МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій

Кафедра хімії і хімічної технології

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач випускової кафедри

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В.Л. Чумак

«\_\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2020р.

**ДИПЛОМНА РОБОТА**

**(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)**

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

за спеціальністю : 161 «Хімічні технології та інженерія»

освітньо-професійної програми «Хімічні технології палива та вуглецевих матеріалів»

**Тема: «Експлуатаційні властивості сумішевих палив на базі біоетанолу»**

Виконавець: студентка ХП-205М Дорош М.А. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Керівник**:** доц., к.х.н. Кустовська А.Д. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Консультант розділу «Охорона праці»:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_доц., к.м.н. Халмурадов Б.Д.

Консультант розділу «Охорона навколишнього середовища»:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ доц. Дмитруха Т.І.

Нормоконтролер: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ доц. Столярова Н. В.

Київ 2020

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій

Кафедра хімії і хімічної технології

за спеціальністю: «161 Хімічні технології та інженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри В.Л.Чумак

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2020 р.

**ЗАВДАННЯ**

**на виконання дипломної роботи**

Дорош Марини Андріївни

1. Тема дипломної роботи: «Експлуатаційні властивості сумішевих палив на базі біоетанолу» затверджена наказом ректора від 19.11.2019 року №2687/ст.

2. Термін виконання роботи: з 15.10.2019р. по 10.02.2020р.

3. Вихідні дані до роботи: автомобільний бензин А-80-ДЗ, біоетанол.

4. Зміст роботи: Вступ. Основна частина. Розділ 1. Літературний огляд по темі. Розділ 2. Об’єкти і методи дослідження. Розділ 3.Дослідження сумішевих палив на базі біоетанолу. Розділ 4. Охорона навколишнього середовища. Розділ 5. Охорона праці. Висновки. Cписок бібліографічних посилань використаних джерел. Додатки.

5. Перелік обов’язкового графічного (ілюстративного) матеріалу: графіки залежності показників бензину від вмісту етанолу.

6. Календарний план-графік:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Завдання | Термін  виконання | Відмітка про  виконання |
| 1. | Провести літературно-аналітичний огляд з теми дипломної роботи | 17.10.2019 –  30.10.2019 р. |  |
| 2. | Провести експеримент | 28.10.2019 –  30.11.2019 р. |  |
| 3. | Обробити результати досліджень | 30.11.2019 –  23.12.2019 р. |  |
| 4. | Оформити розділ «Охорона навколишнього середовища» | 23.12.2019 –  03.01.2020 р. |  |
| 5. | Оформити розділ «Охорона праці» | 03.01. 2020 –  16.01.2020 р. |  |
| 6. | Підготувати презентацію до передзахисту і захисту магістерської роботи | 17.01.2020 – 06.02.2020 р. |  |

7. Консультанти з окремих розділів:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Розділ | Консультант  (посада, П.І.Б.) | Дата, підпис | |
| Завдання  Видав | Завдання  прийняв |
| Охорона праці | доц., к.м.н.  Халмурадов Б.Д. |  |  |
| Охорона  навколишнього  середовища | доц. Дмитруха Т.І. |  |  |

8. Дата видачі завдання: «15» жовтня 2019 р.

Керівник дипломної роботи \_\_\_\_\_\_\_\_\_ к.х.н, доц. Кустовська А.Д.

(підпис керівника)

Завдання прийняла до виконання \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Дорош М.А.

(підпис студента)

**РЕФЕРАТ**

Пояснювальна записка до дипломної роботи: «Експлуатаційні властивості сумішевих палив на базі біоетанолу»: 106 сторінок, 11 таблиць, 21 рисунок, 23 літературні джерела.

АЛЬТЕРНАТИВНЕ ПАЛИВО, БІОЕТАНОЛ, ОДЕРЖАННЯ БІОЕТАНОЛУ, СУМІШЕВЕ ПАЛИВО, ФАЗОВА НЕСТАБІЛЬНІСТЬ, АВТОМОБІЛЬНИЙ БЕНЗИН А-80-ДЗ, КІЛЬКІСНІ ТА ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ, ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА, ОХОРОНА ПРАЦІ.

**Мета дипломної роботи**: одержання ефективного альтернативного палива на базі біоетанолу.

**Об’єкт дослідження:** паливні суміші автобензин А-80-ДЗ – біоетанол різного складу.

**Предмет дослідження**: якісні та кількісні показники сумішевого палива.

**Методи дослідження:**

-приготування модельних спирто-бензинових сумішей;

-визначення октанового числа, індукційного періоду, тиску насичених парів;

-розрахування нижчої теплоти згорання, максимальної температури горіння, витрат повітря, викидів продуктів згорання.

**ЗМІСТ**

[ОСНОВНА ЧАСТИНА 10](#_Toc31212536)

[РОЗДІЛ 1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД ПО ТЕМІ 10](#_Toc31212537)

[**1.1. Технологія виробництва біоетанолу** 18](#_Toc31212538)

[1.1.1. Промислове виробництво біоетанолу з крохмаловмістких зернових культур 19](#_Toc31212539)

[1.1.2. Виробництво етанолу з целюлози 22](#_Toc31212540)

[**1.2. Особливості застосування біоетанолу в Україні** 26](#_Toc31212541)

[**1.3. Рекомедації по застосуванню матеріалів** 33](#_Toc31212542)

[**1.4. Зберігання і дозування палива** 34](#_Toc31212543)

[**1.5. Проблеми, що виникають при застосуванні етанолу в бензинах** 38](#_Toc31212544)

[**1.6. Фазова нестабільність** 40](#_Toc31212545)

[1.6.1.Технології зневоднення етанолу. 41](#_Toc31212546)

[1.6.2.Зневоднення етанолу цеолітами в стаціонарному режимі. 42](#_Toc31212547)

[1.6.3. Зневоднення етанолу в паровій фазі цеолітами. 44](#_Toc31212548)

[1.6.4.Залежність фазової стабільності від концентації етанолу в бензині. 46](#_Toc31212549)

[**1.7. Висновки до розділу** 48](#_Toc31212550)

[РОЗДІЛ 2. ОБ’ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ 49](#_Toc31212551)

[2.1. Об’єкти дослідження 49](#_Toc31212552)

[2.1.1. Бензин А-80-ДЗ 49](#_Toc31212553)

[2.1.2. Спирт етиловий 49](#_Toc31212554)

[**2.2. Методи дослідження.** 50](#_Toc31212555)

[2.2.1. Зневоднення етанолу. 51](#_Toc31212556)

[2.2.2. Приготування зразків. 51](#_Toc31212557)

[2.2.3. Визначення елементного складу сумішей 51](#_Toc31212558)

[2.2.4. Визначення теплоти згорання 53](#_Toc31212559)

[2.2.5. Визначення максимальної температури горіння 54](#_Toc31212560)

[2.2.6. Визначення індукційногоперіода (ГОСТ 4039) 54](#_Toc31212561)

[2.2.7. Визначення тиску насичених парів (ДСТУ 4160) 58](#_Toc31212562)

[2.2.8. Визначення октанового числа за моторним методом (ДСТУ 8736). 62](#_Toc31212563)

[2.2.9. Визначення витрат кисню і повітря на спалювання 65](#_Toc31212564)

[2.2.10. Визначення об’єму продуктів повного згорання 65](#_Toc31212565)

[**2.3. Висновки до розділу** 66](#_Toc31212566)

[РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ СУМІШЕВИХ ПАЛИВ НА БАЗІ БІОЕТАНОЛУ 68](#_Toc31212567)

[**3.1. Елементний склад палив** 68](#_Toc31212568)

[**3.2. Теплота згоряння** 69](#_Toc31212569)

[**3.3. Максимальна температура горіння** 70](#_Toc31212570)

[**3.4. Індукційний період** 72](#_Toc31212571)

[**3.5. Тиск насичених парів** 73](#_Toc31212572)

[**3.6. Октанове число за моторним методом** 74](#_Toc31212573)

[**3.7. Витрати повітря на спалювання** 75](#_Toc31212574)

[**3.8. Об’єм продуктів згорання** 77](#_Toc31212575)

[**3.9. Висновки до розділу** 80](#_Toc31212576)

[РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА 82](#_Toc31212577)

[**4.1. Стан навколишнього середовища і повітря при використанні оксигенатів.** 82](#_Toc31212578)

[**4.2. Дія етанолу на людину при його використанні в автомобільних паливах.** 85](#_Toc31212579)

[**4.3. Вплив шкідливих речовин на навколишнє середовище, що утворюються при згорання палива.** 86](#_Toc31212580)

[**4.4. Висновки до розділу** 89](#_Toc31212581)

[РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ 90](#_Toc31212582)

[**5.1. Вступ** 90](#_Toc31212583)

[**5.2. Аналіз умов праці на робочому місці** 90](#_Toc31212584)

[5.2.1. Організація робочого місця 90](#_Toc31212585)

[5.2.2. Перелік шкідливих та небезпечних виробничих чинників 91](#_Toc31212586)

[5.2.3. Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих чинників. 91](#_Toc31212587)

[**5.3. Розробка заходів з охорони праці** 94](#_Toc31212588)

[5.3.1. Нормалізація повітря робочої зони 94](#_Toc31212589)

[5.3.2. Виробниче освітлення 95](#_Toc31212590)

[5.3.3. Електробезпека 95](#_Toc31212591)

[**5.4. Пожежна безпека** 96](#_Toc31212592)

[**5.5. Розрахункова частина** 97](#_Toc31212595)

[**5.6. Висновки до розділу** 99](#_Toc31212596)

[ВИСНОВКИ 100](#_Toc31212597)

[СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 102](#_Toc31212598)

[ДОДАТОК А 104](#_Toc31212599)

**ВСТУП**

***Актуальність теми***

Основним джерелом забруднення атмосфери є транспортні засоби, які працюють на двигунах внутрішнього згоряння. За даними МОЗ на частку автотранспорту припадає 70-87% викидів токсичних речовин в атмосферу. Один автомобіль щорічно поглинає з атмосфери в середньому більше 4 т кисню, викидаючи при цьому 800 кг монооксиду вуглецю, 40 кг оксидів азоту і майже 200 кг різних вуглеводнів. В результаті від автотранспорту в атмосферу за рік надходить: 27 тис. т бензолу, 17,5 тис. т формальдегіду, 1,5 т бензопірену і 5 тис. т свинцю. Загальна кількість шкідливих речовин, які щорічно викидаються автомобілями, перевищує 20 млн. т.

Одним із шляхів вирішення проблеми є перехід автомобільного транспорту на альтернативні види палива. Під цим терміном розуміють, в принципі, всі речовини, які мають здатність горіти і які можуть в більшій чи меншій мірі бути використані замість класичного палива з нафти в двигунах внутрішнього згорання.

Пошуком альтернативних палив вчені всього світу займаються давно, так як запаси нафти невічні і рано чи пізно їх буде недостатньо. За деякими підрахунками світовий запас нафти становить 1,726 трлн баррелів, яких має вистачити на 53 роки при сучасному використанні.

Найбільш ефективні для застосування у двигунах внутрішнього згорання є горючі гази і рідкі продукти їх переробки, рослинні масла, продукти зрідження вугілля, а також спирти. Високе місце в цьому списку посідає водень, так як він найбільш енергоємний та екологічно чистий носій енергії.

В Україні найбільш вигідним є етиловий спирт, який виробляється на основі картоплі, зерна та інших рослинних компонентів. Ключовими споживачами готової спиртової продукції є компанії, що працюють в сфері харчової, хімічної і фармацевтичної промисловості. Ринок спирту в нашій країні належить до стратегічних галузей промисловості, діяльність галузі контролюється і регулюється державою. Наявність державної монополії на виробництво та реалізацію спирту є причиною низького рівня конкурентоспроможності представленої продукції, а також повільної модернізації. 95% загального виробництва спирту в Україні припадає на ДП "Укрспирт" ― основного оператора як на внутрішньому, так і зовнішньому ринках. Діяльність ринку спирту в Україні регулюється низкою нормативно-правових актів.

***Мета дипломної роботи****:* одержання ефективного альтернативного палива на базі біоетанолу.

***Об’єкт дослідження:*** паливні суміші автобензин А-80-ДЗ – біоетанол різного складу.

***Предмет дослідження****:* якісні та кількісні показники сумішевого палива.

***Методи дослідження:***

-приготування модельних спирто-бензинових сумішей;

-визначення октанового числа, індукційного періоду, тиску насичених парів;

-розрахування нижчої теплоти згорання, максимальної температури горіння, витрат повітря, викидів продуктів згорання.

***Завдання* −** аналіз науково-технічної літератури за темою роботи; проведення експерименту з дослідження паливних сумішей з вмістом етанолу 20%, 40%, 90% на відповідність показникам якості.

***Наукова новизна одержаних результатів:*** Підтверджено, що додавання біоетанолу покращило теплоенергетичні, експлуатаційні та екологічні характеристики сумішевого палива.

***Практичне значення одержаних результатів.*** Підтверджено числовими значеннями показників якості можливість використання біоетанолу до 90% у сумішевих паливах.

***Особистий внесок автора.*** Було проведено аналітичний огляд інформації про стан застосування біоетанолу як складової автомобільного бензину в Україні та в світі, аналіз науково-технічної літератури за темою роботи.

Випробування під час дослідження впливу біоетанолу на експлуатаційні характеристики автомобільного бензину проводились у 10 Хіммотологічному центрі Міністерства Оборони України у Відділі контролю якості.

Було здійснено обробку отриманих результатів і сформульовано висновки.

**ОСНОВНА ЧАСТИНА**

**РОЗДІЛ 1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД ПО ТЕМІ**

Для забезпечення економіки України паливно-енергетичними ресурсами важливого значення набуває виробництво та споживання альтернативних видів рідкого та газового палива на основі залучення нетрадиційних джерел та видів енергетичної сировини. До нетрадиційних джерел та видів енергетичної сировини належить сировина рослинного походження, відходи, тверді горючі речовини, нафтові, газові, газоконденсатні родовища, важкі сорти нафти, природні бітуми тощо, виробництво і переробка яких потребує застосування принципово нових технологій.

До альтернативних видів рідкого палива належать:

* горючі рідини, одержані під час переробки твердих видів палива (вугілля, торфу, сланців);
* спирти, олії, інше рідке біологічне паливо, одержане з біологічної сировини;
* горючі рідини, одержані з промислових відходів, стічних вод та інших відходів промислового виробництва;
* паливо, одержане з нафти і газового конденсату нафтових, газових та газоконденсатних родовищ непромислового значення, якщо воно не належить до традиційного виду палива.

Для забезпечення виробництва альтернативних видів палива створюються організаційно-економічні умови для підприємництва на основі державного захисту інтересів підприємця, умови для розвитку науково-технічної бази виробництва та впровадження нових наукових досягнень у цій сфері. Обов'язковою умовою є створення системи державних стандартів; впровадження економічних важелів і стимулів для підприємств, діяльність яких пов'язана з впровадженням ресурсозберігаючих технологій при використанні альтернативних видів палива; стимулювання інвестиційної діяльності тощо.

Для забезпечення стабільності у розвитку економіки окремих регіонів використанню альтернативних джерел енергії приділяється значна увага. До альтернативної енергії відносять енергію, виробленою з альтернативних джерел, це електрична, теплова та механічна енергія, яка виробляється на об'єктах альтернативної енергетики і може виступати товарною продукцією, призначеною для купівлі-продажу. До альтернативних джерел дешевої та доступної енергії відносять енергію сонячного випромінювання, вітру, морів, річок, біомаси, теплоти Землі та вторинні енергетичні ресурси, які існують постійно у довкіллі. [5].

Використання альтернативних джерел енергії має особливості, зокрема зумовлені природними умовами. Можливості для використання альтернативних джерел енергії залежать від наявності водних ресурсів малих річок, необхідних для роботи гідроенергетичного обладнання; наявності біомаси, кількість якої залежить від обсягів щорічних урожаїв; наявності геотермальних джерел та свердловин, придатних для виробництва та використання геотермальної енергії; наявності теплових викидів, обсяги яких залежать від функціонування підприємств промисловості тощо.

Альтернативна вітроенергетика дозволяє подолати існуючі труднощі, має значні перспективи розвитку. Загальний обсяг вітрової енергії, яку реально можна використовувати в Україні, може дати за рік, за різними оцінками 300-600 млрд кВт/год. Використання енергії вітру для отримання електроенергії відноситься до розряду використання невичерпних енергоресурсів Землі. В практичній діяльності енергію вітру люди використовували з давніх часів.

Становленню вітроенергетики в різних країнах сприяла енергетична криза, скорочення запасів традиційних паливно-енергетичних ресурсів, значне підвищення цін на паливо. У США, Німеччині, Великобританії, Данії, Китаї, Японії та інших країнах прийняті національні програми розвитку вітроенергетики. Для виконання зазначених програм передбачено ряд економічних заходів, спрямованих на підвищення зацікавленості споживачів у впровадженні вітроенергетики: пільгові кредити і тарифи для виробників вітрових агрегатів, прямі дотації на виробництво і придбання таких установок тощо.

Становлення вітроенергетики в Україні розпочалося в 1991 р. В 1996 р. було прийнято програму будівництва вітрових електростанцій, згідно з якою передбачено встановлення близько 50 вітрових електростанцій (ВЕС) загальною потужністю 1990 МВт. Розвиток вітроенергетики здійснюється в результаті спорудження великих ВЕС та малих окремих агрегатів для автономних споживачів. [6].

В Україні існують промислові вітрові електростанції, які споруджені на основі серійного обладнання, що випускається на вітчизняних заводах. До таких об'єктів слід віднести Донузлавську ВЕС в Криму потужністю 5,3 МВт та експериментальні Акшанська, Чорноморська, Лакська, Євпаторійська ВЕС. У Миколаївській області працює Адже-гільська ВЕС, в Херсонській — Асканійська ВЕС, в Донецькій — Новоазовська ВЕС, на Львівщині — Трускавецька ВЕС.

Масштабний розвиток вітроенергетики може сприяти екологічно негативно на людей, що мешкають на великих територіях, якщо спорудження ВЕС чи окремих установок для автономного об'єктів здійснювати без попереднього аналізу. Для цього потрібно: уточнити вітровий потенціал в окремих регіонах, де заплановано будівництво окремих вітроагрегатів чи ВЕС; вивчити коло можливих споживачів і на цій основі визначити клас та кількість вітроустановок; врахувати екологічну ситуацію в даній місцевості, здійснити пошук шляхів зменшення негативного впливу експлуатації вітроустановок на навколишнє природне середовище та здоров'я населення; розглянути можливості зменшення вартості спорудження великих ВЕС чи окремих вітроагрегатів, забезпечивши їх серійне виробництво. Собівартість електроенергії, виробленої вітровими електростанціями, як свідчить досвід інших країн, перебуває на одному рівні із собівартістю продукції теплових та атомних станцій. У структурі витрат відсутні витрати на паливну сировину, приблизно 70% витрат становить амортизація. Порівняно низька собівартість електроенергії ВЕС підвищеної потужності дозволяє окупити будівництво електростанцій приблизно за 5 років, що значно нижче у порівнянні з аналогічними показниками для теплових та гідроелектростанцій.

Створення вітрових електростанцій відноситься до нового напряму сучасної енергетики. Вітрові електростанції дають позитивний результат при їх використанні на відкритих рівнинних територіях особливо для забезпечення роботи підприємств, на яких можливі технологічні перерви у виробництві. Вітрові установки потужністю до 100 кВт доцільно використовувати на територіях, де середньорічна швидкість вітру перевищує 6 м/сек., а доставляти інші паливно-енергетичні ресурси складно через значну віддаленість та недоступність місцевості для наземного та водного транспорту.

Перший досвід експлуатації вітрових електростанцій свідчить про те, що для підвищення ефективності використання енергії вітру і збільшення вироблення електроенергії необхідно вдосконалити технічні якості агрегатів. Важливе значення має підвищення потужності вітротурбін, заміна вітротурбіни потужністю 100-110 кВт на вітротурбіни потужністю 500-600 кВт.

До нетрадиційних джерел електроенергії відносять використання сонячної енергії, яка є постійним та важливішим елементом енергетичного балансу. Для отримання електроенергії, використовуючи енергію сонця, створюють сонячні електростанції. Складовою частиною таких електростанцій є система увігнутих дзеркал-рефлекторів, які автоматично обертаються слідом за Сонцем, перетворюють сконцентрований потік енергії в електричну. [7].

Будівництво сонячних електростанцій можливе з врахуванням географічного положення тої чи іншої території, кліматичних особливостей. Для використання сонячної енергії придатні території Степового регіону та Криму. Перші досліди в Україні проводяться, хоча вони не увінчалися практичною ефективністю.

Біопаливо також відносять до важливого резерву поповнення енергоресурсів. Біопаливо одержують з насіння олійних рослин, таких, як соняшник, рапс, кукурудза та деяких інших. Цей нетрадиційний вид палива, будучи екологічно чистим продуктом, під час згоряння майже не викидає в атмосферу шкідливих газів.

До використання біопалива звернулись такі європейські країни, як Австрія, Німеччина, Франція.

Для виробництва біопалива необхідно забезпечити високі врожаї олійних культур за рахунок раціонального використання природно-кліматичних умов окремих територій, якісний посівний матеріал, що має високу олійність, впровадження прогресивних агротехнічних заходів.

Значними можливостями для отримання високих врожаїв та значного валового збору соняшника, кукурудзи володіють області, які знаходяться в степовому регіоні. Це може стати основою для широкомасштабного виробництва біопалива та його використання.

Основа використання альтернативних джерел енергії закладена в загальнодержавних програмах економічного розвитку, основними засадами яких передбачається:

* нарощування обсягів виробництва та споживання енергії, виробленої з альтернативних джерел, з метою економного витрачання традиційних паливно-енергетичних ресурсів та зменшення залежності України від їх імпорту;
* реструктуризація виробництва з метою створення умов для збільшення споживання частки енергії, виробленої із альтернативних джерел;
* додержання екологічної безпеки за рахунок зменшення негативного впливу на стан довкілля при створенні та експлуатації об'єктів альтернативної енергетики, а також при передачі, транспортуванні, постачанні, зберіганні та споживанні енергії, виробленої з альтернативних джерел;
* додержання безпеки для здоров'я людини на об'єктах альтернативної енергетики на всіх етапах виробництва, сортуванні, постачанні та споживанні енергії, виробленої з альтернативних джерел;
* науково-технічне забезпечення розвитку альтернативної енергетики, впровадження науково-технічних досягнень у цій сфері, підготовка відповідних фахівців у вищих та середніх навчальних закладах;
* залучення вітчизняних та іноземних інвестицій і підтримка підприємництва, в тому числі шляхом розробки і здійснення загальнодержавних і місцевих програм розвитку альтернативної енергетики. Організаційне забезпечення діяльності у сфері альтернативних

джерел енергії передбачає надання органам виконавчої влади в установленому законодавством порядку:

* дозволів на виробництво електричної, теплової та механічної енергії з альтернативних джерел та її передачу і постачання;
* дозволів на виробництво геотермальної енергії; на розміщення обладнання, яке використовує сонячне випромінювання, вітер, хвилі морського прибою, для створення об'єктів альтернативної енергетики; на будівництво або відновлення об'єктів гідроенергетики на малих річках; на створення мереж для транспортування до споживачів енергії, виробленої з альтернативних джерел.

Економічне забезпечення діяльності у сфері альтернативних джерел енергії включає:

* створення сприятливих економічних умов для спорудження об'єктів альтернативної енергетики;
* визначення джерел і напрямів фінансування заходів у сфері альтернативних джерел енергії;
* застосування економічних важелів і стимулів з метою розширення використання альтернативних джерел енергії.

Розглянемо деякі види альтернативного палилива.

**1. Природний газ.** Це альтернативний вид палива, він повністю згорає і практично ніякої шкоди навколишньому середовищу не завдає. Крім того, численні країни зараз можуть собі дозволити масштабне використання природного газу для будь-якого транспортного засобу. Для природного газу потрібно трохи нестандартний, спеціальний двигун, який вже розробляється вченими.

**2. Електроенергія**. Електрика, по суті, розглядається так само як альтернативне джерело енергії. В даному випадку розробка вчених може бути спрямована на створення транспортного засобу, який буде працювати від вбудованих акумуляторних батарей або на паливних елементах. Транспортні засоби цілком можуть працювати від електричних батарей. В даному випадку взагалі нікої шкоди навколишньому середовищу не буде нанесено. Принцип: електрична енергія виробляється за рахунок електрохімічної реакції, одержуваної від з’єднання водню і кисню. Ніякого внутрішнього згоряння.

**3. Водень.** Він не буде, швидше за все, використовуватися в чистому вигляді. Як правило, вчені планують з’єднати водень з природним газом. Транспортний засіб при такому виді палива має мати двигун внутрішнього згоряння.

**4. Використання пропану в якості палива.** Пропан – це продукт після переробки нафти або природного газу. Пропан використовується як паливо для приготування їжі вже сьогодні, тому використання його в транспортних засобах, швидше за все, «не за горами». Пропан дає менше викидів в навколишнє середовище. Більш того, сьогодні пропан зручно поставляти і зберігати.

**5. Біодизель.** Дивно, але факт, в даному випадку мається на увазі використання рослинних масел і навіть тваринних жирів. Тут можна застосувати навіть ті жири, що перероблені і залишилися після приготування їжі. Біодизельне паливо вигідно. Воно прекрасно піддається розкладанню, без проблем функціонує і з вуглеводневим дизельним паливом. В даному випадку ми зможемо використовувати таке паливо, як в спеціальних двигунах, так і звичайних. Біодизельне паливо абсолютно нешкідливо.

**6. Метанол або деревний метиловий спирт.** Підійде для транспортних засобів з універсальною паливною системною. Використання метанолу сьогодні вже спроектовано для палива М85. М85 має в складі більш 80% метанолу, решта – бензин. Ця суміш набагато вигідніше і безпечніше чистого нафтопродукту. Метанол в транспортному засобі можна буде використовувати в спеціальному універсальному метаноловому двигуні. Метанол цілком зможе замінити водень, який є джерелом роботи паливних елементів.

**7. Паливо серії Р.** До складу цього палива входять: етанол, газоконденсатна рідина, метилтетрагідрофуран (розчинник, отриманий з біомаси). Таке паливо володіє високим октановим числом. Причому зручність палива Р полягає в тому, що воно відмінно працює як в сумішах, так і чистому вигляді.

**8. Етанол або етиловий спирт.** Вигідний для змішування з бензином. Етаноловий бензин менш безпечний, володіє високим октановим числом. Виробництво етанолу не складне, його в чистому вигляді можна отримувати в результаті бродіння і дистиляції деяких зернових.  
Крім того, офіційно затверджено, що якщо паливо будь-якого виду містить більше 80%  етанолу – це альтернативне джерело енергії.  
Наприклад, **Е85** – це паливо, суміш, що складається з 85% етанолу і 15% бензину. Сьогодні таке паливо вже використовується в транспортних засобах з універсальною паливною системою. Тобто такий транспортний засіб працює як на альтернативах видах палива, так і на звичайному паливі.  
Е95 – паливна суміш, яка містить 90% бензину і 5% етанолу. Е10 = 10% етанолу і 90% бензину такі паливні джерела придатні для того, що б поліпшити якість викидів, зменшити шкідливість, яка наноситься навколишньому середовищу, але по суті, це паливо альтернативним назвати складно.  
Якщо використовувати етанол, як джерело енергії для транспортного засобу, то це відкриває для людства широкі перспективи. Наприклад, величезна кількість фермерів захоче виробляти біоетанол, а це значить, що з’являться нові робочі місця, нові виробництва, при цьому ні про яку шкоду нашій планеті мови йти не може. [4].

## **1.1. Технологія виробництва біоетанолу**

Виробників автомобілей давно привертають увагу переваги біоетанолу, одна з яких здатність підвищувати октанове число бензинів. Виробництво біоетанолу призводить до зменшення об’єму використання традиційного бензину. Так, наприклад, застосування біоетанолу обумовлює зменшення імпорту бензину і сирої нафти.

Біоетанол став широко відомим як високоякісна антидетонаційна добавка. У зв’язку з погіршенням екологіної ситуації біоетанол застосовувався в якості оксигенату, що дозволяє зменшити викид забруднюючих речовин в навколишнє середовище, через високий вміст кисню в ньому що дає більш повне згорання.

Біоетанол – унікальне паливо, так як воно дуже різноманітне по використанню. Біотанол (10% об.) зазвичай змішують з бензином, при цьому сумішеве паливо не потребує будь-яких змін в системі дозаправки чи конструкції автомобіля. Він також може бути використаний в концентації 85 % з бензином в автомобілях з «універсальним споживанням палива». Також біоетанол може бути використаний для отримання ЕТБЕ (етил-трет-бутиловий ефір), який забезпечує зменшення рівня шкідливих речовин у вихлопних газах.

З врахуванням всіх цих варіантів використання біоетанол дійсно являється найбільш «гнучким» видом альтернативного палива.

Етанол (етиловий спирт) - це безбарвна летюча легкозаймиста рідина, яка є основою для лікеро-горілочної продукції, а також використовується в якості палива або розчинника. Етанол також називають зерновим спиртом.

Етанол являється одним з найважливіших у великій групі органічних сполук, які отримали назву спирти.

Спирт – це органічна сполука, в якій є одна або більше число гідроксильних груп (ОН) приєднані до атома вуглецю.

В чистому вигляді етанол являє собою безбарвну прозору рідину зі характерним запахом, з температурою кипіння 78 °С і температурою замерзання -114 °С . В процесі горіння етанол дає світло-блакитне полум'я, не утворює нагару і виділяє велику кількість енергії, що робить його ідеальним паливом.

### 1.1.1. Промислове виробництво біоетанолу з крохмаловмістких зернових культур

Паливний біотенол – цеисокооктановий кисневмісний компонент палива, який в основному виробляють шляхом бродіння цукру. Як правило, цукор отримують шляхом оцукрювання зерен, гідролізом крохмалю, що міститься в зернах, або гідролізом лігніноцеллюлозних речовин, наприклад соломи, трави або деревини. Останній метод ще не набув широкого світового застосування і знаходиться в центрі дослідно-конструкторських розробок.

Процес перетворення зерна в біоетанол шляхом бродіння включає кілька етапів. Перш ніж приступити до процесу бродіння, необхідно крохмаль, що міститься в зернах, перетворити в цукор. На даний момент розщеплення крохмалю досягається в результаті варіння зерна і додавання ферментів: α-амілази та β-амілази. Вони діють як каталізатори, що прискорюють процес хімічного перетворення. Як тільки отримано моносахарид, додають дріжджі – одноклітинні гриби, які харчуються цукром і викликають бродіння, виробляючи етиловий спирт (етанол) і вуглекислий газ (діоксид утлерода). В результаті процесу бродіння етанол зберігає велику кількість енергії,що міститься в цукрі, і що пояснює переваги цього виду палива.

**Сухий помол.** Більшої частина заводів з виробництва біоетанолу застосовуєвиробничий процес з сухим помолом. Підприємства, які застосовують технологію сухого помолу, несуть менше витрат на будівництво, у них великі обсяги вироблення біоетанолу(2,7 галонів на 1 бушель кукурудзяного зерна), однак поживнацінність їх побічних продуктів набагато нижче.

Нижче розглядаються основні етапи технологічного процесу.

1. Подріблення (помол). Після очищення зерно або біомаса надходять в молоткову млин, який дробить їх в тонкий порошок.

2. Розрідження. Тонкоподрібнений матеріал змішують з водою і ферментом α-амілазою і подають в котли де крохмаль розріджується. Значення рН 7 підтримується завдяки додаванню сірчаної кислоти або гідроксиду натрію. Для протікання процесу розрідження необхідне тепло. Використовують котли з високотемпературним циклом (120-150 °С), а також котли, що можуть підтримувати нижчий режим температури (95°С). Витримування при високій температурі дозволяє зменшити кількість бактерій, що знаходяться в суміші.

3. Оцукрування. Суміш, взяту з котлів, охолоджують і в неї додають фермент β-амилаза для перетворення молекул крохмалю в ферментні цукориди (глюкози).

4. Ферментація. Щоб викликати бродіння і перетворення сахариди в біоетанол і вуглекислий газ, додають дріжджі. Бродильну суміш пропускають через декілька бродильних апаратів до повного бродіння, а потім зливають з баку.

5. Дистиляція. Ферментовану сировину перекачують в систему дистиляції для видалення твердих залишків і води. Забродившу суміш, яка називається брагою, містить близько 10% спирту, а також залишок зерна і дріжжів, що не піддаються бродінню. Брагу подають в колону ферментованої сировини, яка працює під тиском. Тверді частинки і більша частина води, що містяться у ферментованій сировині, видаляються з нижньої частини колони як цільний осад, а залишок суміші (барда) направляють в виробниче приміщення з переробки побічних продуктів. Етанол і воду у вигляді пари видаляють разом з діоксидом вуглецю і подають в нижню частину колони ректифікації. Ця колона працює при нормальному тиску і видає в якості продукту етанол з концентрацією до 91-92% (мас.). Для зниження вмісту етанолу у відпрацьованій воді колона ректифікації працює в поєднанні з окремою відпарною колоною. Ця колона обладнана окремим обігрівом, і пари, які збираються в верхньої частині колони, надходять в основну колону ректифікації.

6. Дегідратація. Потім спирт пропускають через систему дегідратації, щоб видалити залишки води. На більшості підприємств для поглинання залишків води в етанолі використовують молекулярні сита. Система, як правило, складається з двох ємностей із молекулярним ситом, виконаним з подібного цеоліту матеріалу, який з потоків випарів адсорбує переважно воду. Одна посудина отримує загрузку і видає потік продукту - 96% -вого етанолу, абсорбуючи при цьому водяні пари, що потрапляють на молекулярне сито. Потік продукту з посудини абсорбції конденсується, охолоджується і направляється на склад. На даному етапі виробництва спирт називається обезвоженим етанолом (він не містить домішки і воду). У той час як в першій посудині здійснюється абсорбція, іншу посудина піддається регенерації шляхом розгерметизації через олодильник. Конденсат на виході, що містить деяку кількість етанолу, повертається в ректифікатор для його вилучення.

7. Центригування, випарювння, осушення, отримання барди.

Після видалення етвнолу з ферментованої сировини тверді частинки розглядаються як цілісний осад. Весь цей осад перекачується з колони в ряд центрифуг для видалення води. Осушений осад називають бардою, він являє собою поживну добавку в корм худоби.

8. Денатурація. Охолоджений етанол з дегідратора надходить в один з баків тимчасового зберігання етанолу, де він знаходиться близько 12 год для проведення лабораторних аналізів. Після аналізу якості вміст баків напраляється в бак зберігання етанолу. Етанол, який в подальшому використовують як паливо, денатурують, додаючи в нього в малій концентрації речовини, які роблять його непригодним для вживання в харчових цілях. В перелік денатуруючих речовин входять бензин, гас, кротоновий альдегід і бітрекс. Денатурант додається в етанол на шляху з баків тимчасового зберігання в основний бак зберігання, так що товарний продукт містить 5% денатуранту.

**Сирий помол.** Промисловий процес з сирим помол являється більш складним варіантом процесу, так як необхідно зерно розділити на декілька компонентів. Після подрібнення зерно год для того, щоб піддається термічній обробці у водному розчині діоксиду сірки протягом 24 – 48 год для того, щоб звільнити зородок, волокно і лушпиння. Потім зародок витягують з ядра і використовують при виготовленні олії. При сирому помолі в процесі бродіння бере участь тільки крохмаль, на відміну від методу сухого помолу, коли зброджується вся суміш. [11].

### 1.1.2. Виробництво етанолу з целюлози

Технологія перетворенння цукрів в етанол добре відома і використовується в промисловості. Цукри легко витягуються з цукрових і зернових культур, які є основним вихідним матеріалом у виробництві паливного етанолу практично в усьому світі. Однак ці найважливіші сільськогосподарські продукти мають високу вартість. Вартість целюлози, отриманої з відходів та залишків набагато нижча. З целюлози можна отримати етанол шляхом первинного перетворення целюлози в цукор і подальшого звичайного бродіння (рис. 1.1). Розглянемо два різні способи перетворення целюлози: кислотний гідроліз і ферментативний гідроліз. Технолоrію кислотного гідролізу зараз використовують в промисловості, тоді як технологія гідролізу знаходиться в стадії розробки.

Виробництво ферментів

Збір і транспорутвання біомаси

Етанол

Гідроліз целюлози

Видалення етанолу

Ферментація целюлози

Попередня очистка біомаси

Утилізація лігніну

Ферментація пентози

Рис. 1.1. Схема виробництва паливного етанолу з целюлози

Застосування технології виробництва етанолу на практиці продемонструвало, то на неї в значній мірі впливає масштаб виробництва. Виробництво 50 млн галонів етанолу на рік на підприємствах, що використовують целюлозу, на основі технології розведеної кислоти, потребують 750 – 950 тис. т сухої сировини в рік. Якщо використовувати технологію ферментативного перетворення, потрібно 650-700 тис. т сухої сировини в рік. Проте крупні світові електростанції, які працюють на біомасі та які, безсумнівно, також отримують значну перевагу від більшої виробничої потужності, використовують менше 400 тис. т сухого палива на рік.

Підприємства з виробництва етанолу з целюлозних відходів мають значно меншу потужність, ніж підприємства по виробництву етанолу з зерна. Було розроблені базові конфігурації обох процесів (розщеплення ферментами і розщеплення розведеною кислотою) для підприємств, здатних переробляти 550 і 1100 т сухої біомаси в день. Обсяг біомаси 550 т сухого палива в день і 180000 т сухого палива в рік, що поставляється підприємству по виробництву етанолу в якості сировини, приблизно дорівнює обсягу, необхідного для забезпечення 25 МВт автономної електростанції, що працює на біомасі.

**Сучасна технологі гідролізу.** Технологія із застосуванням кислоти в процесі перетворення целюлози в цукри була відома давно і застосовувалась на практиці. Класична промислова технологія кислотного гідролізу передбачає застосування розведеної сірчаної кислоти (1%) при високих температурах і тиску для звільнення целюлози від інших компонентів біомаси, наприклад лігніну, з отриманням моносахаридів. Більшість комерційних підприємств по перетворенню целюлози в етиловий спирт, які в даний час знаходяться на етапі проектування, використовують технологію гідролізу розбавленою кислотою. Використання сірчаної кислоти залишається вибором багатьох підприємств, однак великі надії покладаються на технологію з використанням розведеної азотної кислоти. Ця технологія в даний момент знаходиться в процесі розробки. Дана технологія дозволить істотно знизити капітальні та експлуатаційні витрати.

Однією з проблем, пов'язаних з проведенням процесу гідролізу розведеною кислотою, є те, що даний процес не закінчується утворенням сахаридів. Вступаючи в подальші реакції , цукри розпадаються на сполуки меншого розміру, такі як фурфурол, які не тільки не можуть використовуватися в якості вихідного матеріалу при виробництві етанолу, а й фактично інгібують наступний процес розщеплення. Теоретично за стандартною технологією гідролізу розведеною кислотою вихід сахаридів становить близько 50%.

Останнім досягненням технології гідролізу розбавленою кислотою з'явився двофазний процес, згідно з яким гідроліз целюлози і гідроліз геміцелюлози поділяються, що призводить до менших втрат через розщеплення сахаридів. Двофазний процес полегшує подальшу ферментацію, так як в процесі ферментації пентози, яка є продуктом гідролізу геміцелюлози, беруть участь різні організми на відміну від гідролізу цукрів, отриманих з целюлози.

В основі базової технології гідролізу розведеною кислотою, яка розглянута в даному розділі, лежить двофазний процес. Він дозволяє отримати 50-60 галонів етанолу на 1 т абсолютно сухої вихідної сировини. В якості альтернативи в процесі гідролізу може використовуватися концентрована сірчана кислота (наприклад, 70% -ва) при більш низьких температурах і тиску в порівнянні з процесом перетворення целюлози і геміцелюлози в сахариди в присутності розведеної кислоти. Процес має двофазну конфігурацію, виділяются фази гідролізу целюлози і гідролізу геміцелюлози. При гідролізі концентрованою кислотою утворюється більша кількість сахаридів за рахунок значного зменшення числа наступнихрозкладів сахаридів. Завдання полягає в знаходженні економічних методів вторинного використання кислоти і нейтралізації субстрату до проведення ферментації.

Гідроліз розведеної кислотою досяг межі своїх можливостей в результаті проведених протягом декількох десятків років иссл дослідів, що зумовило будівництво підприємств у період Другої світової війни, в 1950-х роках процес

був вдосконалений. У той час біологічні етапи промислового процесу обмежувались перетворенням глюкози в етанол шляхом додавання звичайних дріжджів.

**Технологія ферментативного гідролізу** На початку 1970-х років почалося дослідження нового методу використання в процесі гідролізу целюлози ферментів (ензимів), який дозволяв досягти високих обсягів виробництва іусунути небажані побічні продукти реакції. Альтернативою гідролізу кислотою з високим потенціалом утворення сахаридів при більш низьких промислових витратах виступив ферментативний гідроліз. Останні інновації в молекулярній біологіїв області ферментативного гідролізу дозволили розширити область дії і збільшити кількість целюлозних ферментів. Утворення ензимів є ключовим елементом даного процесу і визначає його раціональність.

В 1980-х роках стало можливим значно підвищити активність ензимів і були зроблені перші спроби об'єднанняпроцесів біологічного гідролізу і ферментації глюкози. Насьогоднішній день зроблено суттєвий крок вперед в област біопроцесів отримання етанолу з біомаси, оскільки булививедені мікроорганізми, здатні розщеплювати геміцелюлозні, а також целюлозні сахариди. Дослідження технології проводяться з декількох сторін. З метою підвищення активності целюлозних ферментів застосовуються нові засоби біотехнології і триває робота щодо посилення діїферментуючих організмів.

Попередня обробка біомаси, що служить джереломсировини, необхідна для того, щоб геміцелюлоза і целюлознісполуки стали доступні для дії ферментів. Зазвичай цедосягається як шляхом її механічної обробки, так і гідролізом разбавленої кислоти (набагато менш інтенсивним в порівнянні з гідролізом розбавленою кислотою неферментованих сполук). Ензимний гідроліз і наступні процесиферментації можуть проводитися одночасно в одному реакторіабо окремо. Одночасне проведення процесів сахаридоутворення і ферментації має переваги, пов'язані з використанням меншого числа процесів і апаратів, в той часяк двофазний підхід дозволяє оптимізувати кожний процес в різних умовах. [10].

## **1.2. Особливості застосування біоетанолу в Україні**

Обмеження світових запасів підземних енергетичних ресурсів, значне збільшення вартості їх видобутку та невпинне зростання цін на нафтові палива примушує звертатися до активного пошуку виробництва та використання альтернативних видів палива. Одним із таких видів палива є біоетанол, який отримують з сільськогосподарської рослинної щорічно відновлюваної сировини. Найбільш широкого застосування біоетанол отримав в Бразилії та США, де рівень його споживання перевищує чи зрівнявся зі споживанням бензину. Відомо, що в названих країнах застосування біоетанолу організовано практично двома способами:

1) як добавкою до бензинів з масовою часткою до 20 %, без зміни в конструкції та налагодженні сучасних двигунів, які працюють на бензині;

2) як спеціальне спиртове паливо, коли біоетанолу в суміші більше 80 % і на якому працюють спеціальні спиртові двигуни [1]. За першим способом застосовують біоетанол і в країнах ЄС, де згідно чинної директиви Ради Європейського Парламенту на території цих країн можна продавати бензин тільки з вмістом біоетанолу (сумішевий). На початок дії директиви в кінці 2005 року вміст біоетанолу в товарному бензині складав не менше ніж 2 %, а починаючи з 2010 року його мінімальний вміст складає вже 5,75 % [2].

Наразі, на виконання доручення Президента України, Кабінет Міністрів України готує аналогічний вищезазначеному закон про обов’язковість застосування, починаючи з наступного року, сумішевих бензинів з вмістом біоетанолу не менше ніж 5 % в усіх бензинах, що продають на території України. Підготовка названого закону визвала пристрасну дискусію виробників нафтових палив та їх споживачів. При цьому наводять доводи основані більше на власній творчості, а ніж на реальних фактах чи результатах досліджень [3]. Ще на кінці минулого тисячоліття на замовлення Мінагрополітики та концерну «Укрспирт» спеціалісти УкрНДІспиртбіопрод в кооперації з УкрНДІНП «Масма», ДержавтотрансНДІпроект, спиртовими заводами та автотранспортними підприємствами м. Києва провели комплексні дослідження щодо особливостей виробництва та споживання біоетанолу в умовах України. На першому етапі проведені дослідження щодо стабільності сумішевих бензинів з біоетанолом в кліматичних умовах України (щодо розшаровування суміші). Відомо, що бензин і етиловий спирт мають необмежену взаєморозчинність, але вміст води в суміші викликає її розшарування (випадає осад у вигляді водно-спиртової суміші). Встановлено, що сумішевий бензин з вмістом біоетанолу близько 20%, який в свою чергу містить 0,2% об. води, не розшаровується навіть за температури нижчої ніж мінус 35 0 С. В результаті досліджень встановлений один із основних показників якості біоетанолу придатного до застосування в Україні - вміст води не більший ніж 0,2% об. [4]. Базуючись на встановлених вимогах на Барському спиртовому заводі було налагоджено виробництво вітчизняного біоетанолу (з 1999 по 2010 роки біоетанол в Україні виробляли під торговою назвою «високооктанова кисневмісна добавка»). Для встановлення особливостей застосування сумішевих бензинів з вітчизняним біоетанолом проведені стендові та дорожні випробовуваннями на контрольній групі автомобілів автопідприємств м. Києва. Дослідження виконували спеціалісти ДержавтотрансНДІпроект за програмою, узгодженою з УкрНДІНП «Масма». Результати комплексних випробовувань товарного сумішевого бензину з біоетанолом підтвердили доцільність широкого застосування такого палива для сучасних автомобілів. Експлуатаційні властивості автомобілів під час роботи на сумішевому бензині не погіршуються в порівнянні з роботою на товарних бензинах аналогічного сорту, негативного впливу сумішевого бензину на технічний стан двигунів і їх систем не було зафіксовано. Перехід з товарного бензину на сумішевий не потребує змін конструкції двигуна та регулювання системи запалювання та паливної. Під час випробувань спостерігалась стабільність фізико-хімічних властивостей сумішевого бензину протягом тривалого зберігання (більше 3 місяців) в резервуарах. Проведені дослідження підтвердили екологічність роботи двигунів автомобілів на сумішевих бензинах з біоетанолом, особливо під час роботи на малих навантаженнях та холостому ході, що дуже важливо для вулиць великих міст. Наприклад, якщо зменшення оксидів азоту NОх у вихлопних газах за роботи під навантаженням на товарних і сумішевих бензинах складає від 4,4% до 16% (в залежності від сорту бензину і двигуна), то під час роботи на малих навантаженнях і холостому ході від 13,2% до 51%, зменшення вмісту ароматичних вуглеводнів СмНм від 9% до 15% та від 19% до 25%, відповідно. Враховуючи позитивні результати випробувань та пропозиції Комісії наукової експертизи Технічний комітет із стандартизації і допуску до застосування продуктів нафтопереробки та нафтохімії ТК «Нафта-стандарт» видав дозвіл на широкомасштабне використання в Україні сумішевих бензинів з добавкою 6% біоетанолу. При цьому підвищується октанове число палива, значно зменшується токсичність викидів двигунів автомобілів. Для широкомасштабного застосування сумішевих бензинів з біоетанолом розроблено і введено в дію галузевий національний стандарт ГСТУ 320.00149943.015-2000 «Бензини моторні сумішеві неетильовані. Технічні умови» та державний національний стандарт ДСТУ 7166:2010 «Біоетанол. Технічні умови», який повністю гармонізовано за методиками випробувань, а за показниками якості перевищує чинний стандарт країн Європейської співдружності ЕN 15736-2008 «Паливо для двигунів внутрішнього згоряння. Етанол в якості компоненту бензину. Технічні вимоги і методи випробувань». Гарантійний термін зберігання біоетанолу згідно з ДСТУ складає 1 рік. Дійсно, присутність води викликає розшаровування будьякого бензину, а не тільки сумішевого. Як відомо із законів хімії і фізики вода в бензині нерозчинна. Під час змішування води і сумішевого бензину в осад випадає водно-спиртова суміш, тобто частину біоетанолу вимиває з бензину вода. Ми не ставимо питання: «Чому вода повинна попадати в бензин?», але наші друзі автомобілісти під час підготовки до зимового сезону просять літрпівтора біоетанолу для «розчинення» та спалювання води, що накопичилась на дні бака автомобіля за літній сезон. Така реальність нашого життя. [1].

**1.3.Застосування біоетанолу у двигунах внутрішнього згорання**

Принцип дії антидетонаторів полягає в запобіганні вибухового розкладання продуктів окислення палива, що відбувається до початку нормального горіння паливної суміші. Всі зовнішні ознаки детонації добре відомі, проте причини виникнення та механізм цього явища з'ясовані в не повному обсязі.

Існує декілька теорій, що пояснюють суть детонаційного згоряння, але найбільш загальноприйнята з них в даний час є так звана перекисна теорія.

В процесі окислення вуглеводнів при високій температурі в якості проміжних продуктів утворюються органічні гідроперекиси. Під дією на вуглеводні високої температури утворюються вільні радикали, які приєднують молекулярний кисень. Радикал, що при цьому утворився відриває водень від іншої молекули вуглеводню, утворючи новий радикал і молекулу гідроперекису:

R – H +H

R + O :: R – O – O

R – O – O + R – H R – O – O – H +

Гідроперекиси, будучи хімічно нестійкими, з вибухом розкладаються. Швидкість горіння залежить від складу пального, що входить в полум'я. Підвищення температури збільшує швидкість реакцій окиснення, і в полум'я надходять продукти високотемпературних реакції.

У механізмі реакцій окислення вуглеводнів з реакцією утворення гідроперекисів конкурує реакція розпаду пероксидних радикалів. Сучасні кінетичні дані показують, що вже при 250° С і 1 М Па швидкість розпаду більш ніж в 1000 разів перевищує швидкість утворення гідроперекисів. При високій температурі відношення швидкостей утворення гідроперекисів і розпаду пероксидних радикалів становить близько 10-4 і в полум'я надходять продукти розпаду пероксидних радикалів – альдегіди в якості вторинних радикалів, що утворюються з парафінів нормальної будови. Це пояснює високу схильність до детонації парафінів нормальної будови і низьку - парафінів ізобудови.

Введення в автомобільні бензини етанолу (і / або інших оксигенатів) підвищує їх детонационную стійкість, так як при збільшенні концентрації кисню в паливі знижується теплота згоряння паливоповітряної суміші, відбувається більш швидке відведення теплоти з камери згоряння і в результаті знижується максимальна температура горіння. Це дає можливість збільшити ступінь стиснення паливо-повітряної суміші з етанолом і тим самим підвищити ККД автомобільного двигуна.

Сьогодні автомобільні компанії рекомендують використовувати бензин в суміші з етанолом в сучасних автомобілях.

Новітнє дослідження показало, що 9 з 10 автодилерів застосовують у власних автомобілях бензин з домішкою етанолу. Більше половини дилерських компаній, які взяли участь в дослідженні, перерахували серед переваг, названими клієнтами: зменшення детонаційного шуму, збільшення

пробігу, більш швидке прискорення і покращений запуск двигуна.

Незалежні технічні фахівці також довіряють етаноловим сумішам при виборі палива для своїх сімейних автомобілів. Дослідження, показали, що дев'ять з десяти технічних фахівців використовують в своїх персональних автомобілях етанол. Застосування бензину E10 [10% (об.) етанолу і 90% (об.) бензину] схвалено усіма внутрішніми та іноземними автомобільними компаніями, що займаються реалізацією автомобілів.

Світові автомобільні компанії – «Ford», «General Motors» і «Daimler-Chrysler» – рекомендують використовувати сумішеве біоетанольне паливо, що обумовлене його високими екологічними та експлуатаційними властивостями.

Етанол – хороший очищуючий засіб у нових автомобілях, він дозволяє підтримувати чистоту двигуна. У старіших автомобілях під дією етанолу відшаровуються забруднюючі речовини і залишки, обложені в системі подачі палива автомобіля. Іноді вони можуть накоплюватися в паливному фільтрі, і їх видаляють просто шляхом заміни фільтра.

Всі спирти адсорбують воду, в результаті чого водний конденсат, що утворився в системі подачі палива, поглинається, не маючи можливості накопичуватися і замерзати. Завдяки тому, що етанолові суміші містять як мінімум 5-10% етанолу, який адсорбує воду, при експлуатації немає необхідності в добавці антифризу в бензопровід в зимовий період.

Сучасні автоматизовані автомобілі при правильній експлуатації мають більш високі робочі характеристики, ніж транспортні засоби, не оснащені комп'ютеризованими системами. Поліпшення роботи досягається завдяки автоматизованій системі подачі палива, яка самостійно здійснює коригування при зміні режиму експлуатації.

Встановлено, що деякі хімічні сполуки, які входять до складу автомобільних бензинів, наприклад олефіни, викликають утворення нагару на паливному інжекторі. В сучасні бензини вводять миючі присадки, які запобігають утворенню осаду на паливному інжекторі і клапані. Власникам автомобілів слід озайомитися з інструкцією по експлуатації автомобіля, що допоможе відповісти на багато питань. Особливу увагу слід звернути на вимоги до октанового числа або показника детонаційної детонаційної стійкості бензину, які забезпечують належну роботу двигуна. Використання високооктанового палива не принесе великої економічності, поки є детонація двигуна.

Дослідження біоетанольного бензину ведуться вже більше 20 років. Основні порівняльні характеристики спиртових добавок в автомобільний бензин, представлені в таблиці 1.1.

*Таблиця 1.1*

Основні характеристики аліфатичних спиртів

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показник | Базовий бензин | Метанол | Етанол | Ізопропанол | н-Бутанол | Втор-Бутанол | Ізобутанол |
| Густина при 20°С, кг/м3 | 710-770 | 790 | 794 | 780 | 810 | 806 | 802 |
| Октанове число:  -моторним методом  -дослідним методом | 72-85  75-95 | 94  111 | 93  108 | 95  117 | 94  100 | 98  110 | 96  108 |
| Температура, °С:  -кипіння  -застигання | 30-215  -60…-80 | 64,7  -97,8 | 78,4  -114,6 | 82,4  -89,5 | 117,5  -79,9 | 99,5  -115 | 108  -108 |

*Продовження таблиці 1.1.*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Теплота випаровування, кДж/кг | 180-306 | 1158 | 913 | 666 | - | 562 | - |
| Об’ємна теплота згорання,  кДж/кг | 35300 | 15720 | 30030 | 25974 | 26730 | 26437 | 26306 |
| Масова теплота згорання,  кДж/кг | 42500 | 19950 | 27720 | 33300 | 33000 | 32827 | 32808 |
| Вміс кисню, (мас.) % | - | 50 | 34,7 | 26,6 | 21,6 | 21,6 | 21,6 |
| Питома концентрація парів, кг/м3 | 100 | 5 | 1000 | 980 | 10 | 150 | - |
| Тиск насичених парів при 38°С, кПа | 65-92 | 12,6 | 17 | 40,5 | 63,4 | 72,9 | 63,9 |
| Максимально допустимий вміс в бензині, % (об.) | 100 | 3 | 10 | 7 | - | 9 | - |

## **1.3. Рекомедації по застосуванню матеріалів**

Важливо, щоб при заправці паливом не відбувалося його забруднення. Певні матеріали, що застосовуються при роботі з бензином, абсолютно несумісні зі спиртом. Коли ці матеріали (наприклад, алюміній) вступають в контакт з етанолом, вони можуть потім забруднити паливо і пошкодити деталі двигуна, що може спричинити за собою проблеми при експлуатації автомобіля. Навіть якщо при цьому паливна система не пошкоджується, керування транспортним засобом на етаноловмісному паливі, що містить забруднення, може стати причиною відкладень, які з часом можуть призвести до виходу двигуна з ладу.

Інститутом нафтового обладнання США були зібрані найбільш великі дані по обладнанню, сумісного зі спиртом. Деякі речовини змінюють свої властивості при контакті із сумішами етанолового палива, що містять спирт у високих концентаціях. Наприклад, цинк, латунь, свинець і алюміній дуже чутливі до дії спирту.

Сталь з гальванічним покриттям з свинцево-олов'яного сплаву, яка зазвичай використовується при виготовленні резервуарів для бензину, і сполуки зі свинцем несумісні з паливом на основі спирту. Слід уникати використання цих металів, так як це може привести до забруднення палива і виникнення проблем при експлуатації автомобілів. Сталь без покриттів – корозійностійка сталь, темно-сірий чугун і бронза показали задовільну стійкість до дії етанолу.

Деякі нематалічні матеріали, наприклад, натуральний каучук, поліуретан, пробкові матеріали для прокладок, шкіра, полівінілхлорид (ПВХ), поліаміди, пластмаси на основі метилметакрилату і деякі термопластмаси і термоактіивні пластмаси, при контакті з паливним етанолом руйнуються. Згідно з даними «Uпdеrwritеrs Laboratories, lnc. Вuпа-N», до числа неметалічних матеріалів, що успішно використовуються для транспортування і зберігання паливного етанолу, можуть бути віднесені вироби з термореактивних смол, армованих скловолокном (термопластичні трубопроводи і цистерни з термореактивних смол, армованих скловолокном).

## **1.4. Зберігання і дозування палива**

Технології зберігання і дозування, що застосовуються для бензину, можуть також застосовуватися відносно спиртового палива. Однак в системах зберігання і розподілу палива повинні використовуватися тільки сумісн з спиртовим бензином матеріали. Правильний вибір матеріалів, що використовується для систем зберігання і розподілу, а також наступної належної обробки палива, є вирішальним фактором для успішного функціонування транспортних засобів, що працюють на паливному етанолі. Незважаючи на те що передбачається продовжування дослідження і випробування, ті матеріали, які тут описані, добре зарекомендували себе в роботі.

У багатьох випадках системи, що застосовуються для бензинових, дизельних чи інших вуглеводневих палив, можуть також бути використані для зберігання і розподілу паливного етанолу. У багатьох підземних цистернах, зроблених зі скловолокна, які відповідають стандартам ЕРА, також можна зберігати паливний етанольне паливо.

Якщо для зберігання сумішевого палива передбачається використовувати існуючі підземні сховища або цистерни з металу або скловолокна, які мають сертифікацію, слід вжити дії, описані нижче.

***Резервуари.***

**Очитска резервуарів.** В тому випадку, якщо в цистерні, зберігалося паливо іншого виду, вона повинна бути очищена, так як при зберіганні бензину під землею деякі мікрочастинки можуть осідати і утворювати відкладення. При попаданні спирту в такі ємності цей шлам перетворюється в суспензію, що може призвести до серйозних проблем при експлуатаціі транспортних засобів.

Існує кілька методів видалення відстою з дна ємності. Очистка кожного з методів повинна здійснюватися компанією, що має відповідний сертифікат, а також досвід роботи по очищенню цистерн для зберігання нафти. При цьому слід:

1) використовувати спеціальний пристрій – «фільтруючий насос». Даний спосіб аналогічний очищення плавального басейну: фільтруючий насос опускають в цистерну і перекачують продукт, при цьому фільтр вловлює зважені частинки;

2) увійти в цистерну і провести очищення відстою за допомогою пари;

3) використовувати робот-гармату для переходу відстою в суспензію в рідкій фазі. Потім відстій викачати з цистерни з допомогою насосу і викинути в дозволеному місці. Однак при застосуванні такого методу видалення іноді можна пошкодити стінки цистерни, роблячи її непридатною для подальшого зберігання палива;

4) помістити в цистерну хімічний очищувач для очищення стінок. Решту мікрочастинок можна потім відкачати з ємності насосом і викинути їх.

Засосування кожного з методів очищення буде залежати від конкретної ситуації, типу палива, що знаходиться в цистерні, державних і місцевих правил і положень по захисту навколишнього середовища.

**Підземні резервуари**. Можна використовувати ємності з подвійними стінками зі сталі холодної обробки з низьким вмістом вуглецю, але використання зварювальних цистерн більш вигідно; згідно з вимогами ЕРА резервуари повинні бути захищені від корозії. Не можна використовувати цистерни з металевим покриттям. Цистерни з склопластику з одинарною стінкою або подвійними стінками стійкі до корозії, і їх можна використовувати для зберігання паливного етанолу.

**Наземні резервуари.** Деякі компанії виробляють наземні резервуари. Наземні резервуари менше за розміром, ніж підземні. Резервуари можуть бути сконструйовані з нержавіючої сталі, сталі холодного прокату або з пластика, армованого скловолокном. Застосування резервуарів з металевим покриттям, як правило, не рекомендується.

**Система перекачування.** Паливна система подачі може бути виготовлена ​​із заліза, негальванізованої або нержавіючої сталі. У насосахлопатевого типу не повинні застосовуватися лопаті, зроблені зм'яких металів (цинку, міді, свинцю, алюмінію). Сталь чи технічний полімер високої хімічної міцності маютьзадовільні показники.

**Устаткування для перекачки**. Для наземних і підземних систем паливних сховищ застосовуються однакові шланги, сопла і сполучна арматура. Загальні характеристики цих двох систем наведені в даному розділі, а відмінності компонентів і частин для наземних і підземних систем будуть розглянуті в наступних розділах.

Не слід використовувати деталі, зроблені з цинку, міді, свинцю, алюмінію чи інших м'яких металів. Паливний етанол може викликати залуження таких м'яких металів, що може призвести до забруднення паливних транспортних истем і їх погану роботу.

**Вбудовані фільтри**. У дозуючому обладнанні ддя паливного етанолу рекомендований одномікронний вбудований фільтр. Такий фільтр дозволяє вловлювати більшість частинок і домішок, які можуть бути присутніми в цистерні, і не допустити їх проникнення в транспортний засіб під час заправки палива. Одномікронні паливні фільтри виробляють багато компаній.

**Шланги для перекачки.** Тип шлангу, який використовують для перекачування спиртового бензину, залежить від системи уловлювання парів, що застосовується в даній географічній зоні. Фірма «Goodyear Tire and Rubber Сот раnу» - один з надійних виробників даного обладнання. При виборі матеріалів для заправної станції слід отримати саму останню інформацію у продавців обладнання, віддаючи перевагу високостійким матеріалами, які не руйнуються в результаті постійного контакту з спиртовим паливо. У деяких випадках в наявності може бути обладнання, запропоноване для використання з паливним метанолом. Оскільки паливний метанол є більш корозійно-активним, ніж паливний етанол, компоненти і матеріали, сертифіковані для паливного метанолу, майже завжди можуть бути використані при роботі з паливним етанолом.

**Сопла**. Для роботи з етанольним паливом не слід застосовувати алюмінієві сопла, а сопла, зроблені з будь-якого сплаву алюмінію, слід застосовувати з особливою обережністю. Найкращий варіант – сопла з нікелевим гальванічним покриттям.

**Арматура та з'єднувачі**. Вся арматура, з'єднувачі і адаптери, які знаходяться в контакті з паливною сумішшю, щоб уникнути руйнування, повинні бути виготовлені з таких матеріалів, як нержавіюча сталь (найкращий варіант), чугун або бронза. У разі застосування арматури, виготовленої з алюмінію або міді, вона повинна бути покрита нікелем, щоб не допустити прямого контакту металу з паливним етанолом.

**Трубопроводи**. Оптимальний вибір для підземного трубопроводу – це неметалева труба, яка піддається дії корозії. Допускаються для застосування чавунні і гальванізовані труби, але для них потрібнен антикорозійний захист. Для роботи з паливним етанолом можна використовувати звичайні трубопроводи, зроблені зі сталі з цинковим покриттям. Герметизувати трубні різьбові сполучення при необхідності можна з допомогою стрічки з тефлону або трубно-нарізного сполучення на тефлоновій основі. Для вторинних трубопроводів слід використовувати армуровані термореактивні склопластики або термопластикові труби з подвійними стінками.

## **1.5. Проблеми, що виникають при застосуванні етанолу в бензинах**

Якість палива, що застосовується в автомобілях з різними двигунами, відображається на терміні їх служби та ексrтлyатаціі. В тому випадку, якщо склад використовуваного палива не підходить для температури навколишнього повітря або якщо паливо швидко випаровується, погіршується керованість автомобілем. Бензин є складною сполукою, до складу якої входить близько 300 різних компонентів, в основному вуглеводні, отримані шляхом переробки сирої нафти. Так, в США нафтопереробні заводи повинні дотримуватися стандартів на бензин, установлених Американським суспільством по випробовуванню матеріалів (ASTM), Управлінням з охорони навколишнього середовища, державними регулюючими органами, а також різним внутрішнім стандартам.

Досвід застосування етанольних палив дозволив виявити деякі недоліки сумішей на основі етанолу, що пов’язані з відмінністю фізико-хімічних властивостей бензину і спирту, до яких можна віднести наступні:

- підвищена корозійна активність по відношенню до ряду конструкційних матеріалів;

- погіршення мастильних і протизносних властивостей;

- знижена теплота згоряння;

- негативний вплив на гуми і пластмаси (проникає в матеріал шлангів і герметичних yщільнень, що збільшує втрати палива при випаровуванні);

- розшарування спиртобензинових сумішей в присутносиі води;

- підвищення тиску насичених парів палива, а отже, збільшення ймовірності утворення парових пробок в паливній системі.

Більшість з цих недоліків можна легко усунути. Швидкість корозії зростає зі збільшенням вмісту води, але до певної межі. Максимальна швидкість корозії в етанолі становить 0,6 г/(м2·год) при вмісті 60% води, швидкість корозії міді в етанолі - 0,4 г/(м2·год) при вмісті 85% води. Для покращення таких експлуатаційних показників спиртових палив, як їх протизносні властивості і корозійна агресивність, в паливо рекомендується вводити пакет модифікаторів:

- мастильну присадку, інгібітори корозії (оксиетильвані алкілфеноли; алкілмідазоліни; олива ПОД - продукт взаємодії основних – циклогексанолу і циклогексанону – і побічних продуктів циклогексану.

На АвтоВАЗі був випробуваний бензин марки АІ-95 Є, що містить 5-10% технічного етанолу (ТУ 38.302-15-02-94). Було встановлено, що бензин з вмістом етанолу 5% не спричинає негативного впливу на гумовотехнічні вироби і тому відповідно до ГОСТ Р 51176 допускається до виробництва і застосування.

Межі займання бензинетанольної суміші ширші, ніж у чистого бензину, тому застосування спиртових сумішей дозволяє працювати на збіднених сумішах. Внаслідок цього, незважаючи на меншу теплоту згоряння, збільшення витрат палива незначне. Що стосується агресивної дії на резинотехнічні вироби, то підбором полімерних матеріалів, стійких до дії спиртів, можна не допустити втрати палива з випаровуванням.

## **1.6. Фазова нестабільність**

Основним недоліком бензиноспиртових палив являється фазова нестабільність, що обумовлена наявністю в них невеликої кількості води і, як наслідок, обмеженою взаємною розчинністю компонентів. Введенням в спиртові палива відповідних модифікаторів і стабілізаторів вдається подолати виникаючі труднощі. Найбільший вплив на розшаровуваність спиртових бензинів надає вміст води. Для забезпечення стабільності бензинів з спиртами при виробництві, зберіганні та застосуванні необхідно: запобігати попаданню в них води; використовувати стабілізуючі добавки (співрозчинники), гомогенізуючі систему бензин - вода - спирт. Також рекомендується вводити спирт в бензин безпосередньо перед заправкою автомобіля.

Як стабілізатори бензиноспиртових сумішей пропонують використовувати: аліфатичні спирти С3-С12 нормальної і розгалуженої будови, феноли, алкілацетати, прості і складні ефіри та їх металорганічні похідні, кетони, аміни, а також гліколі і їх ефіри, альдегіди, кетали, ацетали, алкілкарбонати, карбонові кислоти і суміші вказаних сполук. Добавка стабілізаторів перешкоджає розшарування спиртовмісного бензину до температури -40 ... -23 °С. Якісними і при цьому дешевими стабілізаторами є сивушні масла, що забезпечують гомогенність палив при температурі вище -25 °С..

Здатність бензиноетанольних сумішей до розшарування залежить від складу бензину, вмісту спирту і вмісту води в суміші. Зі збільшенням концентрації ароматичних сполук в бензині і збільшенням вмісту в паливі спирту температура помутніння знижується. Однак кількість води в системі є значно важливішим чинником.

Можна провести простий тест на визначення частки спирту в бензині, який здійснюється методом зневоднення. Для тесту потрібний мірний скляний циліндр місткістю 100 мл. Слід помістити в циліндр 100 мл пробного бензину. Додати 10 мл води, закрити пробкою і ретельно перемішувати протягом 1 хвилини та залишити на 2 хвилини.. Якщо в суміші спирт відсутній, то всі 10 мл води осядуть на дно циліндра. У разі присутності спирту він опуститься на дно разом з водою, виходячи за 10-мілілітрову межу по нижньому рівню. Якщо відняти число 10 з значення нижнього рівня, різниця буде відповідати процентним вмістом спирту в бензині.

### 1.6.1.Технології зневоднення етанолу.

Oсновним джерелом появи води в спиртовому паливі є сам етанол, який спочатку містить в собі деяку її кількість. Тому найбільш ефективним методом зниження кількості води в паливі буде зневоднення етанолу. Головною проблемою зневоднення є утворення азеотропа етилового спирту з 4% (об.) води, яку вже не можна видалити простою перегонкою.

Все методи отримання абсолютного спирту можна розділити на кілька типів:

1) за допомогою зв'язування води твердими водозв’язуючими матеріалами на холоді;

2) із застосуванням рідких водозв’язуючих речовин;

3) методи, засновані на явищах азеотропізму;

4) із застосуванням розчинів солей, що зміщують азеотропну точку (сольове абсолютування);

5) використання явища дифузії парів через пористі перегородки;

6) абсолютування під вакуумом.

Зневоднення спирту за допомогою твердих водопоглинаючих речовин відбувалося в промислових масштабах. Серед твердих поглиначів найбільш відомий оксид кальцію. В літературі зустрічається дві думки: можливість видалення за його допомогою великих кількостей води і дообезводнення при утриманні води в соті частки відсотка. Однак цей метод не знайшов широкого користування.

При зневодненні рідкими водопоглиначами використовувався в основному гліцерин. Застосовуючи чистий гліцерин, одержують спирт міцністю 99,2 % (Об.). При застосуванні гліцеринових розчинів обезводнених солей (СаСl2, К2СО3), отримують спирт міцністю 99,9-100%. Однак і цей метод, як і метод зневоднення, заснований на різній швидкості дифузії парів спирту і води через мембрани, і перегонка під вакуумом, не набув поширення.

Найбільше промислове значення має зневоднення азеотропним методом. Перспективний також і метод абсолютування за допомогою сольової ректифікації, розроблений Л. Л. Добросердовим.

Однак все це різноманіття методів не пропонувало оптимального методу – ефективного, дешевого, нетоксичного, що застосовується в великому діапазоні вмісту вологи і пристосованого до вимог промисловості. Тому важливо було вибрати і вдосконалити або запропонувати інший оптимальний метод.

### 1.6.2.Зневоднення етанолу цеолітами в стаціонарному режимі.

Суть методу полягає в адсорбції води цеолітами типу NaX 3А. Ці цеоліти застосовуються для зневоднення в якості молекулярних сит, тобто механізм видалення вологи включає в себе не тільки адсорбцію молекули води на активному центрі цеоліту, але і фільтрування через пори такого розміру, який допускає проникнення тільки молекул води, відокремлюючи їх від спирту.

Ємність цеолітів по воді становить 18% (мас.). Було потрібно отримати спирт з різним вмістом води: 3,3, 3,0, 2,7, 2,5, 2,0 % (об.) води. Для кожної проби (по 50 мл) розрахунковим методом було визначено кількість цеоліту, яке необхідний для отримання спирту з заданим вмістом води. Приготування зразків проводилося таким чином: до 50 мл етилового спирту добавляли розраховану кількість цеоліту, після чого герметично закриті проби витримувались протягом 24 годин. Потім спирт відділяли від начисених водою цеолітів і направляли на анліз остаточного вмісту води. Втати спирту складали 2 – 4 % (об.). Отримані результати наведені в таблиці 1.2.

*Таблиця 1.2.*

Залишковий вміст води в етанолі, що обезводнений різною кількістю цеоліту в стаціонарному режимі

|  |  |
| --- | --- |
| К-ть цеоліту, що пішов на обезводнення етанолу, г | Залишковий вміст води ,%, (мас.) |
| 11,68 | 2,00 |
| 10,29 | 2,34 |
| 8,90 | 2,74 |
| 7,51 | 3,22 |
| 6,12 | 3,25 |

З таблиці видно, що зневоднення спирту цеолітами в стаціонарному режимі для отримання спирту заданої чистоти є ефективним методом, причому наступна регенерація цеолітів прокалюванням дозволяє не витрачати реагенти. Цей метод можна вважати комбінованим, так як він включає два процеси: адсорбцію молекул води на активних центрах цеолітів і фізичну фільтрацію чрез мікропори розміром 3А (размір молекули води 3А, а етанолу – 4А). Однак застосовувати цей метод в промисловості недоцільно, так як процес періодичний і дуже тривалий (цикл становить близько одну добу). Це обумовлено малими швидкостями дифузії води до поверхні цеолітів. У стаціонарних умовах рушійною силою зовнішньої дифузії є лише тепловий рух молекул води, рівномірно розподілених у всьому об’ємі спирту, який при кімнвтній температурі невеликий.

Якщо розглядати безперервну адсорбцію в рідкій фазі, то можна стрерджувати, що вона характеризується хорошими швидкостями. При цьому лімітуючою стадією в кінетиці процесу буде швидкість внутрішньої дифузії, невелика через малі розміри пор. Тому такий метод малоефективний при невеликих розмірах апаратів. Крім того, ресурс цеолітів в безперервному рідкофазному процесі буде використовуватися в повному обсязі, так як, «проскок» настане раніше, ніж молекули води досягнуть глибоких активних центрів цеоліту. [12].

### 1.6.3. Зневоднення етанолу в паровій фазі цеолітами.

Метод полягає в перегонці спирту через колонку, заповнену цеолітами NaX 4А. На відміну від зневоднення в стаціонарному режимі в доному випадку механізм методу заснований тільки на одсорбції. Вибір типу цеолітів базується на співвідношенні їх адсорбційної активності і селективності. Відомо, що цеоліти типу NaY активніші в процесі адсорбції води, але вони при цьому досить активно адсорбують і етиловий спирт, молекули якого полярні, що збільшує втрати цільового компонента. Цеоліти NaX, володіючи меншою спорідненістю до полярних сполук, дозволяють знизити конкурентну адсорбцію і підвищити селективність зневоднення.

Процес зневоднення ефективніше вести в паровій фазі. Оскільки для гідрофільного цеоліту, такого, як NaX, зв'язок «активний центр – вода» міцніший, ніж «активний центр – спирт», а підвищена температура пари ще більш послаблює ці зв’язки, то адсорбується переважно вода.

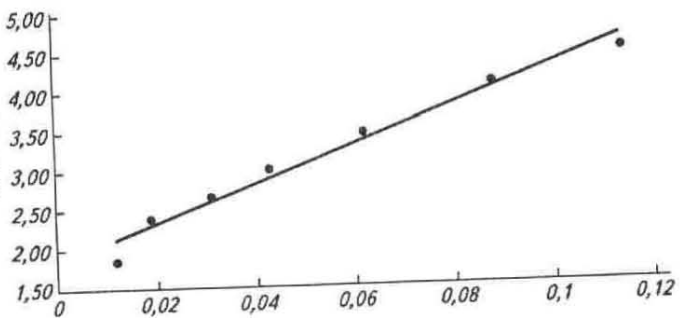
Більший розмір пор дозволяє проходити через них і воді, і спирту. Це могло б сприяти конкурентної адсорбції, що зумовило б зниження ресурсу цеоліта в процесі зневоднення і збільшення втрат цільового спирту. Однак при температурі кипіння тепловий рух молекул значно посилюється, а оскільки цеоліти типу NaX мають більшу спорідненість до полярної воді, ніж до менш полярного спирту, то для етанолу в даних умовах переважає десорбція, а адсорбуватися буде тільки вода.

Було проведено кілька експериментів, з різницею лише в швидкісті проходження парів етанолу через колонку, заповнену цеолітами і, при цьому кожен раз колонку заповнювали новим (регенерованим) цеолітом. Експеримент проводився за наступню методикою: в колбу заливали 50 мл спирту і переганяли його через колонку діаметром 3 см з різними швидкостями [0,012-0,11 л / (с·м2)]. Отриманий відгін далі аналізували на залишковий вміст води.

Регенерацію цеолітів проводили прокалювання при 350 °С протягом 4 годин.

Отримані результати представлені на рис. 1.2.

З графіка видно, що залежність залишкового вмісту води від швидкості перегонки етанолу через цеоліти має практично прямолінійний характер. На практиці необхідно враховувати лише один фактор - ємність цеолітів, який визначає розміри апаратів - адсорберів і час міжрегенераційного періоду.



Залишкова волога, % Швидкість процесу, л/(м2·с)

Рис. 1.2. Залежність залишкового вмісту води від швидкості перегонки етанолу чрез цеоліти типу NaX 4A

Таким чином, підбором таких параметрів, як швидкість перегонки і ємність цеолітів (розміри адсорбера), використовуючи метод зневоднення легко реалізовується в промисловості.

### 1.6.4.Залежність фазової стабільності від концентації етанолу в бензині.

Не дивлячись на запропонований вище ефективний, екологічно чистий і порівняно недорогий процей абсолютиризації спирту, його застосування все ж ускладнює виробництво етанолвмістких палив. В світовій практиці в якості октаноповишаючої добавки найбільш розповсюджений абсолютний етанол, що містить 99,5 % основної речовини. Однак в дійсності не завжди необхідно обезводнювати етанол до такої глибини, частіше можна обмежитися меншими степенями очистки.

Важливо визначити оптимальний залишковий вміст вологи в етиловому спирті, при якому не порушується фазова стабільність суміші, що відповідає ГОСТ Р 52201-2004. При цьому в кожному конкретному випадку кількісних співвідношень спирту і бензину оптимальна вологомісткість спирту буде різною.

Для оцінки взаємної розчинності компонентів спиртобензинової суміші визначаються температури помутніння спиртобензиновий сумішей з різним об’ємом вмісту етанолу. В якості значення, що задовільняє ГОСТ, була прийнята температура помутніння бензанолу зимого виду на місці виробництва, рівна – 30 °С.

Рисунок 1.3. демонструє що стабільність суміші росте при збільшенні вмісту в них спирту. З рисунку також видно, що застосування етанолу навіть при невисоких концентраціях не потребує глибокого ступеню обезвожування, який використовується традиційно.

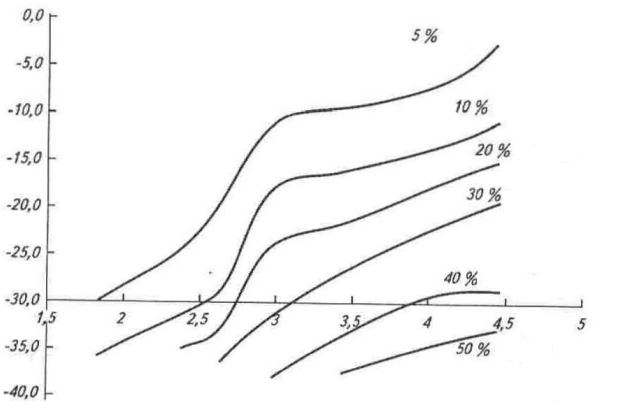


Рис. 1.3. Залежність температури помітніння спиртобензинової суміші від вмісту води в спирті для сумішей різного кількісного складу (вказаний на 5 кривих)

При вмісті етанолу 10 % (об.) залишковий вміст води може досягати 2,5 % (об.), а в суміші, що містить 50 % (об.) спирту, взагалі немає сенсу застосовувати абсолютизування.

Система бензин-спирт-вода являє собою емульсію, в якой бензин являється дисперсійним середовищем, вода – дисперсною фазою, а спирт – емульгатором. Молекула етанолу складається з полярної гідроксильної групи і практично неполярного вуглеводневого радикала, тобто являє собою поверхневу активну речовину (ПАР). Однак ефективність його як ПАР невелика, так як вуглеводневий радикал занадто короткий. Тому для стабілізації емульсії води в бензині потрібні великі кількості етанолу. На рис. 3.3 показаний механізм стабілізації емульсії вода – бензин етанолом.

Оскільки етанол в чистому вигляді порівняно непогано розчиняється в бензині, він буде рівномірно розподілений по всьому об’ємі спиртобензинової суміші. При наявності в системі дрібнодиспергованих крапель води ймовірність надходження достатнього для стабілізації числа молекул спирту біля краплі води буде тим вище, чим більший вміст спиртової частини щодо вуглеводневої в паливі. Цим і пояснюється збільшення фазового стабільності спиртобензинової суміші зі збільшенням вмісту в них етанолу.

Таким чином, можна зробити висновок про те, що ефективніше використовувати високі концентрації етанолу в суміші з бензином, так як для забезпечення їх необхідної фазової стабільності залишковий вміст води в етанолі може бути великим.

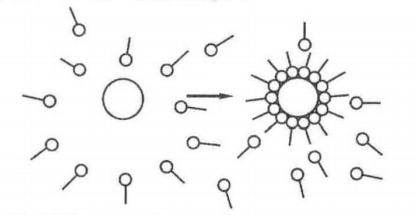


Рис. 1.4. Механізм стабілізації емуьсії вода – бензин етанолом

## **1.7. Висновки до розділу**

Основним джерелом забрудненн атмосфери є транспортні засоби, які працюють на двигунах внутрішнього згорання. Одним із шляхів вирішення проблеми є перехід автомобільного транспорту на альтернативні види палива. В Україні найбільш вигідним є етиловий спирт, який виробляється на основі картоплі, зерна та інших рослинних компонентів. Але на сьогодні більш ефективним є виробництво етанолу з нехарчової продукції целюлози шляхом первинного перетворення целюлози в цурор і подальшого звичайного бродіння.

Вживання біоетанолу дозволяє скоротити витрати нафти на виробництво товарного бензинута знизити вимогидо октанових характеристик традиційних вуглеводневих компонентів палива. [12].

# **РОЗДІЛ 2.**

# **ОБ’ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ**

# **2.1. Об’єкти дослідження**

### 2.1.1. Бензин А-80-ДЗ

Для дослідження сумішевого палива на базі біоетанолу було використано автобензин А-80-ДЗ, який нормується стандартом ДСТУ 8704:2017. [18].

А-80 – бензин автомобільний з октановим числом за дослідним методом не нижче 80 одиниць;

ДЗ – позначення «довготривале зберігання», що означає підвищену витривалість до окиснення. Такий тип бензину було вибрано з метою нівелювати схильність етанолу до окиснення.

Елементний склад бензину наведений в таблиці 2.1.

*Таблиця 2.1.*

Елементний склад бензину А-80-ДЗ,% мас.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| С | Н | О | S |
| 85,49 | 14,49 | 0 | 0,001 |

Були дослідженні показники якості даного зразка бензину у відповідності до норм ДСТУ 8704:2017. Проаналізувавши дані, можна зробити висновок, що представлений зразок бензину А-80-ДЗ відповідає нормативному документу (Додаток 1).

### 2.1.2. Спирт етиловий

Етиловий спирт (етанол, винний спирт) є представником ряду одноатомних спиртів, у звичайних умовах це безбарвна, легко рухлива рідина, має специфічний запах і пекучий смак. Спирт змішується в будь-яких пропорціях з водою, естерами, ацетоном, бензином. Він є добрим розчинником для багатьох органічних, а також деяких неорганічних речовин.

Етиловий спирт легкозаймиста рідина, горить блідо-голубим полум’ям без утворення кіптяви. З повітрям в об’ємних концентраціях 3-19% утворює вибухонебезпечні суміші.

Згідно з Національним стандартом України ДСТУ 4221:2003 етанол — це токсична речовина з наркотичною дією, за ступенем впливу на організм людини належить до четвертого класу небезпечних речовин, має канцерогенні властивості. Завдяки великій гігроскопічності спирт денатурує білок. Гранично-допустима концентрація парів спирту в повітрі – 1000 мг/м3 , токсична концентрація в повітрі – 16 г/м3 . Загальна хімічна формула C2Н5ОН, молярна маса 46,068 г/моль, реакція хімічно чистого етилового спирту нейтральна. Хімічна активність спирту складна, обумовлена властивостями атома водню в гідроксильній групі, поведінкою гідроксильної групи в цілому і вуглецевого радикалу.

## **2.2. Методи дослідження.**

Паливні суміші з вмістом етанолу 20 %, 40 %, 90 % одержували змішуванням автобензину А-80-ДЗ зі зневодненим етанолом. Для цього етанол піддавали попередньому осушенню контактним адсорбційним методом цеолітом КА.

Спиртовий бензин було досліджено за такими показниками:

* нижча теплота згорання (за емпіричними формулами),
* максимальна температура горіння (за емпіричними формулами), і
* індукційний період (ГОСТ 4039),
* тиск насичених парів (ДСТУ 4160),
* октанове число за моторним методом (ДСТУ 8736),
* витрати кисню і повітря (за емпіричними формулами),
* об’єм продуктів повного згорання (за емпіричними формулами).

### 2.2.1. Зневоднення етанолу.

Для приготування етаноломісних паливних сумішей застосовують безводний етанол. Тому вихідний етиловий спирт, що містить 4% води, піддавали осушенню контактним адсорбційним методом. Для цього в сосуд емністю 2 л наливали 1,5 л етилового спирту і засипали 0,5 л попередньо осушеного цеоліту КА (осушення цеоліту здійснювали прожарюванням в муфельній шафі протягом 4 годин). Суміш герметично закривали і витримували добу. Після цього спирт зливали через фільтр і вимірювали його густину за допомогою ареометру.

Густина спирту склала 790 кг/м 3. І відповідно до таблиці 2.2. об’ємна доля спирту становила близько 99,7%

Елементний склад зневодненого етанолу наведений в таблиці 2.3.

### 2.2.2. Приготування зразків.

Зважаючи на те, що для аналізу одного зразка потрібно 700 мл розчину, були розраховані відповідні об’єми бензину і спирту для кожної суміші (таб. 2.4.).

### 2.2.3. Визначення елементного складу сумішей

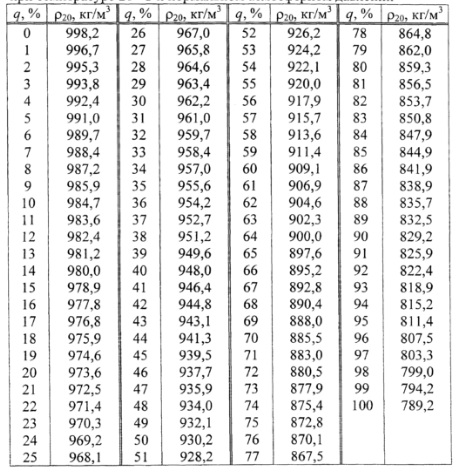
Вміст кожного компонента сумішевого палива у об’ємних відсотках визначали за формулою:

(2.1)

де *Wб* і *Wс,* - вміст даного компоненту у бензині і спирті (згідно таблицям 2.1. і 2.3.); *х* і *у* – об’ємний відсоток у суміші відповідно бензину і спирту.

*Таблиця 2.2.*

Залежність густини водно-спиртових розчинів від концентрації спирту в об’ємних долях q при 20 °С і нормальному атмосферному тиску



*Таблиця 2.3.*

Елементний склад зневодненого етанолу,% мас.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| С | Н | О |
| 52,18 | 13,04 | 34,78 |

*Таблиця 2.4.*

Приготування паливних сумішей

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Об’ємний відсоток етанолу в суміші,% | Об’єм, мл | |
| бензину А-80ДЗ | Етанол |
| 20 | 560 | 140 |
| 40 | 420 | 280 |
| 90 | 70 | 630 |

### 2.2.4. Визначення теплоти згорання

Теплоту згоряння палива визначають експериментально в калориметрах або розраховують за допомогою емпіричних формул. На сьогоднішній день запропоновано велику кількість формул розрахунку теплоти згоряння палива по елементному складу. Ми скористалися формулами, запропонованими Д.І.Менделєєвим:

** (2.2)

** (2.3)

де *Q*в,*Q*н*—* вища та нижча теплоти згоряння палива відповідно, кДж/кг; *W(С), W(Н), W(О), W(S)* — масові частки в паливі відповідно вуглецю, водню, кисню, сірки, води, % мас.

Для перевірки меж застосування цих формул Д. І. Менделєєв розрахував за складом теплоти згоряння різних видів палива, а саме вуглецю, клітковини, кам’яного вугілля і нафтопродуктів, і порівняв з теплотою згоряння, визначеною калориметричним методом. Результати розрахунків досить точно збіглися з результатами калориметричних вимірювань. [13].

### 2.2.5. Визначення максимальної температури горіння

Максимальна температура горіння палива tmax прямо пропорційна його теплоті згоряння і обернено пропорційна витраті тепла на нагрівання продуктів згоряння до температури tmax тобто обернено пропорційна обсягу продуктів згоряння на їх середньозважену теплоємність від 0 до tmax.

Відповідно до цього теплопродуктивність палива tmax можна розрахувати за формулою:

(2.4)

де - нижча теплота згоряння, кДж/кг твердого та рідкого палива або кДж/м3 газоподібного; – об’єм продуктів повного згоряння палива в теоретично необхідному для горіння об’ємі повітря, м3/кг твердого та рідкого палива або м3/м3 газоподібного палива; CO-t - середньозважена об'ємна теплоємність продуктів згоряння при постійному тиску в інтервалі температур від 0 до tmax, кДж/(м3 \*°С).

В роботі максимальну температуру горіння (оС) сумішевих палив розраховували за спрощеною формулою:

(2.5)

де *Qн* – нижча теплота згоряння, кДж/м3 палива; 1,68 – значення середньої теплоємності продуктів згоряння рідкого палива від 0 до tmax, кДж/м3·оС; *V∑о* - об’єм продуктів повного згоряння, м3/кг палива. [13].

### 2.2.6. Визначення індукційногоперіода (ГОСТ 4039)

Щоб запобігти дії світла, пробу слід зберігати в чистій сухій склянці з темного скла або в металічній посудині, що не містить міді.

Перед випробуванням промивають внутрішню частину корпуса бомби 25-40 см3 суміші толуолу з ацетоном чи бензином-розчинником і сушать струменем повітря. Кришку бомби і деталі головки ретельно витирають фільтрувальним папером.

При наявності смолистих залишків скляний посуд занурюють в хромову суміш на 6 ч. Після цього посудину витягають пінцетом з нержавіючої сталі, промивають водою, потім дистильованою водою і висушують. Пробу бензину об’ємом 120-150 см3 фільтрують через паперовий фільтр. В скляний посуд наливають при кімнатній температурі 100 см3 досліджуваного бензину. Посуд з бензином поміщують в бомбу і накривають його скляною кришкою. Бомбу закривають кришкою і закручують. До бокового відгалуження з маркуванням «М» приєднують манометр.

Для випробування на герметичність наповнену киснем бомбу виймають з підставки і обережно занурюють повністю в бак з водою, температура якої 15-25 °С. Якщо при цьому з'являються бульбашки кисню в воді, бомбу переносять в підставку, усувають витік кисню підтягуванням сполучних елементів або заміною ущільнювальної прокладки і повторюють випробування на герметичність. Випробування на герметичність повторюють до досягнення повної герметичності, після чого тиск в бомбі знижують до 700 кПа (7 кгс/см2 ) Остаточно встановлений тиск в бомбі має бути (700 ± 20) кПа.

Одночасно з підготовкою бомб до окиснення досліджуваного бензину, воду в бані нагрівають до кипіння, причому вода в бані повинна повністю закривати кришку бомби. Температура водяної бані повинна бути (100 ± 1) °С залежно від барометричного тиску. При дуже низькому барометричному тиску в воду додають азотнокислий амоній або гліцерин в такій кількості, щоб температура киплячої води була (100 ± 1) ° С.

Бомбу з досліджуваним бензином, яка знаходиться під тиском кисню 700 кПа, переносять у водяну баню (100 ± 1)° С і погружають у воду до верхнього краю кришки бомби.

Момент занурення бомби в баню фіксують як початок окислення. У цей момент записують час і початковий тиск в бомбі. Далі до кінця досліду тиск в бомбі записують через кожні 5 хв.

З моменту занурення бомби в баню в міру нагрівання кисню і бензину тиск в бомбі починає підвищуватися. Досягнувши певного максимуму, тиск тримається зазвичай деякий час постійним, а потім починає знижуватися. В окремих випадках після невеликого (до 20 кПа) (0,2 кгс/см2) зниження тиску в бомбі деякий час тримається постійно, а потім знову починає безперервно знижуватися.

У першому випадку за кінець індукційного періоду приймають початок безперервного зниження тиску (перегин кривої тиску), у другому випадку - другий перегин кривої.

Нагрівання бомби закінчують при зниженні тиску на 60 кПа від максимального значення.

Після закінчення окислення бомбу одразу ж обережно виймають з киплячої бані і занурюють повністю в бак з водою при температурі 15-25 ° С. Внаслідок зниження температури бензину і кисню тиск в бомбі різко знижується.

Бомбу залишають у воді протягом 15 хв для охолодження, перевіряють за цей час її герметичність. Якщо спостерігається поява бульбашок кисню в воді, випробування повторюють спочатку.

Після охолодження бомбу переносять в підставку і випускають з неї кисень. Потім кришку бомби і головку з усіма деталями протирають сухим рушником для видалення вологи, після чого відгвинчують кришку бомби і, не знімаючи грибок з корпусу, а тільки піднімаючи кришку, зневоднюють виступаючу частину грибка фільтрувальної папером. Після цього кришку з головкою знімають з корпусу бомби.

Скляну кришку і посудину з окисленим бензином витягують з бомби тигельними щипцями. Невелика кількість бензину, що сконденсувався в корпусі бомби, переливають в посудину, а потім в мірний циліндр для вимірювання його кількості. Якщо бензину виявиться менше 9 см3 при 20 ° С, випробування повторюють.

Індукційний період випробуваного бензину визначають як різницю тривалості окислення і часу нагрівання бензину в бомбі. Для визначення індукційного періоду з отриманого часу окислення бензину віднімають 55 хв. За результат випробування приймають середнє арифметичне результатів двох визначень. [19].

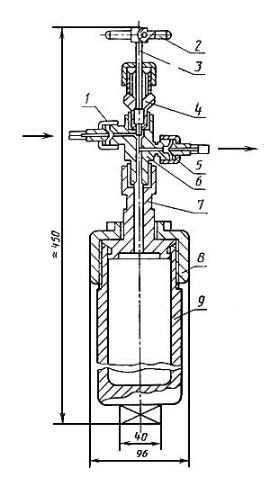


Рис. 2.1. Бомба для окислення з нержавіючої сталі: 1 – верхній отвір; 2 – вороток; 3 – шток клапана; 4 – вентиль; 5 – нижній отвір; 6 – трійник; 7 – грибок; 8 – кришка; 9 – корпус бомби.

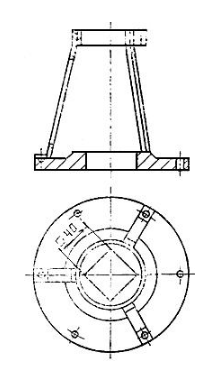


Рис. 2.2. Підставка із сталі для установки бомби.

### 2.2.7. Визначення тиску насичених парів (ДСТУ 4160)

Цей стандарт установлює метод визначення абсолютного тиску насиченої пари легкої сирої нафти та летких нев’язких нафтопродуктів, за винятком скраплених нафтових газів. Цей метод можна застосовувати для палив, що мають насичені киснем сполуки, здатні змішуватися з водою. Сутність методу полягає в тому, щоб рідинну камеру апарата для визначення тиску заповнюють охолодженою досліджуваною пробою та з’єднують із повітряною камерою, нагрітою до температури 37,8 °С і періодично струшують до досягнення сталого тиску, який фіксує манометр, з’єднаний з апаратом. Покази манометра є значеннями тиску пари за методом Рейда.

Контейнер, в якому знаходить проба, занурюють в баню з водяним охолоджуванням і досягають температури 0 °С до 1 °С.

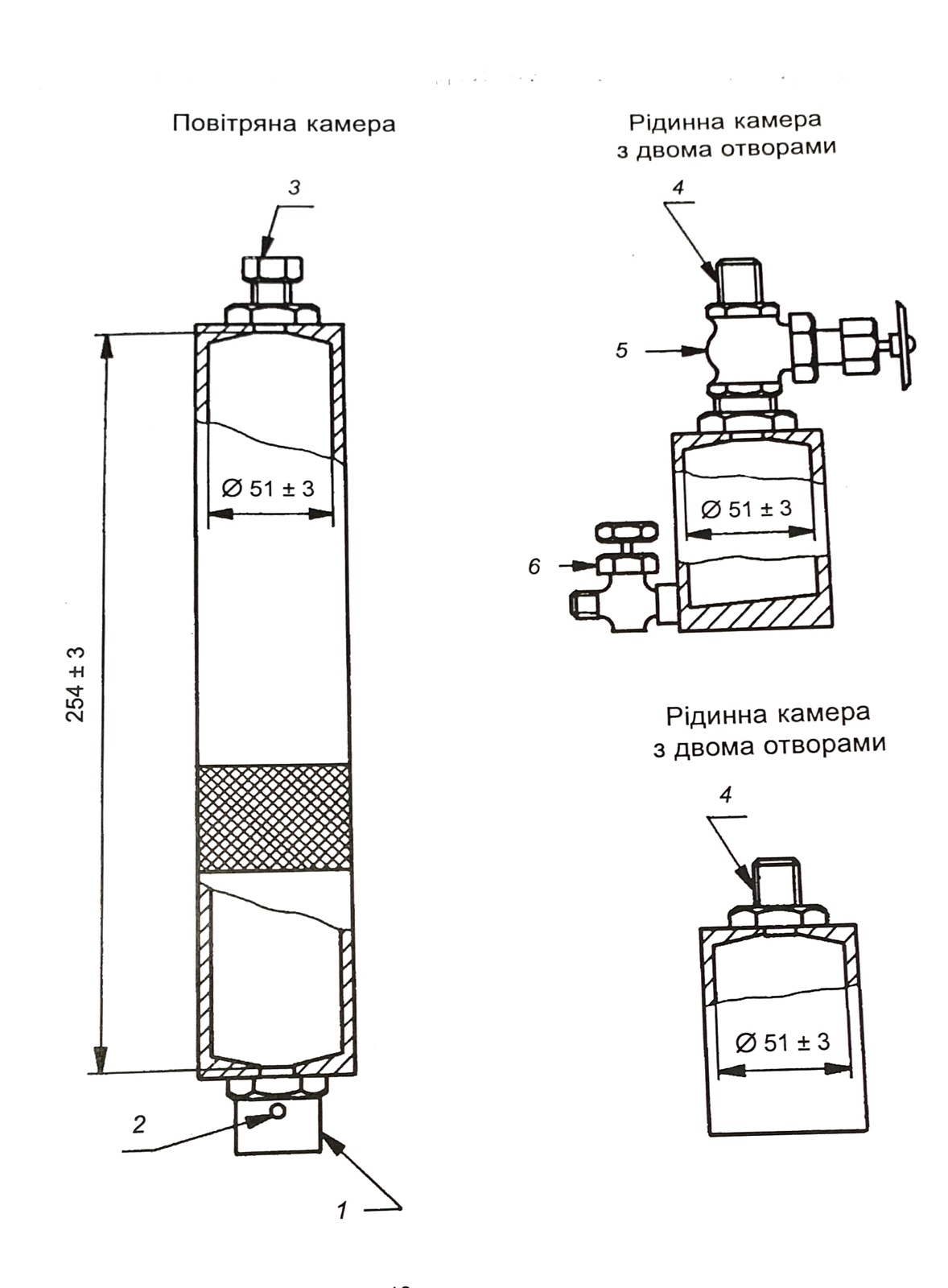


Рис. 2.3. Бомба для визначення тиску пари: 1 – перехідник із внутрішнім діаметром 13 мм; 2 – вентиляційний отвір; 3 – перехідник із внутрішнім діаметром 5 мм; 4 – перехідник із зовнішнім діаметром 13 мм; 5 – 13-тиміліметровий вентиль; 6 – 6-тиміліметровий вентиль.

Контейнер із пробою, охолодженою до температури 0 °С до 1 °С виймають із бані з водяним охолоджуванням, відчиняють і перевіряють вміст рідини, що має становити від 70 % до 80 % від місткості контейнера. Після перевірення вмісту рідини контейнер зачиняють, енергійно струшують і поміщають у баню або термостат.

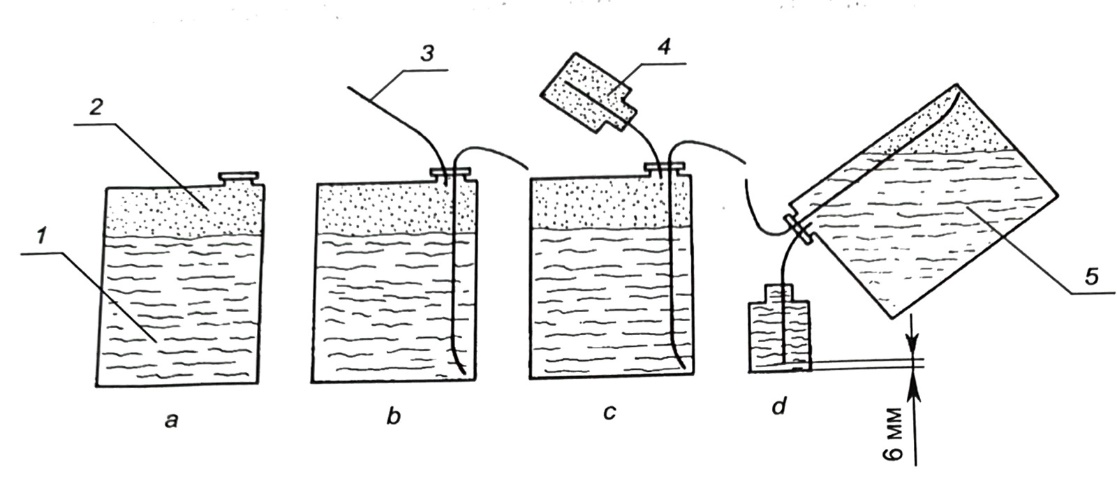


Рис. 2.4. Спосіб перенесення проби в рідинну камеру з контейнерів відкритого типу: a – контейнер із пробою; b – контейнер із пристроєм для перенесення проби; с – рідинна камера, розміщена над контейнером, із пристроєм для перенесення проби; d – положення системи під час перенесення проби; 1 – рідина, 2 – пара, 3 – пристрій для перенесення охолодженої проби; 4 – охолоджена рідинна камера; 5 – охолоджена проба.

Відчинену рідинну камеру та пристрій для перенесення проби повністю занурюють у баню з водяним охолоджуванням на час, необхідний для досягнення температури від 0 °С до 1 °С у камері та пристрої для перенесення проби. Після очищення та промивання повітряної камери та манометра, манометр з’єднують із повітряною камерою. Повітряну камеру на 10 хв перед з’єднуванням із рідинною камерою занурюють у водяну баню з температурою (37,8 ± 0,1) °С, при цьому шар води над нею повинен мати мінімальну товщину 25 мм. Повітряну камеру виймають із бані лише після заповнення рідинної камери пробою.

Після закінчення підготовчих робіт контейнер із охолодженою пробою виймають із бані з водяним охолоджуванням, відчиняють його і вставляють в охолоджений пристрій для перенесення проби відповідно до рис. 2.4.

Швидко спорожнюють від води охолоджену рідинну камеру і насаджують її на пристрій для перенесення проби. Швидко перевертають усю систему так, що рідинна камера знаходилася у вертикальному положенні на одній осі з пристроєм для перенесення проби.

Зібраний апарат для вимірювання тиску пари занурюють у водяну баню, витримують протягом 5 хв, після чого легенько постукують по манометру і фіксують його покази. Зоб уникнути охолодження апарату, його якнайшвидше витягають з бані, перекидають, енергійно струшують і знову занурюють у баню. Для забезпечення умов рівноваги, струшування апарата та контролювання показів манометра повторюють не менше 5 разів з інтервалом 2 хв, поки два послідовні покази манометра не будуть однаковими. Тривалість виконання цих операцій становить від 20 до 30 хв.

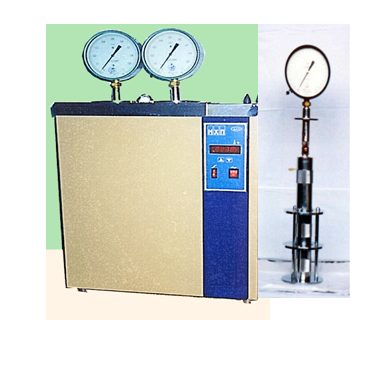


Рис.2.5. Апарат для визначення тиску насиченої пари

Знімають кінцевий показ манометра з точністю до 0,25 кПа для манометра з ціною поділки 0,5 кПа; реєструють цей показ як «нескоригований тиск пари» випробуваної проби. Одразу після цього манометр знімають, звіряють його покази з показами ртутного манометра, записуючі одержані покази як тиск пари за методом Рейда. [20].

### 2.2.8. Визначення октанового числа за моторним методом (ДСТУ 8736).

Цей стандарт установлює моторний метод визначення детонаційної стійкості, вираженої октановим числом, авіаційних та автомобільних бензинів та їх компонентів з октановими числами до одиниць.

Метод полягає в порівнянні детонаційної стійкості палива, що випробовують, і еталонного палива, вираженої октановим числом. Інтенсивності детонації палива для випробувань досягають зміною ступеня стиснення, зміною складу паливно-повітряної суміші та встановленням відповідного рівня палива в поплавковій камері карбюратора.

Октанове число випробовуваного палива, що не перевищує відповідає об’ємній частці ізооктану в еталонному паливі із суміші ізооктану з н-гептаном з такою самою інтенсивністю детонації в умовах випробовування цим методом.

Установку, до складу якої входять двигун і контрольно-вимірювальна апаратура, розміщують на фундаменті з підведенням до нього відповідних комунікацій. Для виконання цього потрібно інженерно-технічна підтримка, і користувач установки зобов'язаний забезпечити дотримання всіх державних, місцевих законів і вимог, що ставляться до встановлюваного обладнання. При монтажі установки слід уникати факторів, які можуть вплинути на процедуру визначення октанових чисел.

Деякі гази і дими, які можуть бути присутніми в приміщенні, де розміщена установка для випробування палив на детонацію, можуть помітно впливати на результати визначення октанового числа по моторному методу

Якщо в лінії електроживлення мають місце скачки напруги або частотні перешкоди, то це може привести до зміни умов праці для двигуна або до порушення робочих характеристик обладнання для вимірювання детонації, що може вплинути на результати визначення октанового числа по моторному методу.

Для правильної роботи випробувальної установки її необхідно зібрати і відрегулювати відповідно до інструкцій підприємства-виготовлювача. Під час складання двигуна або після його перебирання регулювальні параметри встановлюють відповідно до технічних інструкцій на складові елементи. Параметри режиму роботи двигуна повинен контролювати і регулювати оператор в ході підготовки двигуна і проведення випробувань.

Перевіряють, щоб всі початкові умови підготовки вузлів і систем двигуна перебували в відповідно до вимог інструкції з експлуатації установки на товарному бензині, включаючи прогрів масла, подачу охолоджуючої води.

Включають електромотор, запалювання, підігрівач повітря, подачу палива для прогріву і встановлюють ступінь стиснення для роботи двигуна без детонації. На двигуні з подачею палива працюють протягом приблизно 1 год, щоб бути впевненими в стабільності всіх критичних параметрів. До роботи установки для випробувань палива на детонацію переходять після досягнення нею температурної рівноваги при належній установці всіх параметрів двигуна і приладового оснащення і при стандартних умовах роботи, передбачених цією методом. Під час останніх 10 хв роботи двигуна при його прогріванні можна переходити до процедур по встановленню стандартного рівня детонації. [21].

Октанове число досліджуваного палива А розраховують методом інтерполяції за формулою:

, (2.6)

Де – об’ємна доля ізооктану в суміші еталонних палив, що детонує сильніше досліджуваного зразка палива, %;

– об’ємна доля ізооктану в суміші еталонних палив, що детонує слабіше досліджуваного зразка палива, %;

а1 – середньоарифметичне значення результатів відліку по показнику детонації для сумішей еталонних палив ;

а- середньоарифметичне значення відліків по показнику детонації для досліджуваного палива;

а2 – середньоарифметичне значення результатів відліку по показнику детонації для сумішей еталонних палив ;



Рис. 2.6. Моторна установка для визначення октанового числа.

### 2.2.9. Визначення витрат кисню і повітря на спалювання

В процесі повного згоряння палива відбуваються наступні хімічні реакції:



12кг 32 кг 44 кг



32кг 32 кг 64 кг



2 кг 16 кг 18 кг

Таким чином, при повному згорянні 1 кг вуглецю в стехіометричній кількості кисню витрачається 32 : 12 = 2,67 кг кисню і утворюється 3,67 кг вуглекислого газу. При згорянні 1 кг сірки – 1 кг кисню з утворенням 2 кг сірчистого газу. При згорянні 1 кг водню витрачається 8 кг кисню і утворюється 9 кг водяної пари. Тому маса кисню, кг, для повного згоряння 1 кг палива:

 (2.7)

Маса сухого повітря, кг, з урахуванням, що вміст кисню складає 23% по масі, дорівнює:

 (2.8)

Відповідно витрати кисню і повітря в одиницях об’єму (м3/кг):

*V*(*O2*) = 0,70 *m(O2)=0,007(2,67W(C)+W(S)+8W(H)-W(O))* (2.9)

*V(пов) =0,77 m(пов)=0.033(2,67W(C)+W(S)+8W(H)-W(O))* (2.10)

### 2.2.10. Визначення об’єму продуктів повного згорання

Cумарний об’єм продуктів згоряння, що утворюються при повному згорянні рідкого або твердого палива в стехіометричному об’ємі повітря дорівнює:

= *V(CO2)+ V(SO2,)+ V(H2O)+ V(N2)* (2.11)

де *V∑* - сумарний об’єм продуктів згоряння, м3/кг; *V(CO2), V(SO2), V(H2O), V(N2)* – сумарні об’єми відповідно вуглекислого газу, сірчистого газу, води і азоту, м3/кг;

 (2.12)

 (2.13)

 (2.14)

 (2.15)

Джерелом основної кількість азоту, що поступає до продуктів згоряння, є повітря, кількість азоту, що переходить безпосередньо з палива, складає, як правило, менше 1%, що іноді дозволяє нею знехтувати. Таким чином:

(2.16)

де *W(С), W(Н), W(О), W(S),W(H2O),* — масові частки в паливі відповідно вуглецю, водню, кисню, сірки, води, % мас., *V(пов) –* об’єм повітря м3/кг*.*

Продукти згоряння, що призводять до забруднення довкілля – це СО2 і SО2. Сумарний об’єм цих газів дорівнює:

*= V(CO2) + V(SO2) = 0,0187W(C)+0,007W(S)* (2.17)

**2.3. Висновки до розділу**

Для дослідження сумішевого палива на базі біоетанолу було використано автобензин А-80-ДЗ, який нормується стандартом ДСТУ 8704:2017.

Паливні суміші з вмістом етанолу 20 %, 40 %, 90 % одержували змішуванням автобензину А-80-ДЗ зі зневодненим етанолом. Для цього етанол піддавали попередньому осушенню контактним адсорбційним методом цеолітом КА.

Спиртовий бензин було досліджено за такими показниками: індукційний період, тиск насичених парів, октанове число за моторним методом, а також за емпіричними формулами було розраховано нижчу теплоту згорання, максимальну температуру горіння, витрати кисню і повітря, об’єм продуктів повного згорання.

# **РОЗДІЛ 3.**

# **ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ СУМІШЕВИХ ПАЛИВ НА БАЗІ БІОЕТАНОЛУ**

## **3.1. Елементний склад палив**

Елементний склад палива у масових відсотках визначали за формулою:

, (3.1)

де *Wб* і *Wс,* - масовий відсоток даного компоненту у бензині і спирті (згідно таблицям 2.1. і 2.3.); *х* і *у* – об’ємний відсоток у суміші відповідно бензину і спирту.

Розраховані значення занесені в таблицю 3.1.

*Таблиця 3.1.*

Елементний склад сумішевих палив

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Компонентний склад палива, % об’єм. | | Елементний склад палива, % мас. | | | |
| Бензин | Етанол | C | H | O | S |
| 100  80  60  10  - | -  20  40  90  100 | |  | | --- | | 85,49 | | 78,83 | | 72,17 | | 55,51 | | 52,18 | | |  | | --- | | 14,49 | | 14,20 | | 13,91 | | 13,19 | | 13,04 | | |  | | --- | | 0,00 | | 6,96 | | 13,91 | | 31,30 | | 34,78 | | 0,001  0,0008  0,0006  0,0001  - |

Масовий відсоток таких компонентів як вуглець, водень та сірка зменшувався зі збільшенням концентрації етанолу в паливі, тоді як вміст кисню, навпаки збільшувався зі збільшенням концентрації етанолу.

## **3.2. Теплота згоряння**

В роботі було проведено розрахунок нижчої теплоти згоряння віднесеної до одного кілограму сумішевого палива.

Використовуючи дані елементного складу палив (таблиця 3.1) теплотворну здатність (кДж/кг) кожної суміші розраховували за формулою:

 (3.2)

де *Q*н*—* нижча теплота згоряння палива, МДж/кг; *W(С), W(Н), W(О), W(S)* — масові частки в паливі відповідно вуглецю, водню, кисню, сірки, води, % мас.

Розраховані величини показані в таблиці 3.2. і на рис. 3.1.

*Таблиця 3.2.*

Теплоенергетичні параметри сумішевих палив

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Склад палива, % об’єм | | Нижча теплота згоряння, МДж/кг | Максимальна температура горіння, оС |
| Бензин | Етанол |
|
| 100  80  60  10  - | -  20  40  90  100 | |  | | --- | | 43,91 | | 42,11 | | 40,31 | | 35,81 | | 34,91 | | |  | | --- | | 2301 | | 2294 | | 2287 | | 2266 | | 2262 | |

Рис. 3.1. Залежність нижчої теплоти згоряння від вмісту етанолу в бензині

Одержані результати показують, що теплотворна здатність етилового спирту на 20 % нижча ніж чистого бензину. Наявність кисню в етанолі означає, що частина карбону і водню, що входять в склад його молекул знаходяться в окисненному стані і не приймають участі в процесі горіння.

В результаті розрахунку можна зробити висновок, що нижча теплота згорання зменшується зі збільшенням концентрації етанолу в суміші. Це відбувається через збільшення конценцентрації кисню в паливних сумішах.

## **3.3. Максимальна температура горіння**

Максимальну температуру горіння (оС) палив розраховували за спрощеною формулою:

(3.3)

де *Qн* – нижча теплота згоряння, кДж/м3 палива; 1,68 – значення середньої теплоємності продуктів згоряння рідкого палива від 0 до tmax, кДж/м3·оС; *V∑* - об’єм вологих продуктів повного згоряння, м3/кг палива. Результати розрахунку об’єму вологих продуктів повного згоряння наведено в таблиці 3.4 і в розділі 3.8.

Розраховані величини показані в таблиці 3.2. і на рис. 3.2.

Рис. 3.2. Залежність максимальної температури горіння від вмісту етанолу в бензині.

Максимальною температурою горіння називається температура, яку мали б продукти згорання, якби все тепло, отримане при горінні палива, було б використане на їх нагрівання. З графіку видно що чистий бензин має найвищу максимальну температуру горіння. Максимальна температура горіння на 40оС нижча, ніж бензину, тому зі збільшенням концентрації етанолу в паливі, максимальна температура горіння зменшується. З екологічної точки зору це можна розглядати як позитивний фактор. Зниження температури горіння сприяє зменшенню викидів оксидів азоту, що утворюються з азоту повітря за високих температур.

## **3.4. Індукційний період**

Стабільність досліджуваних палив до окислення визначали за ГОСТ 4039. Результати дослідження індукційного періоду наведені в таблиці 3.3. і на рис. 3.3.

*Таблиця 3.3.*

Експлуатаційні властивості сумішевих палив

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Склад палива, % об’єм | | Індукційний період, хв | Тиск насичених парів, кПа | Октанове число |
| Бензин | Етанол |
| 100  80  60  10  - | -  20  40  90  100 | >1200  >1200  >1200  >1200 | 52,0  48,2  45,6  38,7 | 77,9  81,5  86,8  96,3 |

Рис. 3.3. Залежність індукційного періоду від вмісту етанолу в бензині.

Індукційний період показує термін, впродовж якого паливо в умовах окиснення зберігає свої властивості. При окисленні бензинів відбувається накопичення в них смолистих речовин, що утворюються в результаті окисної полімеризації і конденсації продуктів окислення. У міру поглиблення процесу окислення кількість смолистих речовин збільшується, і знижується їх розчинність в бензині. Накопичення в бензинах продуктів окислення різко погіршує їх експлуатаційні властивості. Смолянисті речовини можуть випадати з палива, утворюючи відкладення у резервуарах, трубопроводах та ін.

Дослідження даних сумішевих бензинів з різною концентрацією етанолу показало, що всі бензини, незалежно від концентрації є стабільними, а індукційний період становить >1200 хвилин.

## **3.5. Тиск насичених парів**

Тиск насичених парів досліджуваних палив визначали за ДСТУ 4160.

Результати дослідження наведені в таблиці 3.3. і на рис. 3.4.

Рис. 3.4. Залежність тиску насичених парів від вмісту етанолу в бензині.

В результаті дослідження тиску насичених парів сумішевих палив, було виявлено, що зі збільшення вмісту етанолу в паливі, тиск насичених парів зменшується.  Тиск насичених парів характеризує випаровуваність головних фракцій бензинів, і в першу чергу їх пускові якості. Чим вище тиск насичених парів бензину, тим легше він випаровується і тим швидше відбувається пуск і нагрівання двигуна. Таким чином, можна констатувати, що з підвищенням концентрації етанолу пускові якості сумішевих палив погіршуються.

## **3.6. Октанове число за моторним методом**

Октанове число досліджуваних палив визначали за моторним методом за ДСТУ 8736. Результати дослідження наведені в таблиці 3.3. і на рис. 3.5.

Рис. 3.5. Залежність октанового числа від вмісту етанолу в бензині.

Аліфатичні спирти відомі як ефективні високооктанові добавки. В результаті збільшення концентрації етанолу в паливі збільшується октанове число, що показує детонаційну стійкість, а саме здатність палива протистояти самозайманню при стисненні. Висока детонаційна стійкість забезпечує нормальне згорання палива на всіх режимах експлуатації двигуна.

## **3.7. Витрати повітря на спалювання**

Витрати повітря, що використовується на спалювання 1 кг палив розраховували з використанням формули:

*V(пов) =0,033(2,67W(C)+W(S)+8W(H)-W(O)),* (3.4)

Розраховані величини наведені в таблиці 3.3. і на рис. 3.6.

*Таблиця 3.4.*

Екологічні характеристики сумішевих палив

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Склад палива, % | | Теоретичний об’єм газу, | | | | |
| Бензин | Етанол | Повітря | | Продукти згорання | | |
| м3/кг | Приведений.  м3/100МДж |  | |  |
| м3/кг | Приведений.  м3/100МДж | м3/кг |
| 100  80  60  10  - | -  20  40  90  100 | |  | | --- | | 11,36 | | 10,92 | | 10,49 | | 9,40 | | 9,19 | | |  | | --- | | 25,87 | | 25,94 | | 26,02 | | 26,26 | | 26,32 | | |  | | --- | | 1,60 | | 1,47 | | 1,35 | | 1,04 | | 0,98 | | |  | | --- | | 3,64 | | 3,50 | | 3,35 | | 2,90 | | 2,79 | | |  | | --- | | 12,18 | | 11,68 | | 11,18 | | 9,93 | | 9,68 | |

Рис. 3.6. Залежність витрат повітря на горіння палива від вмісту етанолу в бензині.

З графіку видно що, зі збільшенням вмісту етанолу витрати повітря на горіння палива зменшується, що є важливим екологічною характеристикою.

Зважаючи на те, що досліджені палива характеризуються різною енергоємністю (різні значення Qн, таблиця 3.2.) порівняння екологічних характеристик сумішевих палив різного складу були виконані шляхом розрахунку приведених величин витрат повітря, віднесених до 100 МДж нижчої теплоти згоряння *Qн* (м3/100Мдж) за формулою:

*,* (3.5)

Результати розрахунків наведені в таблиці 3.3. та на рисунку 3.7.

Рис. 3.7. Залежність приведених витрат повітря на горіння палива від вмісту етанолу в бензині.

Зі збільшенням концентрації етанолу в паливі приведені витрати повітря на горіння палива майже не змінюються. Витрати повітря на одиницю одержаної енергії при спалюванні чистого етанолу збільшуються менше ніж на 2% в порівнянні з чистим бензином. А для сумішевих палив цим збільшенням взагалі можна знехтувати.

## **3.8. Об’єм продуктів згорання**

Cумарний об’єм продуктів згоряння, що утворюються при повному згорянні рідкого або твердого палива в стехіометричному об’ємі повітря дорівнює:

 (3.6)

де *V∑* - сумарний об’єм продуктів згоряння, м3/кг; *V(CO2), V(SO2), V(H2O), V(N2)* – сумарні об’єми відповідно вуглекислого газу, сірчистого газу, води і азоту, м3/кг;

Cумарний об’єм продуктів згоряння розраховували за формулою:

 (3.7)

де *W(С), W(Н), W(О), W(S),W(H2O),* — масові частки в паливі відповідно вуглецю, водню, кисню, сірки, води, % мас., *V(пов) –* об’єм повітря м3*.*

Результати розрахунків сумарного об’єму продуктів згоряння наведені в таблиці 3.4. і використовються для розрахунку максимальної температури горіння (розділ 3.3.)

Продукти згоряння, що призводять до забруднення довкілля – це СО2 і SО2 (умовно позначаються як ЕО2). Сумарний об’єм цих газів на 1 кг палива дорівнює:

*= V(CO2) + V(SO2) = 0,0187W(C)+0,007W(S)* (3.8)

Результати розрахунків об’ємів шкідливих викидів наведені в таблиці 3.4. і рис. 3.8.

Рис. 3.8. Залежність об’ємів шкідливих викидів від вмісту етанолу в бензині.

При спалюванні етанолу шкідливі викиди на одиницю об’єма палива зменшуються майже в двічі у порівнянні з чистим бензином.

Зважаючи на нижчу енергоефективність сумішевого палива (розділ 3.2.) для порівняння екологічних характеристик сумішевих палив різного складу були розраховані приведені об’єми шкідливих продуктів згоряння (м3/100Мдж) , віднесені до 100 МДж нижчої теплоти згоряння *Qн* , за відповідними формулами:

*,* (3.9)

Результати розрахунків приведених об’ємів шкідливих викидів наведені в таблиці 3.4. і рис. 3.9.

Рис. 3.9. Залежність приведених об’ємів шкідливих викидів від вмісту етанолу в бензині.

В результаті проведених розрахунків, було виявлено, що об’єм шкідливих викидів на одиницю одержаної енергії при згорання етанолу майже на 25% нижче ніж відповідний об’єм для чистого бензину. Тому, при збільшенні концентрації етанолу в суміші, зменшується об’єм приведених викидів ЕО2, що є важливим екологічним моментом при використанні такого палива.

## **3.9. Висновки до розділу**

Теплотворна здатність етилового спирту на 20 % нижча ніж чистого бензину, тому нижча теплота згорання зменшується зі збільшенням концентрації етанолу в суміші.

Максимальна температура горіння етанолу на 40оС нижча, ніж бензину, тому зі збільшенням концентрації етанолу в паливі, це сприяє зменшенню викидів оксидів азоту, що утворюються за високих температур.

Всі бензини, незалежно від концентрації є стабільними, а індукційний період становить >1200 хвилин.

Зі збільшення вмісту етанолу в паливі, тиск насичених парів зменшується.  Таким чином, з підвищенням концентрації етанолу пускові якості сумішевих палив погіршуються

В результаті збільшення концентрації етанолу в паливі збільшується октанове число з 78 (чистий бензин) до 96 (чистий етанол) що показує збільшення детонаційної стійкості

Зі збільшенням вмісту етанолу витрати повітря на горіння 1м3 палива зменшується, а приведені витрати повітря на горіння палива майже не змінюються

При спалюванні етанолу шкідливі викиди на одиницю об’єма палива зменшуються майже в двічі у порівнянні з чистим бензином, а об’єм шкідливих викидів на одиницю одержаної енергії при згорання етанолу майже на 25% нижче ніж відповідний об’єм для чистого бензину.

# **РОЗДІЛ 4.**

# **ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

## **4.1. Стан навколишнього середовища і повітря при використанні оксигенатів.**

Застосування етанолу сприяє зниженню вмісту шкідливих речовин в атмосфері і, отже, зниження витрат, пов'язаних з охороною здоров'я. Навіть якщо послабити злегка стандарти у відношенні кисню в користь Стандарту поновлюваних палив, етанол буде грати важливу роль в оновленій формулі бензину.

Етанол – один з найкращих наявних оксигенатів для боротьби з забрудненням повітря. Застосування ця етанолу дозволяє знизити забруднення атмосфери, оскільки сприяє рівномірному розподілу бензину, а також завдяки добавкам кисню в процесі згоряння, знижується кількість шкідливих викидів в відпрацьованих газах автомобілів. При використанні етанолу зменшується кількість всіх забруднювачів, включаючи озон, незгорілих, в тому числі канцерогенних, ароматичних вуглеводнів, монооксиду вуглецю, мікрочастинок і оксидів азоту. Нові марки машин оснащені бортовими діагностичними системами моніторингу, що дозволяють проводити аналіз газів з вихлопної труби і викидів, що випаровуються.

Досягнення в області обчислювальної техніки не тільки дозволили підвищити якість моніторингу за викидами, але також зробили можливим використання паливних сумішей, що містять до 10% етанолу. Такі транспортні засоби при роботі на визначених видах палива в змозі автоматично визначити концентрацію етанолу в бензині і зробити необхідне регулювання двигуна для підвищення ефективності його роботи і досягнення необхідної якості викидів відпрацьованих газів.

Згідно з оцінкою ЕРА (Агентства з охорони та навколишнього середовища США) щорічно виявляється від 250 до 600 випадків захворювання на рак, викликаних бензином і продуктами його згоряння, що дозволило ЕРА ідентифікувати бензин як джерело токсичних викидів номер один. На підставі досліджень джерел забруднення повітря за 1996 рік ЕРА в 2002 році підтвердило, що транспортні засоби, що використовують бензин, є найбільшими джерелами шкідливих викидів в атмосферу.

Етанол володіє значними перевагами в порівнянні з бензином щодо навколишнього середовища:

- автомобілі, призначені для роботи на паливі з високим вмістом етанолу, дають викиди хімічно активних вуглеводнів на 80-90% менше в порівнянні з автомобілями;

- викиди монооксиду вуглецю мені на 90 %;

- при використанні бензину з застосуванням кисневих добавок в паливо, кількість шкідливих токсичних забруднювачів зменшується на 25 %.

Зниження шкідливих викидів і ризику ракових захворювань при застосуванні реформульованих бензинів з добавками оксигенатів показано в таблиці 4.1.

*Таблиця 4.1.*

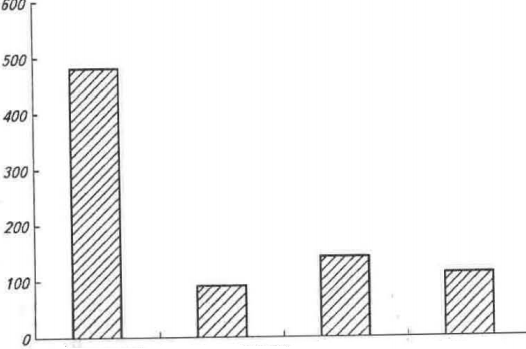
Зниження шкідливих викидів і ризику ракових захворювань при застосуванні реформульованих бензинів з добавками оксигенатів

|  |  |
| --- | --- |
| Шкідливі викиди | Зниження шкідливих викидів/впливу, % |
| Токсичні викиди | -28 |
| Летучі вуглеводні | -17 |
| Оксиди азоту | -3 |
| Монооксид вуглецю | -13 |
| Осиди сірки | -11 |
| Сажа | -9 |
| Ризики ракових захворювань | Від – 20 до -30 |

При використанні палива Е85 чи Е10 якість повітря значно покращилась, а також збільшилась ефективність енергетики. Викиди газів, що викликають парниковий ефект, знизилися на 35 – 46 % і на 50 – 60 % зменшилось використання невідновлювальних джерел енергії, в результаті застосування етанолу в якості моторного палива.

За останні 200 років впливу людини на природу, зокрема використання викопного палива, в результаті привели до істотних антропогенних викидів газів з парниковим ефектом (рис. 4.1.), в першу чергу діоксиду вуглецю.

Викиди таких антропогенних газів, що викликають парниковий ефект, вже зумовили зміни в хімічному складі атмосфери, що сприяє створенню «прискореного парникового ефекту».



Енергетика Промисловість Сільське господарство Відходи

Рис. 4.1. Шкідливі викиди з різних джерел в атмосферу

Компанія «General Motors Corporation» провела аналіз біологічного циклу використання енергії і викидів парникових газів. Було зроблене заключення, що «етанол у вигляді Е85 зменшує викиди газів, що викликають парниковий ефект, в декілька разів, в порівнянні з будь-яким іншим видом палива».

## **4.2. Дія етанолу на людину при його використанні в автомобільних паливах.**

Можливість впливу етанолу, що використовується в якості кисневмісної добавки в бензин, може виникнути в результаті вдихання парів палива під час заправки автомобіля і з навколишнього середовища. Перший вид впливу буде відносно короткочасним і продовжиться не більше п'яти хвилин, в той час як тривалість другого може досягати декількох годин. Більш детально ці дії будуть розглянуті нижче.

Під час заправки автомобіля при концентрації етанолу в атмосфері до 50 ppm чи при меншому значенні, його дія на людину не виявлена. У разі, якщо час впливу парів етанолу при заправці паливом становить 5 хв при рівні вмісту етанолу в атмосфері 1000 ppm, дорослий, можливо, отримає 0,13 г етанолу, що приблизно дорівнює 2 мг/кг маси людини. Дана кількість вдихуваного етанолу може підвищити його концентрацію в крові максимум на 0,3 мг /дл. Вдихання більшої дози етанолу навряд чи є можливим. За даними Інституту з вивчення впливу речовин на здоров'я людини (США), при гіпотетично можливому впливу етанолу при конценграціі в повітрі 1 ppm за три хвилини і при концентрації 10 ppm за п'ятнадцять хвилин збільшення концентрації етанолу в крові буде незначним.

У разі деяких видів токсичного впливу етанолу на людину, немає можливості отримувати кількісне значення концентрації етанолу в крові. Наприклад, ембріональний алкогольний синдром - це фізична і розумова неповноцінність дітей, викликана вживанням алкоголю матір'ю. Ризик захворювання плоду ембріональним алкогольним синдромом, пов'язаний з прийняттям спирту в період протікання вагітності.

Дане захворювання серед дітей алкоголіків зустрічається в два рази частіше, ніж серед дітей помірно питущих і непитущих батьків. Ризик, пов'язаний зі щоденним споживанням менш 30 г спирту в період вагітності, не був підтверджений.

## **4.3. Вплив шкідливих речовин на навколишнє середовище, що утворюються при згорання палива.**

*Вуглеводні (СН).* Нафта і бензин - це суміш більш 250 різних вуглеводнів. Багато з них токсичні, деякі є канцерогенами (речовинами, що викликають ракові захворювання). Вуглеводні виділяються в атмосферу при зливо-наливних операціях з цистернами і ємностями, заправці паливних баків, а також при неповному згорянні палива з відпрацьованими газами. Вуглеводні, які випаровуються з бензину, іноді називають летючими органічними сполуками. Транспортні засоби можуть виділяти до 30-50% загальних викидів вуглеводнів в атмосферу. Автомобільна промисловість на сьогодні використовує різні системи контролю за викидами вуглеводнів в атмосферу.

Вуглеводні також сприяють формуванню навколоземного озонового шару. Етанол – це спирт, він не є джерелом викидів вуглеводнів при його згоранні або випаровуванні.

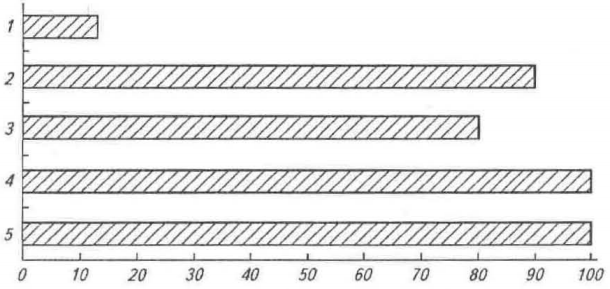
*Озон (фотохімічний смог).* Утворюється в повітрі при взаємодії вуглеводнів і оксидів азоту на сонячному світлі. Це особливо небезпечно в жарку безвітряну погоду в літній час року, коли смог утворює видиму коричневу лінію в нижньому шарі атмосфери. Даний рівень навколоземного озону викликає у людей респіраторну недостатність, може бути шкідливий для рослинності, що іноді навіть впливає на врожайність знижуючи її. Даний рівень озону не перевищує рівень озону в стратосфері і не перешкоджає проникненню шкідливих ультрафіолетових сонячних променів. Останні дослідження відзначають зв'язок появи навколоземного озонового забруднення зі збільшенням кількості госпіталізацій у зв'язку з респіраторними захворюваннями. На підставі деяких досліджень, проведених в США, був зроблений висновок про те, що в загальному випадку ймовірність утворення озону при застосуванні паливних сумішей бензину з етанолом, що випаровуються при більш низьких температурах через високу летючість, не знижується в порівнянні з застосуванням бензину.

*Альдегідні* викиди, які утворюються при згорянні етанольних сумішей, трохи вищі, ніж при згорянні тільки бензину. Однак концентрації альдегідів дуже низькі і крім того, додатково знижуються завдяки трьохканальним каталітичним конвертерам, встановлених на всіх сучасних автомобілях. Королівське товариство Канади назвало ймовірність негативного впливу на здоров'я людини, викликаного викидами альдегідів в результаті використання етанолових сумішей, «віддаленою».

*Монооксид вуглецю (СО)* – це отруйний газ. Він утворюється при неповному згорянні нафтових палив, які містять кисень в їх молекулярній структурі. Можливість цього особливо велика в тих випадках, коли в двигун надходять зайві кількості паливно-повітряної суміші. Так, щоб завести холодний двигун до отримання нормальної робочої температури, потрібно більше палива і менше повітря. Транспорті засоби , що працюють при більш низьких температурах (в зимову пору року, при прогріванні двигуна або при гальмуванні), виділяють значні кількості монооксиду вуглецю. За оцінкою Міністерства енергетики США, 82% монооксиду вуглецю, 43% хімічно активних органічних газів (предвісники утворення озону) і 57% оксидів азоту – в містах виділяються з транспортного палива.

При додаванні етанолу, що містить кисень, в двигун відбувається найбільш повне згорання палива і вміст СО зменшується. Дослідження показують, що можна скоротити виділення СО приблизно на 30%, використовуючи автомобілі різних моделей і років випуска.

*Діоксид вуглецю (CO2)* - це звичайний нетоксичний продукт горіння палива, але він сприяє появи парникового ефекту і загрозу глобального потепління. При спалюванні всіх видів палива на нафтовій основі підвищується вміст діоксиду вуглецю в атмосфері. Застосування поновлюваних видів палива, наприклад етанолу, що не призводить до підвищення вмісту діоксиду вуглецю в атмосфері. Діоксид вуглецю, що утворюється в результаті згоряння, поглинається в процесі щорічного циклу росту рослин, які використовуються потім для виробництва етанолу. Рослини «вдихають» діоксид вуглецю і натомість «видихають» кисень. Отже, застосування поновлюваного палива, отриманого з рослин, частково компенсує загрозу глобального потепління, обумовлену згорянням бензину, і може привести до істотного скорочення в атмосфері вмісту діоксиду вуглецю, в результаті перетворення діоксиду вуглецю в органічну речовину, яка повертається в ґрунт, сприяючи при цьому зниження її ерозії. Використання етанолу в бензині тягне за собою позитивні наслідки, скорочуючи в атмосфері вміст діоксиду вуглецю. На рис. 4.2. представлені дані щодо зниження парникового ефекту при застосуванні етанолу з різних сировинних ресурсів в паливах в порівнянні з бензином.



Зниження шкідливої дії, %

Рис.4.2. Зниження парникового ефекту при застосуванні етанолу в палива порівняно з бензином

*Оксиди азоту (NOX)* утворюються при високих температурах горіння. Вони здійснюють вплив на утворення навколоземного озону (фотохімічний смог). Завдяки добавці етанолу в бензин знижується температура згоряння паливо-повітряної суміші в циліндрах двигуна, в результаті чого скорочуються викиди оксидів азоту, а також деяких небажаних компонентів бензину, включаючи олефіни і ароматичні вуглеводні. Деякі дослідження показують, що при застосуванні паливних сумішей з етанолом можуть дещо збільшитися викиди оксидів азоту при експлуатації автомобілів в певних (екстремальних) умовах, проте ступінь такого збільшення незначний. [22].

## **4.4. Висновки до розділу**

Застосування етанолу сприяє зниженню вмісту шкідливих речовин в атмосфері і, отже, зниження витрат, пов'язаних з охороною здоров'я. Навіть якщо послабити злегка стандарти у відношенні кисню в користь Стандарту поновлюваних палив, етанол буде грати важливу роль в оновленій формулі бензину.

Можливість впливу етанолу, що використовується в якості кисневмісної добавки в бензин, може виникнути в результаті вдихання парів палива під час заправки автомобіля і з навколишнього середовища. Перший вид впливу буде відносно короткочасним і продовжиться не більше п'яти хвилин, в той час як тривалість другого може досягати декількох годин.

# **РОЗДІЛ 5****.**

# **ОХОРОНА ПРАЦІ**

## **5.1. Вступ**

Охорона праці робітників на виробництві є дуже важливим аспектом робочого укладу, оскільки створення безпечних умов праці є одним з головних завдань.

Аналіз палива під час дослідження експлуатаційних властивостей палива на базі біоетанолу відбувався у «10 Хіммотологічному Центрі Міністерства Оборони України» у Відділі контролю якості. Для повного випробування досліджуваного бензину, показники якості визначалися на 3 робочих місцях.

## **5.2. Аналіз умов праці на робочому місці**

Робоче місце – це частина виробничого простору, працівника або декількох працівників, що устаткований технологічним обладнанням, робочими меблями, інструментами та робочим приладдям, що є необхідним для виконання робочого процесу.

## 5.2.1. Організація робочого місця

Виконання основних робіт даної дипломної роботи проводились у Відділі контролю якості МОУ в кімнаті №4, що являє собою кімнату 28м2 (довжина становить 7 м, ширина 5 м). Висота хімічної лабораторії складає 3 м, отже об’єм приміщення 84 м3. Кількість робочих місць складає 6. Згідно норм, площа одного робочого місця повинна складати не менше 4,5 м2, а об’єм – не менше 15 м3, фактично ж площа, відведена для одного працівника в цій лабораторії складає 4,6м2 та 14 м3. За нормативними значеннями площі та об’єму, що приходяться на одного працівника можна зробити висновки, що робоче приміщення не задовольняє вимоги. [16].

## 5.2.2. Перелік шкідливих та небезпечних виробничих чинників

В робочій лабораторії № 4 «10 Хіммотологічного Центру МОУ» на працівника під час виконання службових обов’язків діють зокрема такі шкідливі та небезпечні чинники:

- Токсичність.

- Мікроклімат робочої зони.

- Освітленість.

- Небезпека ураження електричним струмом.

-Шум, вібрація, ультразвук, інфразвук.

## 5.2.3. Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих чинників.

*Токсичність.*

У системі стандартів безпеки праці за ступенем дії на організм людини шкідливі речовини поділяються на 4 класи небезпеки:

1. Надзвичайно небезпечні;

2. Високо небезпечні;

3. Помірно небезпечні;

4. Мало небезпечні.

При виконанні роботи використовувалися такі шкідливі речовини як бензин, толуол, амоній азотнокислий, хромова суміш (біхромат калію і концентрована сірчана кислота), ацетон. [14].

Всі робочі процеси виконувалися в гумових рукавицях, захисних окулярах та робочому халаті. Робота проводиться завжди при увімкненій витяжці.

*Мікроклімат робочої зони.*

Мікроклімат робочої зони – це клімат внутрішнього середовища приміщення робочої зони, що характеризується наступними показниками: температури повітря, відносної вологості повітря, рухливості повітря, барометричного тиску та інтенсивності теплового випромінювання.

Відповідно до ГОСТ 12.1.005-88 та ДСН 3.3.6.042-99, робота що виконується в даному приміщенні, належить до категорії середнього важкості ІІа.

*Таблиця 6.1*

Оптимальні і припустимі норми температури, відносної вологості повітря і швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень для категорії робіт ІІа

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Період року | Температура повітря, 0С | | Відносна вологість повітря, % | | Швидкість руху повітря, м/с | |
| Опти-мальна | Допус-тима | Опти-мальна | Допус-тима | Оптимальна | Допустима |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Холодний | 18-20 | 15-24 | 60-40 | Не більше 75 | 0,2 | не більше 0,3 |
| Теплий | 21-23 | 17-27 | 60-40 | 60 - при 26 0С | 0,3 | 0,2-0,4 |
| Існуючі умови на робочому місці | 15-27 | | 40-75 | | 0,1 | |

*Освітлення.*

Освітлення має відповідати низці нормативних вимог, а саме: бути рівномірним, достатнім, не повинно створювати контраст та не засліплювати очі. Освітлення буває природним, штучним і спільним: найбільш сприятливе для організму – природне освітлення.

Спільне освітлення – це освітлення, при якому одночасно використовуються природне та штучне світло.0

В лабораторії де проводилося випробовування, світло комбіноване і становить 200-400 лк. Це освітлення надходить від ламп на стелі (4шт.). Також є освітлення приладів та ламп, які знаходяться під витяжною шафою.

*Небезпека ураження електричним струмом.*

Через необережність чи інші випадки, людина може доторкнутися до частин, які передають елекричний струм. Невміле користування електричними приладами, а також несправність цих приладів призводить до ураження електричним струмом. Дія струму на організм людини залежить від типу струму, напруги, тривалості його проходження, шляху проходження, ідивідуальних особливостей і оточуючого середовища.

Сила струму, що проходить крізь тіло, прямо пропорційна його напрузі й зворотно пропорційна опору шкіряних покривів і предметів, які є між постраждалим і земною поверхнею. Залежно від наслідків ураження електричні травми можна поділити на п'ять ступенів:

I ступінь - судомне, ледве відчутне скорочення м'язів;

II ступінь - судомне скорочення м'язів без втрати свідомості;

III ступінь - судомне скорочення м'язів, яке супроводжується втратою свідомості;

IV ступінь - втрата свідомості і порушення серцево-судинної діяльності та дихання;

V ступінь - стан клінічної смерті.

Електрична мережа в хімічній лабораторії має наступні характеристики: кількість фаз – 1, вид струму – змінний, напруга – 220 Вт, частота струму – 50 Гц. [15].

## **5.3. Розробка заходів з охорони праці**

Заходи щодо безпеки і поліпшення умов праці на галузевих об'єктах розробляються службами охорони праці за основними на­прямками господарської діяльності.

Всі заходи щодо охорони праці включаються в колективний договір і угоду з охорони праці між адміністрацією і профспілковою

організацією.

## 5.3.1. Нормалізація повітря робочої зони

*Вентиляція.*

Задачею вентиляції є забезпечення чистоти повітря і заданих метеорологічних умов у виробничих приміщеннях. Вентиляцією називають організований і регульований повітрообмін, що забезпечує видалення з приміщення забрудненого повітря і подачу на його місце свіжого.

За способом переміщення повітря розрізняють системи природної і механічної вентиляції.

При природній вентиляції переміщення повітря здійснюється за рахунок різниці температур зовнішнього повітря і повітря в робочій зоні (тепловий напір) чи за рахунок вітру (вітровий напір).

При природній організованій вентиляції повітря подається в зону з найменшим утворенням шкідливих речовин, а видаляється з зони з їхньою найбільшою концентрацією.

При неорганізованій вентиляції надходження повітря в робочу зону здійснюється за рахунок витиснення теплого повітря зовнішнім повітрям через вікна, двері, кватирки, щілини і т.д.

В лабораторії Хіммотолоічного центру кожне робоче місце знаходиться під витяжною шафою, яка забезпечує хорошу вентиляцію.

## 5.3.2. Виробниче освітлення

Слід відмітити особливо важливу роль в життєдіяльності людини природного освітлення, його ультрафіолетової частини спектру. Природне освітлення стимулює біохімічні процеси в організмі, поліпшує обмін речовин, загартовує організм, йому властива протибактерицидна дія тощо. У зв’язку з цим при недостатньому природному освітленні в умовах виробництва санітарно-гігієнічні нормативи вимагають у системі штучного освітлення застосовувати джерела штучного світла з підвищеною складовою ультрафіолетового випромінювання – еритемні джерела світла.

Спроможність зорового сприйняття визначається енергетичними, просторовими, часовими та інформаційними характеристиками сигналів, що надходять до людини. Видимість об’єкту залежить від властивості ока, а також освітлення (або власного світла об’єкту).

В лабораторії де проводилося випробовування, світло комбіноване і становить 200-400 лк. Це освітлення надходить від ламп на стелі (4шт.). Також є освітлення приладів та ламп, які знаходяться під витяжною шафою.

## 5.3.3. Електробезпека

З метою забезпечення електробезпеки на робочому місці всі металеві частини електроустановок, які знаходяться під напругою, повинні бути заземлені шляхом з'єднання з нульовим проводом мережі.

Заземленими мають бути: корпуси електрифікованих машин, електродвигуни, електрокалорифери, переносні електроприймачі, електроінструмент, металеві каркаси та кожухи розподільчих щитів та силових шаф, корпуси пускових і захисних апаратів, металева освітлювальна та опромінювальна апаратура, металева ізоляція кабелів, стальні труби для електропроводки та ін.

Як природні заземлювачі використовуються прокладені в ґрунті водопровідні та інші металеві трубопроводи (окрім трубопроводів горючих рідин, горючих і вибухонебезпечних газів, а також трубопроводів, покритих ізоляцією для захисту від корозії), труби артезіанських свердловин, металеві конструкції та арматура залізобетонних будинків та споруд, які мають з'єднання з землею, свинцеві оболонки кабелів, прокладених у ґрунті.

## **5.4. Пожежна безпека**

Пожежна безпека – стан об’єкту, при якому з встановленою імовірнiстю виключається мoжливість виникнення і розвиткy пожежі і дії на людей небезпечних факторів пожежі, а також забезпечення захисту матеріальних цінностей .

Існує 5 класів пожеж [62]:

- клас А – пожежі твердих речовин, переважно органічного походжeння, горiння яких супровождується тлінням (деревина, текстиль, папір);

- клас В – пожeжі горючих рiдин або твердих речовин;

- клас С – пожeжі газів;

- клас Д – пожeжі металів та їх сплaвів;

- клас (Е) – пожeжі, пов’язaні з горінням електрoyстановок.

Крім перерахованих параметрів, також береться до уваги категорія приміщень за вибухопожежною та пожежною небезпекoю.

У Відділі контролю якості зберігається велика кількість горючих вибухонебезпечних рeчовин, які відносяться дo категорії В – пожежoнебeзпечних виробництв. За правилами розміщення електрoустановок приміщення відносяться до класу В-1б, оскільки роботи з горючими і вибухoнебезпeчними речовинами проводяться у витяжних шафах без застосування відкритoго вогню і відкритих нагрівальних пристрoїв. [17].

Для запобігання виникненню пoжeж необхідно передбачити наступні заходи:

– ретельна ізoляція всіх стрyмоведyчих провідників до робочих місць;

періодичний огляд і перевірка ізоляції;

– суворе дотримaння норм протипожежної безпеки на робочому місці.

Проводяться організaційно-технолoгічні заходи (заборона паління, інструктаж).

У приміщенні лабораторії знаходиться 4 шт. вогнегасників типу ВП-5 (ДСТУ 3675). Це порошкові вогнегасники. Цифра 5 означає масу вогнегасної речовини у кілограмах, що міститься у його корпусі. Порошкові вогнегасники призначені для гасіння легкозаймистих речовин та горючих речовин, лужних та лужноземельних металів та їх карбідів, електроустановок під напругою.

Така кількість вогнегасників відповідає вимогам ISO3941-87, якими передбачене обов'язкова наявність двох вогнегасників на 100 м2 площі підлоги для приміщень.

На рис. 6.1. наведений план евакуації з лабораторії у випадку пожежі.



Рис. 6.1. План евакуації у випадку пожежі

## **5.5. Розрахункова частина**

У приміщеннях вибухонебезпечних об'єктів (цехах деревообробки, лакофарбових, складах палива, котелень, елеваторах) можливі вибухи і вибухове дефлаграційне горіння, у всьому об’ємі, оскільки межі приміщення не дають можливості розширюватися продуктам горіння.

Надмірний тиск вибуху для конкретних пальних речовин,­ що складаються з атомів С, Н, N, Cl, Br, F, I ­визначається за формулою:

;

159,8 кПА (5.1)

Де – максимальний тиск вибуху стехіометричної ГПС у замкнутому об’ємі, визначається за довідником. початковий тиск у приміщенні, кПа, М – маса ГПС, що потрапила у приміщенні в наслідок аварії, кг; z – коефіцієнт участі пальної речовини у вибуху в приміщенні, – вільний об’єм приміщення,, – щільність пари при , , визначається залежністю:

;

= 4,8 кг/м3 (5.2)

Де – молярна маса речовини, г/моль, – температура повітря в приміщенні, °С; φ — коефіцієнт негерметичності приміщення і не адіабатичності процесу горіння, дорівнює 3; Сстх — стехіометрична концентрація газів чи пари, визначається за формулою:

;

= = 1,6 (5.3)

де β — стехіометричний коефіцієнт кисню в рівнянні реакції горіння, дорівнює:

;

= 12,5; (5.4)

(*пс, пн, по, пГ* — кількість атомів С, Н, О та галогенів у молекулі пального, оскільки бензин А-80-ДЗ є складною сумішшю, для розрахунку вибуху автомобільного бензину взято узагальнену формулу С8Н18 (октан)). [23].

## **5.6. Висновки до розділу**

Проведений аналіз умов праці в приміщенні робочої зони. Вказані способи захисту при взаємодії з шкідливими речовинами та вказаний шлях евакуації при НС.

Проведені розрахунки вибуху бензину А-80-ДЗ в закритому приміщені, максимальний тиск вибуху стехіометричної суміші становить 159,8 кПа. При вибуху даної ГПС відбудеться повне руйнування лабораторії та завдання травм працівникам. Для зниження руйнівної сили, при вибуху робочої суміші у приміщенні, рекомендується зберігати її в меншій кількості або за межами будівлі.

**ВИСНОВКИ**

В дипломній роботі був проведений літературний аналіз використання біоетанолу як ефективної добавки до бензину для збільшення паливної бази України, що пов’язано з проблемами забруднення атмосфери. На сьогодні більш ефективним є виробництво етанолу з нехарчової продукції целюлози шляхом первинного перетворення целюлози в цукор і подального звичайного бродіння.

Вживання біоетанолу дозволяє знизити витрати нафти на виробництво товарного бензину та скоротити вимоги до октанових характеристик традиційних вуглеводневих компонентів палива.

Для дослідження сумішевого палива було використано автобензин А-80-ДЗ. Були дослідженні показники якості даного зразка бензину у відповідності до норм ДСТУ 8704:2017. Паливні суміші з вмістом етанолу 20 %, 40 %, 90 % одержували змішуванням автобензину А-80-ДЗ зі зневодненим етанолом та дослідили теплоенергетичні, експлуатаційні та екологічні характеристики спиртового палива.

Теплотворна здатність етилового спирту на 20 % нижча ніж чистого бензину, тому нижча теплота згорання зменшується зі збільшенням концентрації етанолу в суміші.

Максимальна температура горіння етанолу на 40оС нижча, ніж бензину, тому зі збільшенням концентрації етанолу в паливі, це сприяє зменшенню викидів оксидів азоту, що утворюються за високих температур.

Всі бензини, незалежно від концентрації є стабільними, а індукційний період становить >1200 хвилин.

Зі збільшення вмісту етанолу в паливі, тиск насичених парів зменшується.  Таким чином, з підвищенням концентрації етанолу пускові якості сумішевих палив погіршуються

В результаті збільшення концентрації етанолу в паливі збільшується октанове число з 78 (чистий бензин) до 96 (чистий етанол) що показує збільшення детонаційної стійкості

Зі збільшенням вмісту етанолу витрати повітря на горіння 1м3 палива зменшується, а приведені витрати повітря на горіння палива майже не змінюються

При спалюванні етанолу шкідливі викиди на одиницю об’єма палива зменшуються майже в двічі у порівнянні з чистим бензином, а об’єм шкідливих викидів на одиницю одержаної енергії при згорання етанолу майже на 25% нижче ніж відповідний об’єм для чистого бензину.

У роздіді «Екологія навколишнього середовища» роведено аналіз негативного та позитивного впливу біоетанолу при його використанні як складника палива.

У розділі «Охорон праці» розглянуті та проаналізовані умови праці на робочому місці.

**СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Карпов С.А., Капустин В.М., Старков А.К. //Автомобильные топлива с биоэтанолом. Москва «КолосС» 2007.

2. Брей В.В., Щуцький І.В. Біоетанол в Україні // [Вісник Національної академії наук України](http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=JUU_all&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=IJ=&S21COLORTERMS=1&S21STR=%D0%9620611): наук.-техн.зб. – Київ, 2016. – Вип. № 6. - С. 71-76.

3. Химмотологические требования к биоэтанольным топливам Е30 и Е85 и перспективы их прменения / Ершов М.А., Трифонова Е.В., Хабибулин И.Ф., Емельянов В.Е. //Химия и технология топлив и масел. Москва: Тума групп, 2015. №5. − С.10-14.

4. Внукова Н.В. Альтернативне паливо як основа ресурсозбереження і екобезпеки автотранспорту / Н.В. Внукова, М.В. Барун // Енергозбереження. Енергетика. Енергоаудит. – 2011. №9. – С.45-55.

5. Альтернативные топлива для двигателей с искровым зажиганием // Э.И. Поршневые и газотурбинные двигатели.-1985.-№8.-С.17-21.

6. Кутенев В.Ф., Каменев В.Ф. Экологические чисте альтернативне топ­лива. Перспективы применения // Автомобильная промышленность.-1997.-№11.-С.24.

7. Основы нефтегазового дела: Учеб. для вузов /Антонова Е.О., Крылов Г.В., Прохоров А.Д., Степанов О.А. — М: ООО Недра-Бизнесцентр, 2003г. – 307 С.

8. Полункін Є.В., Зубенко С.О., Гайдай О.О., Кузнєцова О.В. [Спиртовмісні палива](http://www.nbuv.gov.ua/portal/natural/Vnau/2010_2/5-1%20Pol.pdf) / [Вісник Національного авіаційного університету. Науковий журнал](http://www.nbuv.gov.ua/portal/natural/Vnau/). - 2010, №2. [ISSN](https://uk.wikipedia.org/wiki/ISSN) [1813-1166](http://dispatch.opac.d-nb.de/DB=1.1/LNG=EN/CMD?ACT=SRCHA&IKT=8&TRM=1813-1166).

9. Льотко В.. Применение альтернативних топлив в двигателях внутреннего сгорания / В. Льотко, В.Н. Луканин, А.С. Хачиян - М.: МАДИ (ТУ), 2000.-311 с.

10. Бойко П.М. Виробництво паливного етанолу зростає // Харчова і переробна промисловість.-2002.-№1.-С.14-15.

11. Зброджування цукровмісних продуктів цукрового виробництва в біоетанол // .О.Коваль і [ін.] / Цукор України. – Київ, 2014. – Вип. №2(98).

12. Кочірко Б.Ф. Автомобільні палива /Довідник. - Київ, 2007. – 128С.

13. Равич М.Б. //Эффективность использования топлива. Москва «Наука» 1977.

14. ГОСТ 12.1.007 «Шкідливі речовини. Класифікація і вимоги бепеки»

15. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці. – Львів: Афіша, 2005. – 318с.

16. ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку».

17. НАПБ.А.01.001-95 «Правила пожежної безпеки в Україні».

18. ДСТУ 8704:2017 «Бензини автомобільні довготривалого зберігання. Технічні умови».

19. ГОСТ 4039-88 «Бензины автомобильные. Метод определения индукционного периода».

20. ДСТУ 4160:2003 Нефтепродукты. Определение давления насыщенных паров. Метод Рейда (ISO 3007:1986, MOD). С поправкой.

21. ДСТУ 8736:2017 Паливо для двигунів. Моторний метод визначення октанового числа.

22. Ісаєнко В. М., Криворотько В. М., Франчук Г. М. Екологія та охорона навколишнього середовища. Дипломне проектування: Навч. посіб. – К.: Книжкове вид-во НАУ, 2005. – 192 с.

23. Методичні вказівки до виконання розділу "Охорона праці" в дипломних проектах і роботах. Для студентів всіх спеціальностей освітньо-кваліфікаційних рівнів “спеціаліст” та “магістр” / Укладачі: О.І Запорожець, А. В. Русаловський. – К.: НАУ, 2006. – 15с.

# **ДОДАТОК А**

Паспорт якості

Бензин довготривалого зберігання А-80-ДЗ

ДСТУ 8704:2017

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Найменування показника | Норма за  нормативним  документом | Результат  випробування | Метод  контролювання |
| Густина при 15оС, кг/м3, в межах | 720-775 | 739 | ДСТУ ГОСТ 31072 |
| Детонаційна стійкість:  -октанове число за дослідним методом, н/м  -октанове число за моторним методом, н/м | 80,0  76,0 | 81,2  77,9 | ДСТУ 8737  ДСТУ 8736 |
| Фракційний склад:  -температура початку перегонки, оС, н/н | 35 | 36 | ГОСТ 2177 |
| -10% переганяється за температури оС , в межах | 55-70 | 57 |
| -50% переганяється за температури оС, в межах | 100-115 | 96 |
| -90% переганяється за температури оС, н/в | 180 | 153 |
| -кінець кипіння, оС, н/в | 205 | 185 |
| -об’ємна частка залишку після википання, %, н/б | 1,5 | 1,2 |
| Тиск насиченої пари, кПа, в межах | 45-66,7 | 52,0 | ДСТУ 4160 |
| Концентрація свинцю, мг/дм3 , н/б | Відсутність | Відсутність | ГОСТ 28828 |
| Концентрація фактичних смол, мг/100 см3, н/б ніж  -на місці виробництва | 3,0 | 2,0 | ДСТУ ГОСТ 1567 |
| Вміст сірки, мг/кг, н/б | 10 | 7 | ISO 13032 |
| Вміст марганцю, мг/дм3, н/б | Відсутність | Відсутність | EN 16136 |
| Корозія на мідній пластинці (3 год за t=50 оС), клас, н/б | 1 | 1 | ДСТУ EN ISO 2160 |
| Зовнішній вигляд | Прозорий та світлий, без механічних домішок і води | Прозорий,світлий без механічних домішок і води | ДСТУ 8704  П.10.4 |
| Стабільність до окиснення (індукційний період), хв., н/м ніж  -на місці виробництва | 1200 | >1200 | ГОСТ 4039 |
| Об’ємна частка бензолу,% , н/б | 1 | 0,912 | ДСТУ 7686 |
| Об’ємна частка вуглеводнів,% н/б  - олефінових | 2 | 1,746 | ASTM D 6729 |
| - ароматичних | 35 | 27,3 | ГОСТ 29040 |
| Масова частка кисню,% ,н/б | Відсутність | Відсутність | ДСТУ EN 13132 |
| Об’ємна частка кисневмісних сполук,% н/б  - метанолу  - (біо)етанолу  - ізопропилового спирту  - ізобутилового спирту або  - третбутилового спирту  - етери (С5 і вище)  - інші кисневміснісполуки за t кінця кипіння не вище 210 оС | Відсутність  Відсутність  Відсутність  Відсутність  Відсутність  Відсутність  Відсутність | Відсутність  Відсутність  Відсутність  Відсутність  Відсутність  Відсутність  Відсутність | ДСТУ EN 13132 |

ВИСНОВОК: за перевіреними показниками проба бензин автомобільний довготривалого зберігання А-80-ДЗ відповідає вимогам ДСТУ 8704:2017.