поряд з відкритим вогнем, куріння теж заборонено. Це може призвести до пожежі та серйозних травм.
* При наливанні палива використовується лійка або інше спеціальне обладнання, щоб уникнути проливання.
* Після наливання палива кришку резервуара необхідно закривати надійно, щоб уникнути забруднення та випаровування.
* При зливі необхідно дотримуватися тих самих правил, що і при наливанні. Використання чистих та сухих контейнерів для зберігання.
* Якщо потрібно перемістити пальне з одного місця на інше, використовується спеціальний транспорт, або спеціальна тара [24,25].

1.7 Термін зберігання дизельного палива

Дизельне паливо можна зберігати в середньому лише від 6 до 12 місяців – іноді довше за оптимальних умов. Його якість може погіршуватися через окислення, забруднення та інші фактори. Щоб продовжити термін зберігання дизельного палива, можна використовувати різні добавки та методи. Нижче наведено деякі з них:

* Добавки для покращення якості палива. Деякі добавки можуть зменшити вологість та запобігти окисленню і забрудненню. Вони також можуть покращити змащувальні властивості та зменшити його в’язкість.
* Фільтри для очищення. Вони допомагають видаляти забруднення з палива, такі як вода, іржа, пил та інші частинки. Чисте паливо довше зберігає свої властивості та не ушкоджує двигун.
* Регулярне обслуговування сховища. Сховище для дизельного палива потрібно регулярно очищати, перевіряти на наявність витоків та вологи. Це допоможе зменшити ризик забруднення.

Застосування цих методів та засобів може допомогти продовжити термін зберігання дизельного палива та зберегти його якість на тривалий час.

Використання зіпсованого дизпалива може призвести до різних проблем, включаючи зниження продуктивності двигуна, виникнення корозії та забивання фільтрів. У деяких випадках це може призвести до поломки двигуна та серйозних фінансових витрат на його ремонт або заміну [26, 27].

# 2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

# 2.1 Об’єкти дослідження

# 2.1.1 Дизельне паливо

Дизельне паливо - не має фіксованого хімічного складу, тягуча жовтувата рідина, інколи може мати зелений відтінок. Середня молекулярна маса = 110-230. Густина = 800-845 кг/м3. Тк = 170 – 380 оС.

# 2.2 Методи дослідження

# 2.2.1 Визначення густини за температури 15 оС

Стандарт на метод дослідження – ДСТУ EN ISO 3675:2012.

Цей стандарт впроваджує лабораторний метод визначення скляним ареометром густини за температури 15°С сирої нафти, рідких нафтопродуктів та суміші нафтових і ненафтових продуктів, які за звичайних умов є рідинами, тиск пари яких за Рейдом (RVP) становить 100 кПа чи менше.

Цей стандарт застосовують для визначення густини рухомих прозорих рідин. Він також поширюється на в'язкі рідини, густину яких визначають за температури більшої, ніж температура довкілля, з використанням відповідної рідинної бані для контролювання температури.

Суть методу: температуру проби підвищують до заданої температури, порцію проби вводять у градуйований циліндр, який має приблизно таку ж температуру. Занурюють відповідний ареометр у досліджуваний зразок, дозволяючи ареометру вільно плавати, при температурі, яка приблизно дорівнює температурі зразка. Після досягнення температурної рівноваги зчитують показання ареометра, записують температуру досліджуваного зразка і переводять показання ареометра на відповідне значення при температурі 15 °С за стандартною таблицею вимірювань. Якщо необхідно, щоб уникнути надмірних коливань температури під час випробування, циліндр та його вміст, можна помістити у баню з контрольованою температурою.

Проведення випробування

Перенесіть частину зразка, що відповідає температурі випробування, у чистий циліндр при постійній температурі, уникаючи розбризкування та утворення бульбашок. Видаліть бульбашки повітря, зібрані на поверхні зразка, торкаючись їх чистим фільтрувальним папером. Циліндр із зразком слід розміщувати суворо вертикально в місці, де немає повітряного потоку і температура навколишнього середовища під час випробування не змінюється більше ніж на 2 °С. Якщо температура навколишнього середовища коливається більш ніж на ± 2 °C під час випробування, використовуйте баню з постійною температури, щоб уникнути надмірних температурних коливань.

Занурте відповідний ареометр у рідину та зачекайте, доки він урівноважиться, уникаючи змочування верхньої частини ареометра вище його вільно плаваючого рівня. Дайте ареометру повільно обертатися так, щоб він вільно плавав на відстані від стінки циліндра. Потрібен певний період часу, щоб ареометр зупинився і всі бульбашки повітря вийшли на поверхню. Перед зчитуванням ареометра видаліть усі бульбашки повітря.

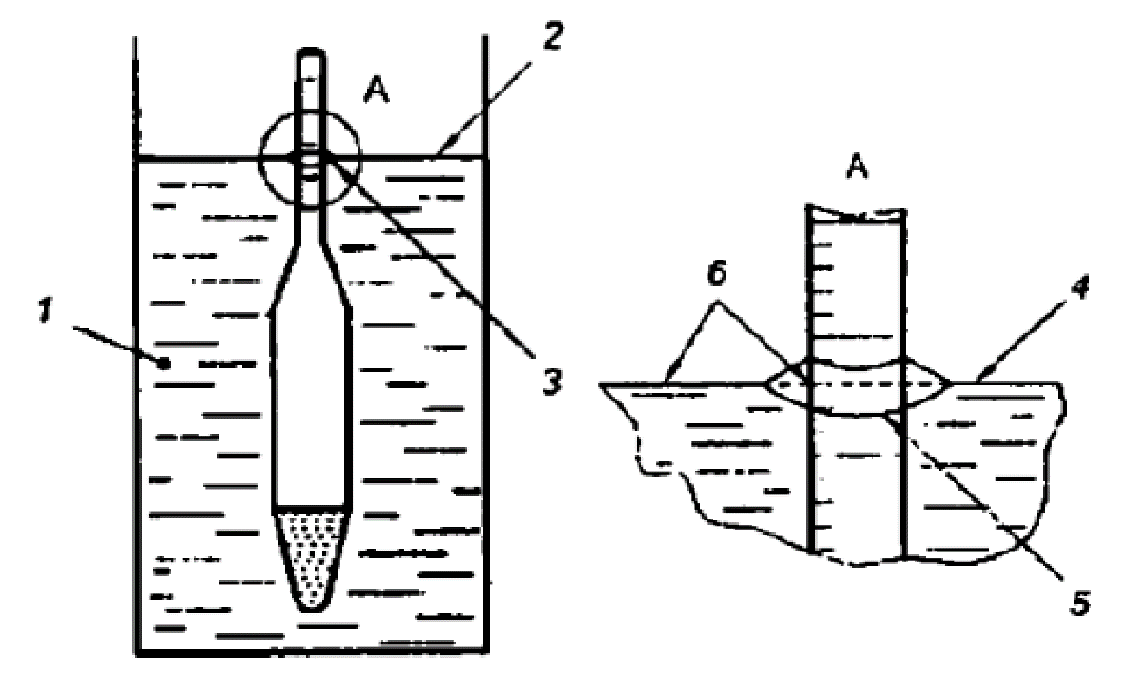


Рисунок 2.1 – Знімання показів шкали ареометра для прозорих рідин:

1 – рідина; 2 – пласка горизонтальна поверхня рідини;

3 – основа меніска; 4 – плоска горизонтальна поверхня рідини;

5 – меніск; 6 – точка, в якій знімають покази шкали.

Коли ареометр зупинено, вільно плаває на відстані від стінок циліндра, округленої до однієї п’ятої шкали і знімають показання ареометра з округленням до однієї п’ятої шкали [28, 29].

2.2.2 Визначення вмісту сірки

Стандарт на метод дослідження – ДСТУ ISO 20846:2009.

Цей стандарт встановлює метод визначення вмісту сірки в моторному бензині з вмістом кисню ≤2,7% та дизельному паливі з умістом об'ємних часток метилових естерів жирних кислот до 5%, методом ультрафіолетової флуоресценції.

Суть методу: зразок вуглеводню вводять безпосередньо в УФ-флуоресцентний аналізатор. Зразок надходить у високотемпературну камеру згоряння (від 1000°С до 1100°С), де сірка окислюється до сірки діосид (SO2) у насиченій киснем атмосфері. Воду, що утворюється при згорянні зразка, видаляють, а зразок газоподібних продуктів згоряння опромінюють ультрафіолетовим світлом. SO2 поглинає енергію УФ-випромінювання та переходить у збуджений стан. Фотоелектронний помножувач виявляє перехід флуоресценції від збудженого стану SO2\* до стабільного SO2, виробляючи сигнал, який можна використовувати для вимірювання вмісту сірки в зразку.

Градуювальний розчин

Використовують стандартний розчин наданий заводом виробником обладнання. Розчин із вмістом сірки має бути, близьким до аналізованого зразка (максимальне відхилення вмісту сірки ±50%).

Проведення випробування

Оцініть вміст сірки в зразках і підготуйте тестові зразки з кількісним вмістом сірки в межах вибраної калібрувальної кривої для багатоточкового градуювання. Кілька разів промийте мікрошприц досліджуваним розчином і переконайтеся, що кінець стовпчика рідини в шприці, який буде введено в аналізатор, вільний від бульбашок повітря.

Наповніть шприц до вибраного рівня та потягніть поршень так, щоб захоплене повітря та нижній меніск рідини зупинилися на 10% від шкали. Запишіть об'єм рідини в шприці. Після ін’єкції поршень відтягують назад, щоб нижній меніск рідини знаходився на 10% шкали, і записують об’єм рідини в шприці. Різниця між двома значеннями об’єму буде дорівнювати об’єму введеного зразка.

Після збору необхідної кількості зразка в мікрошприц зразок швидко і кількісно вводиться в пристрій.

Вийміть шприц, як тільки пристрій повернеться до стабільного базового рівня.

Опрацювання результатів

Для аналізаторів, градуйованих за стандартною кривою, вміст сірки Ws в зразку розраховується згідно з формулою 2.1 у мг/кг.

(2.1)

де m – маса введеного розчину випробної проби, мг, виміряна безпосередньо;

A – інтегральний сигнал детектора для проби, число відкликів;

Ss – нахил градувальної кривої, число відкликів на мг сірки;

Y – відрізок, що відсікається на осі ординат (у-відрізок) градуювальною кривою, число відкликів;

Fg – гравіметричний фактор розведення, маса випробної проби/маса випробної проби та розчинника, г/г.

Середнє значення вмісту сірки в пробах розраховують за трьома вимірюваннями.

Записують вміст сірки в мг/кг для зразків із вмістом сірки понад 60 мг/кг з точністю до 1 мг/кг, а для зразків із вмістом сірки менше або дорівнює 0,1 мг/кг, що перевищує 60 мг/кг [30, 31].

2.2.3 Визначення температури спалаху у закритому тиглі

Стандарт на метод дослідження – ДСТУ ISO 2719:2006.

Суть методу: стандарт описує визначення температури спалаху легкозаймистих рідин із завислими твердими речовинами, рідин, що утворюють поверхневу плівку в умовах використання, у закритих тиглях. Цей метод підходить для рідин з температурою спалаху понад 40°C.

Проведення випробування

Досліджувану пробу поміщають в тигель апарату Пенського-Мартенса рисунок 3.1 і нагрівають, постійно помішуючи до рівномірного підвищення температури. Спалах контролюють з постійними температурними інтервалами через зазори в кришці тигля з одночасними перервами між перемішуваннями. Найнижча температура, при якій запалюючий пристрій викликає запалювання пари досліджуваного зразка, розподіленого на поверхні рідини, вважається температурою спалаху при заданому атмосферному тиску. Для стандартного атмосферного тиску ця температура розраховується формулою.

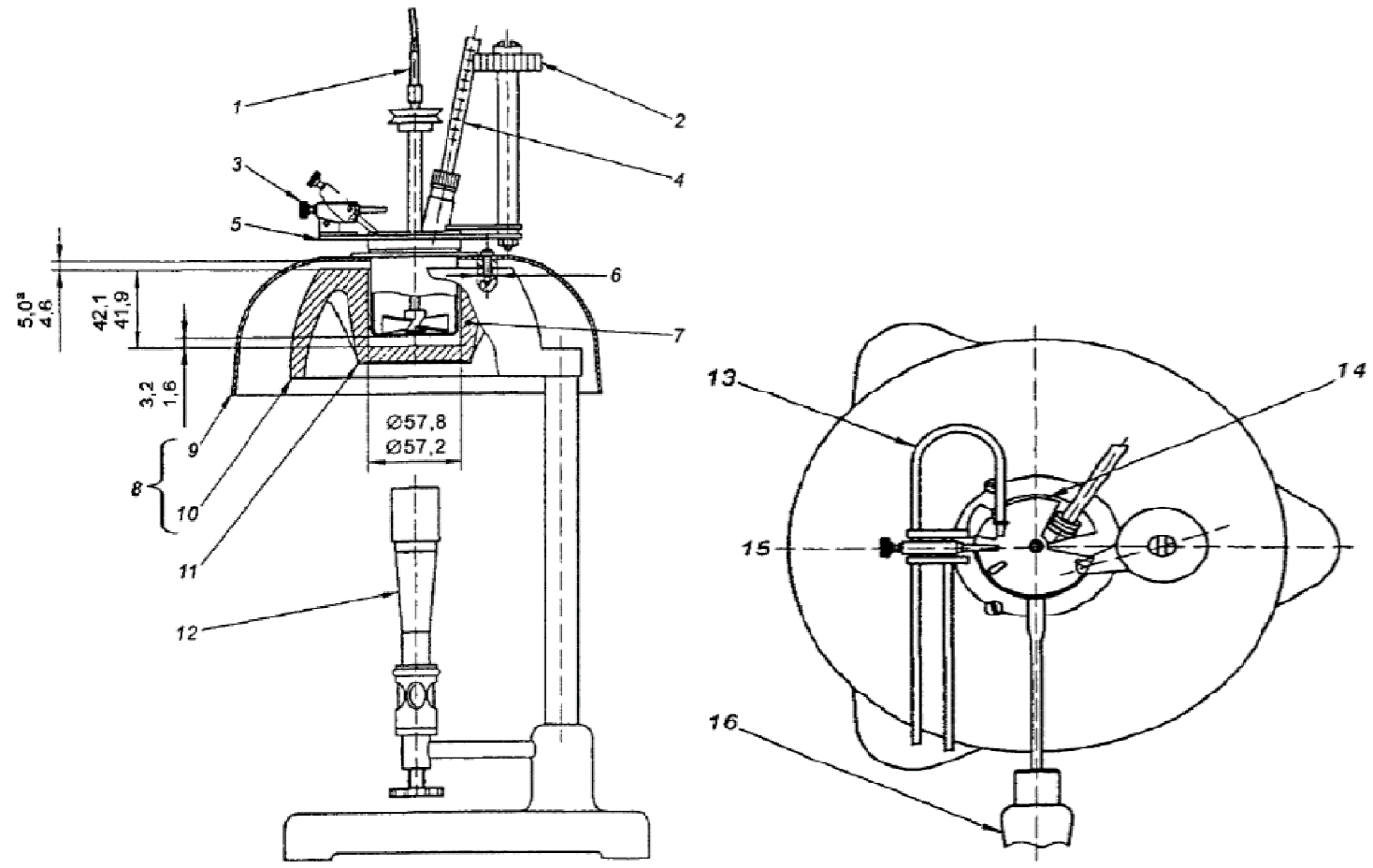


Рисунок 2.2 – Прилад закритого типу Пенського-Матенса:

1 – гнучкий стрижень; 2 – ручка, що відкриває заслінку;

3 – джерело полум’я; 4 – термометр;

5 – накривка; 6 – діаметр втулки не більше 9,5 мм;

7 – тигель; 8 – нагрівальна система;

9 – верхня пластина; 10 – повітряна баня;

11 – товщина днища і стінок повітряної бані не менше 6,5 мм;

12 – прилад нагрівання полум’ям; 13 – провідник полум’ям;

14 – заслінка; 15 – фасад; 16 – ручка тигеля.

Проведення випробування

Під час випробування зовнішній барометричний тиск реєструють за допомогою барометра.

Наповнюють тигель досліджуваною пробою до позначки. Закривають тигель і поміщають його в нагрівальний апарат. Перевіряють, чи прилад щільно закритий і знаходиться в правильному положенні, потім встановлюють термометр. Запалюють вогонь і встановлюють його діаметр приблизно 3-4 мм або вмикають альтернативне джерело вогню. Вмикають нагрівач і нагрівають до підвищення температури досліджуваного зразка від 1°С/хв до 1,5°С/хв, підтримують цей режим протягом усього випробування. Перемішують тестовий зразок зі швидкістю 250 об/хв ± 10 об/хв.

Опрацювання результатів

Якщо тиск барометра виміряно не в кПа, потрібно буде перевести ці показники в кПа за допомогою однієї з наступних формул 2.2, 2.3 або 2.4.

покази в гПа ∙ 0,1 = кПа (2.2)

покази в мБар ∙ 0,1 = кПа (2.3)

покази в мм рт. Ст ∙ 0,1333 = кПа (2.4)

Коригування точки спалаху, отриману за стандартного атмосферного тиску. Визначення точки спалаху Тс за стандартного атмосферного тиску 101,3 кПа розраховується за формулою 2.5. Це рівняння дійсне лише для тиску 98,0-104,7 кПа:

(2.5)

де То – точка спалаху за тиску під час випробування, оС;

р – навколишній барометричний тиск, кПа.

Записують температуру спалаху з поправкою на стандартний атмосферний тиск, округлену до найближчих 0,5°С [32, 33].

2.2.4 Визначення фракційного складу

Стандарт на метод дослідження – ГОСТ 2177-99.

Суть методу: полягає в перегонці 100 см3 дослідного зразку в умовах, що відповідають природі продукту (ДП) (табл. 2.1), при постійному спостеріганні за показаннями термометра та об’ємом конденсату.

Проведення випробування.

Нагрійте перегонку колбу з її вмістом в апараті для визначення фракційного складу рисунок 4. Відрегулюйте нагрівання так, щоб проміжок часу між початком нагрівання та початком температури кипіння відповідав часу, наведеному в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Умови проведення випробування

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Назва показника | Значення для 4 групи |
| 1 | Характеристика зразка.  Тиск насичених парів при 37,8 оС, кПа (мм р. ст.) | < 65,5 (< 488) |
| 2 | Перегонка:  - температура початку кипіння;  - температура кінця кипіння. | > 100  > 250 |
| 3 | Підготовка приладу:  - термометр для перегонки;  - діаметр отвору прокладки колби, мм;  - температура на початку кипіння, оС:  колби та термометра;  прокладки для колби і кожуха;  мірного циліндру з 100 см3 зразка;  - вмістимість колби, см3. | високотемпературний  50  ≤ температура навк.сер.  -  від 13 до темп. навк.сер.  125 |

Продовження таблиці 2.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 4 | Умови проведення випробування:  - температура охолоджуючої рідини в бані, оС;  - температура середовища, що оточує мірний циліндр, оС;  - час від моменту нагрівання до початку кипіння, хв;кипіння, хв;  - час від початку кипіння до отримання 5% відгону, с;  - постійна середня швидкість перегонки відгону 5% до отримання 95% відгону, см3/хв;  - час перегонки від 95% відгону до кінця кипіння, хв. | 0 – 60  в межах ±3 оС від темп. завантаженого зразка  5 – 15  -  4 – 5  5 |

Записавши температуру, при якій починається кипіння, помістіть циліндр так, щоб кінчик холодильника торкався внутрішньої стінки циліндру, щоб конденсат стікав по стінках.

Продовжуйте регулювати нагрівання так, щоб швидкість дистиляції від 5% до отримання 95 см3 була постійною. Якщо перегонка не відповідає вимогам таблиці 2.1, її слід провести повторно.

Від початку кип'ятіння до кінця випробування записують усі необхідні для розрахунків дані.

Похибка вимірювання об'єму продукту в градуйованому циліндрі не повинна перевищувати 0,5 см, а похибка вимірювання всіх показань термометрів не повинна перевищувати 0,5 °С нижче 300 °С і не більше 1 °С нижче 370 °С.

Коли конденсат надходить у циліндр через трубку конденсатора, записуйте його об’єм кожні 2 хвилини, поки два послідовних вимірювання не дадуть однакового результату.

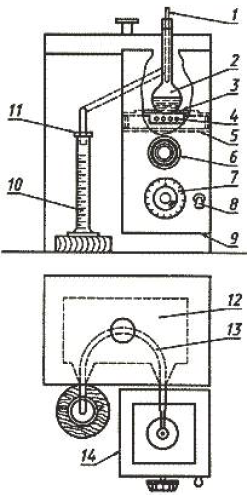


Рисунок 2.3 – Апарат з використанням електричного нагрівача:

1 – термометр; 2 - колба для перегонки;

3 – азбестова прокладка; 4 – електричний нагрівальний елемент;

5 – підставка; 6 – ручка для регулювання положення колби;

7 – диск для регулювання нагріву; 8 – вимикач;

9 – відкрите дно кожуха; 10 – циліндр мірний;

11 – папір фільтрувальний; 12 – баня охолоджуюча;

13 – трубка холодильника; 14 – кожух.

Після охолодження колби вилийте її вміст у конденсат, що зібрався в градуйованому циліндрі, і дайте стекти, поки не спостерігатиметься значне збільшення об’єму рідини в градуйованому циліндрі, запишіть цей об’єм з точністю до 0,5 см, як загальний відсоток відновленого продукту.

Опрацювання результатів.

Записують всі значення об'єму у відсотках з точністю до 0,5, показання термометра в межах від 0,5 °C до 300 °C, від 1 °C до 370 °C і барометричного тиску в межах 0,05 кПа (0,5 мбар) (0,38 мм рт. ст.).

Якщо дані базуються на показаннях термометра, скоригованих для барометричного тиску 101,3 10 Па (1013 мбар) (760 мм рт. ст.), використовують дані в таблиці 2.2 для барометричної корекції кожного показання термометра.

Таблиця 2.2 – Приблизні скореговані покази термометра

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Температурний діапазон | Поправка1 на різницю тиску на кожні | | Температурний діапазон | Поправка1 на різницю тиску на кожні | |
| 103 Па | 10 мм рт. ст. (10 мбар) | 103 Па | 10 мм рт. ст. (10 мбар) |
| Від 10 до 30  Вище 30 > 50  > 50 > 70  > 70 > 90  > 90 > 110  > 110 > 130  > 130 > 150  > 150 > 170  > 170 > 190  > 190 > 210  > 210 > 230 | 0,26  0,29  0,30  0,32  0,34  0,35  0,38  0,39  0,41  0,43  0,44 | 0,35  0,38  0,40  0,42  0,45  0,47  0,50  0,52  0,54  0,57  0,59 | Вище 230 до 250  > 250 > 70  > 270 > 90  > 290 > 110  > 310 > 130  > 330 > 150  > 350 > 170  > 370 > 190  > 390 > 210 | 0,56  0,48  0,50  0,52  0,53  0,56  0,57  0,59  0,60 | 0,62  0,64  0,66  0,69  0,71  0,74  0,76  0,78  0,81 |
| 1) Додати, якщо барометричний тиск нижче 101,3·103 Па (1013 мбар) (760 мм рт. ст.), відняти, якщо барометричний тиск вище 101,3 · 103 Па (1013 мбар) (760 мм рт. ст.). | | | | | |

Після внесення поправок на барометричний тиск записують скореговану температуру при 95% відгону, об’єм відгону за температури 250 оС и 350 оС [34].

2.2.5 Визначення граничної температури фільтрованості

Стандарт на метод дослідження – ДСТУ EN 116:2012.

Суть методу: Частину проби палива охолоджують за певних умов і відтягують в піпетку за допомогою керованого розрідження через стандартний фільтр, що виготовлений із дротяної сітки. Процедура охолодження палива повторюється кожного разу, коли температура випробування знижується 1°C. Випробування продовжують до досягнення кількості кристалів парафіну, що випали в осад, доки їх кількість буде достатньо, щоб перервати потік палива або сповільнити потік палива, щоб час на заповнення піпетки не перевищував 60 секунд, або паливо вже не буде повністю стікати у випробувальну місткість раніше, ніж відбудеться охолодження на 1 °С.

Позначають температуру, при якій почалася остання фільтрація, як граничну температуру.

Проведення випробування.

Перевіряють, щоб температура охолоджувальної бані дорівнювала (мінус 34 ± 0,5) °С.

Відфільтруйте приблизно 50 см3 зразка при лабораторній температурі, але ні в якому разі не нижче 15 °C, через сухий фільтрувальний папір. Випробувальну місткість заповнюють відфільтрованим досліджуваним зразком до позначки (45 см3).

У кожух вставте ізоляційні кільця і прокладки.

Вставте тестовий місткість із пробкою та піпетку з фільтрувальним пристроєм у кожух, переконавшись, що фільтрувальний пристрій доторкається до дна випробувальної місткості.

Як тільки тестова конструкція встановлена, натискайте кнопку запуску. Якщо температура помутніння зразка відома, відсмоктування зразка через фільтр можна розпочати, коли досліджуваний зразок охолоне до температури щонайменше на 5°C, вище температури помутніння. Пристрій (рисунок 5) автоматично виконає тестову програму, якщо необхідно, змінить температуру в охолоджувальній бані до бажаного значення, прилад виведе як GTP першу температуру, при якій зразок більше не досягає позначки кільця протягом 60 секунд, або у випадку переривання вакууму, більше не буде повністю зливатися в тестову ємність.

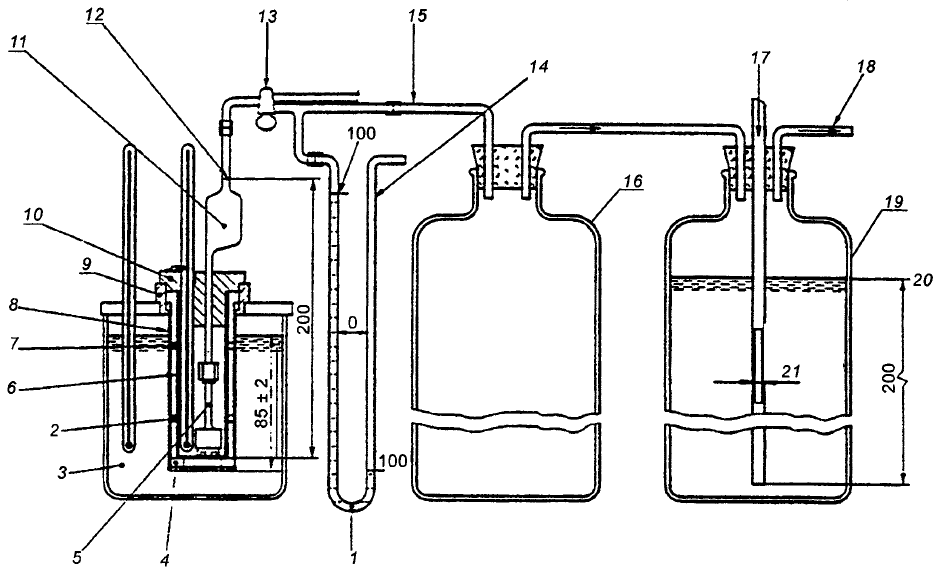


Рисунок 2.4 – Загальне розташування апаратури:

1 – вода; 2 – випробувальна місткість;

3 – охолоджувальна баня; 4 – ізоляційне кільце;

5 – фільтрувальний пристрій; 6,7 – прокладки;

8 – кожух; 9 – опорне кільце;

10 – пробка; 11 – піпетка;

12 – мітка 20 см3; 13 – запірний клапан з подвійним похилим отвором;

14 – U-подібна трубка манометра; 15 – внутрішній діаметр Ø 3+10;

16 – додаткова п’ятилітрова вакуумна місткість;

17 – вентиляційний штуцер; 18 – вакуумне джерело;

19 – вакуумний резервуар; 20 – рівень води;

21 – внутрішній діаметр Ø 10+10.

За значення GTP приймається температура (округлена до 1°С), зафіксована та показана приладом перед останньою фільтрацією [35, 36].

# 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

# 3.1 Експериментальні дані визначення густини за температури 15 оС

# Було проведено ряд випробувань визначення густини за температури 15оС зразків дизельного палива. Результати випробувань відображено на Рисунку 3.1.

Рисунок 3.1 Густина за температури 15 оС, кг/м3

Виходячи з результатів випробувань можна зробити висновок, що жоден зразок за показником густина за температури 15оС не виходить за допустимі межі, вказані в ДСТУ 7688:2015.

3.2 Експериментальні дані визначення вмісту сірки

# Було проведено ряд випробувань визначення вмісту сірки зразків дизельного палива. Результати випробувань відображено на рисунку 3.2.

Рисунок 3.2 – Вміст сірки, мг/кг

Дивлячись на результати випробувань, можна зробити висновок, що вміст сірки у Зразку 2 перевищує допустимі норми згідно ДСТУ 7688:2015.

3.3 Експериментальні дані визначення температури спалаху у закритому тиглі

Було проведено ряд випробувань визначення температури спалаху у закритому тиглі зразків дизельного палива. Результати випробувань відображено на рисунку 3.3.

Рисунок 3.3 – Температура спалаху у закритому тиглі, оС

Виходячи з результатів випробувань можна зробити висновок, що жоден зразок за показником температура спалаху у закритому тиглі не виходить за допустимі межі, вказані в ДСТУ 7688:2015.

3.4 Експериментальні дані визначення фракційного складу

Було проведено ряд випробувань визначення фракційного складу за такими точками: за температури 250°С, 350 °С та температура при об’єм 95% зразків дизельного палива. Результати випробувань відображено на рисунку 3.4.

Рисунок 3.4 – Фракційний склад

Дивлячись на результати випробувань, можна зробити висновок, що Зразок 6 має нестандартні результати за точками 350оС та 95%, згідно ДСТУ 7688:2015.

3.5 Експериментальні дані визначення граничної температури фільтрованості

Було проведено ряд випробувань з визначення граничної температури фільтрованості зразків дизельного палива. Результати випробувань відображено на рисунку 3.5.

Рисунок 3.5 – Гранична температура фільтрованості

Дивлячись на результати випробувань, можна зробити висновок, що результати випробувань Зразка 6 не відповідають вимогам ДСТУ 7688:2015.

# 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ

# СИТУАЦІЯХ

# 4.1. Загальні положення

# Одним з найважливіших аспектів функціонування хімічної лабораторії є забезпечення необхідних умов роботи організму людини. Для цього необхідно розробити єдині норми, які включають певні функції, а саме: підтримання необхідного рівня працездатності працівників і запобігання травматизму, професійним захворюванням та отруєнням та іншим можливим загрозам здоров'ю. Відповідно до законодавства України керівник підприємства зобов’язаний забезпечити дотримання цих норм щодо охорони здоров’я працівників (ст. 28 Основ законодавства України про охорону здоров’я) [37].

# Застосування охорони праці в хімічних лабораторіях спрямоване на створення безпечних умов праці, усунення впливу шкідливих факторів на організм людини і навколишнє середовище, забезпечення безпечної експлуатації обладнання.

# Через це в дію вступає система управління охороною здоров’я, представлена ​​спеціальним підрозділом – службами охорони праці. Положення про нормативи послуг з охорони праці затверджено наказом Державного комітету України по нагляду за охороною праці № 255 [38].

# Основним нормативним документом, що регулює питання охорони праці в Україні, є Закон України «Про охорону праці». Він уточнює основні положення щодо реалізації конституційних прав громадян на життя і здоров'я на виробництві, регулює відносини між власниками підприємств, установ і організацій за участю відповідних державних органів. Він і працівники уповноважених установ у сфері безпеки, гігієни праці та виробничого середовища встановили єдиний порядок діяльності українських організацій з охорони праці.

# Важливою умовою належного функціонування охорони праці в хімічних лабораторіях є виконання всіх робіт відповідно до чітко визначених інструкцій, які називаються стандартними робочими процедурами.

# Кваліфікований персонал є ще одним важливим фактором у створенні безпечних робочих місць, особливо в лабораторіях, де передбачається використання токсичних і вибухових речовин, які можуть завдати значної шкоди здоров’ю людей або навколишньому середовищу.

# Місце розташування хімічної лабораторії, її планування, обладнання та планування повинні відповідати вимогам будівельних норм і умов, санітарно-гігієнічних норм, архітектурних умов підприємств хімічної промисловості, будівель і споруд.

При недотриманні відповідних вимог безпеки та пожежної безпеки під час хімічних реакцій можуть виникнути критичні ситуації через виділення горючих газів і рідин при температурах вище температури спалаху, переважно в закритих приміщеннях.

4.2 Шкідливі фактори при роботі в хімічній лабораторії

Основні шкідливі фактори, що впливають на працівників різних галузей промисловості, часто однакові й призводять до однакових фізичних захворювань. Керівники лабораторій зобов'язані дбати про зменшення негативного впливу шкідливих факторів на здоров'я працівників. Шкідливі виробничі фактори (ШВФ) - фактори, що впливають на організм людини в процесі праці та виробничих умовах, недотримання санітарних норм може призвести до зниження працездатності та погіршення здоров'я, аж до виникнення професійних захворювань.

# Професійні захворювання - це хронічні або гострі захворювання, зумовлені тривалим впливом на працівників шкідливих факторів виробництва. Небезпечні виробничі фактори (НВФ) - це фактори навколишнього середовища та робочих процесів, які можуть спричинити гострі захворювання, раптове та різке погіршення здоров’я або смерть.

# Основні групи шкідливих виробничих факторів:

# фізичні;

# психофізіологічні;

# хімічних

# біологічні.

# Працюючи в хімічній лабораторії, неможливо уникнути впливу фізичних факторів. Серед них особливе місце займають:

# температура, висока вологість та радіація;

# підвищений рівень шуму, вібрації, ультразвуку та інфразвуку;

# можливе недостатнє освітлення та погіршення зору;

# вплив пилу та аерозолів;

# дія струму;

Здається, кожен фактор окремо не становить особливого ризику для здоров’я людини після короткочасного впливу. Але лаборанти часто оточені ними протягом тривалого часу або навіть кількома лаборантами одночасно, тому їх вплив стає цілком очевидним [39].

4.3 Мікроклімат виробничих приміщень

Умови внутрішнього середовища виробничих приміщень впливають на теплообмін між працівниками та навколишнім середовищем через конвекцію, провідність, теплове випромінювання та випаровування води. Ці умови визначаються температурою, відносною вологістю і швидкістю руху повітря, температурою поверхонь, що оточують людину, інтенсивністю теплового (інфрачервоного) випромінювання.

# За ступенем впливу на організм людини термічні умови мікроклімату поділяють на оптимальні умови мікроклімату та допустимі умови мікроклімату.

# Оптимальні умови мікроклімату - це такі параметри мікроклімату, які при тривалому і систематичному впливі на людину забезпечують підтримання нормального теплового стану організму без активації терморегуляції, тобто забезпечують стан теплового комфорту, створюючи тим самим умови для доброго здоров'я.

# Допустимі умови мікроклімату - це показники мікроклімату, які при тривалому і систематичному впливі на людину можуть викликати зміни теплового стану організму, які швидко зникають і повертаються до норми. Ці зміни супроводжуються навантаженням на механізми терморегуляції в межах фізіологічного адаптивного діапазону. У цьому випадку працездатність може бути знижена, але порушення здоров'я людини не буде.

# Оптимальний мікроклімат зазвичай досягається за допомогою кондиціонування повітря. Приміщення, пов'язані з нервово-емоційною роботою, що потребують підвищеної уваги (наприклад, хімічні лабораторії), повинні мати оптимальні параметри мікроклімату.

# Допустимі значення показників мікроклімату визначаються у випадках, коли оптимальні показники не можуть бути забезпечені з технічних вимог, техніко-економічних причин.

# Оптимальні та допустимі показники мікроклімату в холодний і теплий періоди для хімічної лабораторії наведено в таблиці 4.1.

# Таблиця 4.1 – Оптимальні та допустимі показники мікрокліматичних показників для хімічної лабораторії.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметри мікроклімату | Період | Оптимальні показники | Допустимі показники |
| Температура повітря, ºС | Холодний | 21-24 | 20 -25 |
| Теплий | 2-25 | 21-28 |
| Відносна вологість, % | Холодний | 40-60 | ≤ 75 |
| Теплий | 40-60 | ≤ 55 |
| Швидкість руху повітря, м/с | Холодний | 0,1 | 0,2 |
| Теплий | 0,1 | 0,3 |

4.4 Освітлення в лабораторії

Освітлення в лабораторії може бути: штучне, природнє. При освітленні лабораторії використовують горизонтальне природне освітлення, а при необхідності – штучне. Використовують природне освітлення протягом дня. Забезпечує хорошу освітленість, рівномірність і, головне, ідеальну передачу кольору. У темний час доби використовують штучне освітлення. Недостатнє освітлення може призвести до напруги очей і, в гіршому випадку, до травм на робочому місці. Освітлення робочих місць хімічних лабораторій повинне відповідати ДБН В.2.5-28-2006 [40].

4.5 Рівень шуму в лабораторії

Шум – це група звуків різної інтенсивності та частоти, які заважають людині сприймати сигнали. Шум негативно впливає на людину і може викликати страждання, глухуватість і глухоту. Шум може спричинити прискорення пульсу та дихання людини. Довготривалий шум впливає на центральну нервову та серцево-судинну системи: симптоми надмірної втоми, ослаблення концентрації, підвищена нервова збудливість, зниження працездатності, порушення роботи шлунково-кишкового тракту.

За частотою звукові коливання поділяються на три діапазони: інфразвуковий, акустичний і ультразвуковий. Нормами промислового шуму є рівні звуку до 85 децибел. Рівень шуму до 20 дБ не впливає на розбірливість мови. Коли рівень шуму зростає до 70 децибел і вище, мову стає важко зрозуміти. Рівень шуму в хімічних лабораторіях не повинен перевищувати норматив - 60 дБА.

4.6 Небезпека ураження електричним струмом

Напруга і струм, що протікають через тіло людини в нормальному (неаварійному) режимі електрообладнання, не повинні перевищувати значень, наведених у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Допустимі рівні напруги та струму

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид струму | U, B | I,мА |
| Змінний, 50 Гц, не більше | 2,0 | 0,3 |
| Змінний, 400 Гц, не більше | 3,0 | 0,4 |
| Постійний, не більше | 8,0 | 1,0 |

Для забезпечення безпечної роботи персоналу, який працює з електрообладнанням, необхідно дотримуватись наступних правил:

* усе електрообладнання має бути заземлене;
* все обладнання має бути справним;
* усі металеві та струмопровідні неметалеві частини технологічного обладнання та систем вентиляції повинні бути заземлені;
* дотримуватися техніки безпеки при роботі з електрообладнанням.

4.7 Безпека в надзвичайних ситуаціях

4.7.1 Пожежна безпека, первинні засоби пожежогасіння

Пожежа – це неконтрольоване горіння, яке поширюється в часі та просторі за межі конкретної пожежі, завдаючи матеріальних збитків.

Протипожежна профілактика - це комплекс організаційних і технічних заходів, що здійснюються для забезпечення безпеки людей, запобігання виникненню пожеж, обмеження поширення пожежі, створення умов для успішного гасіння пожежі. Метою протипожежних заходів є забезпечення пожежної безпеки.

Пожежна безпека – це стан об'єктів, при якому з заданою ймовірністю виключається можливість виникнення і розвитку пожежі, впливу на людей небезпечних факторів і забезпечується збереження матеріальних цінностей. Приміщення хімічної лабораторії повинно мати основний засіб пожежогасіння та позначення місця його встановлення.

Первинні засоби пожежогасіння:

* вогнегасники;
* пожежні крани-комплекти, ручні насоси;
* ящики з піском, бочки з водою;
* азбестові полотна.

Основним засобом гасіння пожеж є розміщення вогнезахисних кожухів, які встановлюються в межах об’єкта з розрахунку 1 вогнезахисний кожух на 5000 м². Вони повинні бути пофарбовані в червоний колір.

Кожен працівник повинен розуміти правила поведінки при виникненні пожежі, вміти користуватися первинними засобами пожежогасіння та знати їх місце розташування. У разі виникнення пожежі працівники зобов’язані негайно повідомити про це пожежну охорону та керівництво та використати всі наявні засоби для гасіння пожежі.

У кожній хімічній лабораторії повинен бути вогнегасник. Вогнегасники маркуються літерою, яка вказує на тип, і цифрою, яка вказує на потужність.

Вогнегасники поділяються на:

* автоматичний - зазвичай стаціонарно встановлюється там, де може виникнути пожежа;
* ручний (керується людиною) - розташований на спеціально призначеному стенді;
* універсальна (комбінована дія) - поєднує в собі переваги обох вищевказаних видів.

Вогнегасники розрізняються за принципом дії на осередок вогню:

* газові (вуглекислотні);
* пінні (хімічні, повітряно-пінні, хімічні повітряно-пінні, повітряно-емульсійні);
* порошкові;
* водні.

Для хімічних лабораторій найбільш перспективними є порошкові вогнегасники для гасіння лужних металів, електрообладнання під напругою, твердих і газоподібних речовин.

4.7.2 Безпека під час інших надзвичайних ситуаціях

Для запобігання нещасним випадкам у хімічній лабораторії працівники повинні дотримуватись таких правил:

1. при виявленні обриву/замикання шнура живлення, , пошкодження електрообладнання, запаху гару негайно вимкнути електроживлення та повідомити про аварійну ситуацію керівника та чергового електрика;
2. при виявленні людини ураженою напругою негайно вимкнути електроживлення, щоб захистити її від дії струму та надати медичну допомогу потерпілому до прибуття лікарів;
3. при збоях в роботі технічних засобів програмного забезпечення негайно викликати представника інженерно-технічної служби експлуатації обчислювальної техніки;
4. при появі різі на очах, різкого погіршення видимості – неможливості сфокусувати або спрямувати погляд на чіткість, болю в пальцях і руках, прискореного серцебиття, негайно покиньте робоче місце, повідомте персонал і керівника лабораторії, щоб зрозуміти, що трапилося і зверніться до лікаря;
5. при спалаху обладнання вимкнути живлення та вжити заходів до гасіння пожежі, викликати пожежну охорону та повідомити про ситуацію керівника лабораторії;
6. під час повідомлення про надзвичайну ситуацію необхідно чітко виконувати інструкції щодо евакуації та залишити приміщення.

# ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Результати експериментальних досліджень кваліфікаційної роботи магістра можуть бути використані в освітньому процесі під час викладання навчальних дисциплін: для освітнього рівня бакалавр спеціальності 102 Хімія, для освітнього рівня магістр 102 Хімія.

Для більш детального аналізування дизельного палива можна включити у сферу акредитації ВЛ ТОВ «ЛПГ ЛАБ» наступні показники:

1. Масова частка поліциклічних вуглеводнів.
2. Масова частка домішок.
3. Змащювальна здатність.
4. Кінематична в’язкість за температури 40 °С.
5. Температура помутніння.
6. Вміст марганцю.
7. Зольність.
8. Коксованість 10-відсоткового залишку.

# ВИСНОВКИ

* 1. Розглянули методи аналізу фізичних та хімічних показників дизельного палива на прикладі ТОВ «ЛПГ ЛАБ».
  2. Провели аналіз дизельного пального різних класів.

Аналізуючи результати випробувань можна зробити висновок: 2 зразки з семи (Зразок 2 та 6) не відповідають вимогам ДСТУ 7688:2015. Зразок 2 за показником вміст сірки методом ДСТУ ISO 20846:2009, має перевищення норми на 6,11 мг/кг. Зразок 6: за показником гранична температура фільтрованості методом ДСТУ EN 116:2012, має нижче значення за норму на 2 оС; за показником фракційний склад методом ГОСТ 2177-99, має відхилення за точками 350 оС та температури за якою переганяється 95% на 1% та на 2 оС відповідно.

Можна зробити припущення, що Зразок 2 та 6 мають відхилення через неправильні умови зберігання. Такі відхилення від норми можуть негативно вплинути на роботу двигуна, при постійному використанні такого палива.

* 1. Визначили вміст сірки методом ДСТУ ISO 20846:2009.
  2. Визначили граничну температуру фільтрованості методом ДСТУ EN 116:2012;
  3. Визначили фракційний склад методом ГОСТ 2177-99;
  4. Визначили температуру спалаху в закритому тиглі методом ДСТУ ISO 2719:2006;
  5. Визначили густину за температурою 15оС методом ДСТУ EN ISO 3675:2012.

# ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1 Моторні палива: властивості та якість : підручник / С. Бойченко та ін. Київ : Центр учб. літ., 2017. 324 с.

2 Diesel fuel oil / ed. by J. R. Callaway. 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959 : ASTM International, 1967. URL: https://doi.org/10.1520/stp413-eb (дата звернення: 17.10.2023).

3 Diesel Fuel / M. J. Kaiser et al. Petroleum refining. 2019. P. 381-395. URL: https://doi.org/10.1201/9780429188893-19 (дата звернення: 17.10.2023).

4 Ткачук В. Оцінка якості світлих нафто-продуктів. Київ : КНТЕУ, 2014. 128 с.

5 Локомотивні експлуатаційні матеріали / Д. Жалкін та ін. Харків : Укр. держ. ун-т залізн. трансп., 2021. 106 с.

6 The Editors of Encyclopaedia Britannica. Diesel fuel definition, efficiency, & pollution. Encyclopedia britannica. 2023. URL: https://www.britannica.com/technology/diesel-fuel (дата звернення: 17.05.2023).

7 Majewski W. A., Jääskeläinen H. What is diesel fuel. DieselNet: Engine & Emission Technology Online. URL: https://dieselnet.com/tech/fuel\_diesel.php#component (дата звернення: 17.05.2023).

8 Експуатаційні матеріали: лабораторний практикум / В. Єфіменко та ін. Хмельницький : ХНУ, 2020. 99 с.

9 Diesel Power and Diesel Transportation. Fuel injection systems / ed. by Emerson, Brian P., 1910- ed., D. P. Inc. New York : Diesel Publications, 1950. 215 p.

10 Diesel R. Anwendungen des Motors. Theorie und Konstruktion eines rationellen Wärmemotors. Berlin, Heidelberg, 1893. P. 88–92. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-642-64949-3\_10 (дата звернення: 04.10.2023).

11 Жалкін Д., Жалкін С. Г. Хімотологія дизельних палив. Харків : УкрДУЗТ, 2016. 42 с.

12 Костенко А. І. Гриневецький В.Г. – засновник теорії і практики вчення про двигуни внутрішнього згорання, 2014. URL: http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/8299 (дата звернення: 04.11.2023).

13 Сіренко Г. О., Кириченко В. І., Сулима І. В. Фізико-хімія паливно-мастильних матеріалів : моногр. підруч. (курс лекцій). Івано-Франківськ : Супрун В.П., 2017. 510 с.

14 Crude oil. Commodity investing. Hoboken, NJ, USA, 2015. P. 37–55. URL: https://doi.org/10.1002/9781119201397.ch4 (дата звернення: 17.10.2023).

15 Топільницький П., Гринишин О., Мачинський О. Технологія первинної переробки нафти і газу. Львів : Львів. політехніка, 2014. 468 с.

16 Паливо-мастильні матеріали, технічні рідини та системи їх забезпечення : навч. посіб. / В. Чабанний та ін. Кропивницький : Центральноукр. нац. техн. ун-т, 2022. 487 с.

17 McDonnell R. H. Diesel power. Journal - american water works association. 1938. Vol. 30, no. 10. P. 1690–1695. URL: https://doi.org/10.1002/j.1551-8833.1938.tb12286.x (дата звернення: 04.11.2023).

18 ДСТУ 7688:2015. «Дизельне паливо. Технічі умови». На заміну ДСТУ 4840:2007 ; [Чинний від 2015-05-28]. Вид. офіц. Київ : (ДП «УкрНДНЦ»), 2015. 16 с.

19 EN 590:2013. Automotive fuels - Diesel - Requirements and test methods. Replaces EN 590:2009+A1:2010 ; effective from 2023-07-26. Official edition. Brussels : European Committee For Standardization, 2013. 12 p.

20 Бендера І., Дуганець В., Кизима М. Паливо-мастильні та інші експлуатаційні матеріли. Камя'нець-Подільський : ФОП Сисин Я.І., 2016. 420 с.

21 Safety considerations. Dual-Fuel diesel engines. 2015. P. 110–117. URL: https://doi.org/10.1201/b18163-13 (дата звернення: 17.10.2023).

22 ДСТУ 4454:2005. Нафта і нафтопродукти. Маркування, пакування, транспортування та зберігання. На заміну ГОСТ 1510-84 крім вимог, які стосуються нафти і нафтопродуктів, що постачаються за межі України ; [Чинний від 2005-09-16]. Вид. офіц. Київ : ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ, 2005. 35 с.

23 Божидарнік Т., Ткачук В., Речун О. Проблеми і перспективи формування та розвитку ринку біопалив в україні. Економічний часопис-ХХІ. 2014. С. 45–48.

24 Сучасні паливно-мастильні матеріали: стан та поступ розвитку : монографія / С. Бойченко та ін. 2-ге вид. Івано-Франківськ : Супронов В.П., 2017. 288 с.

25 Експлуатаційні властивості і використання дизельних палив. StudFiles. URL: https://studfile.net/preview/7301689/page:7/ (дата звернення: 04.08.2023).

26 ДСТУ EN ISO 3675:2012. Нафта сира та нафтопродукти рідкі. Метод лабораторного визначення густини ареометром (EN ISO 3675:1998, IDT). [Чинний від 2012-05-18]. Вид. офіц. Київ : МІНЕКОНОМРОЗВИТКУ УКРАЇНИ, 2012. 12 с.

27 ISO 3675:1998. Crude petroleum and liquid petroleum products – Laboratory determination of density – Hydrometer method. Replaces second edition (ISO 3675:1993) ; effective from 1998-06-15. Official edition. Switzerland : International Organization for Standardization, 1998. 14 p.

28 ДСТУ ISO 20846:2009. Нафтопродукти. Визначення вмісту сірки в автомобільному пальному методом ультрафіолетової флуоресценції (ISO 20846:2004, IDT). [Чинний від 2009-10-15]. Вид. офіц. Київ : ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ, 2009. 14 с.

29 EN ISO 20846. Petroleum products - Determination of sulfur content of automotive fuels - Ultraviolet fluorescence method. Effective from 2004-03-01. Official edition. Brussels : European Committee For Standardization, 2004. 14 p.

30 ДСТУ ISO 2719:2006. Визначення температури спалаху горючих речовин методом Пенського-Мартенса в закритому тиглі (ISO 2719:2002, IDT). [Чинний від 2006-12-27]. Вид. офіц. Київ : ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ, 2012. 19 с.

31 ISO 2719:2002. Determination of flash point – PenskyMartens closed cup method. Replaces the second edition (ISO 2719:1988) ; effective from 2002-11-15. Official edition. Switzerland : International Organization for Standardization, 2002. 19 p.

32 ГОСТ 2177-99. Нафтопродукти. методи визначення фракційного складу. На заміну ГОСТ 2177-82 ; [Чинний від 2001-01-01]. Вид. офіц. Київ : ДЕРЖСТАНДАРТ УКРАЇНИ, 2001. 31 с.

33 ДСТУ EN 116:2012. Палива дизельні та побутові. Метод визначення граничної температури фільтрованості на холодному фільтрі (EN 116:1997, IDT). [Чинний від 2012-05-28]. Вид. офіц. Київ : МІНЕКОНОМРОЗВИТКУ УКРАЇНИ, 2012. 19 с.

34 EN 116:1997. Diesel and domestic heating fuels - Determination of cold filter plugging point. Replaces EN 116:1981 ; effective from 1997-10-16. Official edition. Brussels : European Committee For Standardization, 1997. 21 p.

35 Основи законодавства України про охорону здоров'я. Офіційний вебпортал парламенту України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2801-12#Text (дата звернення: 03.08.2023).

36 Про затвердження Правил охорони праці під час роботи в хімічних лабораторіях. Офіційний вебпортал парламенту України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1648-12#Text (дата звернення: 17.08.2023).

37 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99. Офіційний вебпортал парламенту України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text (дата звернення: 17.08.2023).

38 Про затвердження типового положення про службу охорони праці. (НПАОП 0.00-4.35-04). Офіційний вебпортал парламенту України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1526-04#Text (дата звернення: 16.08.2023).