

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
АЕРОКОСМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЙ АЕРОПОРТІВ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач випускової кафедри
_____ О.А.Тамаргазін
“ ____ ” _____ 2020 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТР

ЗА ОСВІТНО-ПРОФЕСІЙНОЮ ПРОГРАМОЮ «ТЕХНОЛОГІЇ РОБІТ
ТА ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ АЕРОПОРТІВ»

**Тема: «Використання рослинних олив і палив на їх основі у якості палива для
дизелів авіаційної наземної техніки»**

Виконавець: студентка групи ТА-208М Черненко Катерина Ігорівна
(студент, група, прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник: д.т.н. проф. Тамаргазін О.А.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Консультант розділу «Охорона праці»: _____
(підпис)

Казанець В.І.
(П.І.Б.)

Консультант розділу
«Охорона навколишнього середовища»: _____
(підпис)

Білик Т.І.
(П.І.Б.)

Нормоконтролер: _____
(підпис)

Білякович О.М.
(П.І.Б.)

КИЇВ 2020

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи «Використання рослинних олив і палив на їх основі у якості палива для дизелів авіаційної наземної техніки»: сторінок 100, ілюстрацій 17, таблиць 3, інформаційних джерел 41.

Об'єктом досліджень є використання різних видів альтернативного палива в авіації та вплив цього палива на двигун та навколишнє середовище.

Метою роботи є аналіз доцільності застосування біопалива, видобутого з рослинних олив.

Виходячи з мети магістерської роботи у пояснювальній записці сформульовано та вирішено наступні задачі:

1. Провести інформаційний пошук за темою магістерської роботи та на його основі підтвердження актуальності обраної проблеми.
2. Проаналізувати споживання традиційних палив та біопалив в різних країнах світу.
3. Дослідити хімічні властивості біопалив та їх вплив на двигун внутрішнього згорання.
4. Розробити теоретичні розрахунки параметрів робочого циклу і експлуатаційних показників дизеля.
5. Розробити подій, пов'язаних із охороною праці та довкілля.

АВІАКОМПАНІЯ, БІОПАЛИВО, ПАРНИЧНИЙ ГАЗ, ДІОКСИД ВУГЛЕЦЮ, БІОМАСА, ДВИГУН ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ, ЕТАНОЛ, БІОДИЗЕЛЬ

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ, ПОЗНАЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

ВСТУП

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ РІЗНОМАНІТНИХ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ПАЛИВ В ДИЗЕЛЯХ

1.1. Загальна інформація та класифікація біопалива

1.1.1. Види біопалива

1.1.2. Класифікація біопалива

1.2. Хімічний склад біопалива з різних сировинних матеріалів

1.3. Споживання біопалива в Україні та світі

1.4. Висновки по розділу

РОЗДІЛ 2. ВИРОБНИЦТВО ПАЛИВА НА ОСНОВІ РОСЛИННИХ ОЛИВ

2.1. Обґрунтування доцільності використання рослинних олив для виготовлення дизельного палива

2.2. Сучасний стан та динаміка виробництва біодизельного палива

2.3. Процеси отримання палива на основі рослинних олив та особливості їх призначення

2.4. Висновки по розділу

РОЗДІЛ 3. РОБОТА ДИЗЕЛІВ НА ПАЛИВАХ, ОТРИМАНИХ З РОСЛИННИХ ОЛИВ

3.1. Двохпаливна система для адаптації дизеля

3.2. Двохпаливна система оснащення дизелем

3.3. Математичне обґрунтування параметрів робочого циклу і експлуатаційних показників роботи двигуна при роботі на метанол-ріпакової емульсії

3.4. Висновки по розділу

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Небезпечні та шкідливі виробничі фактори на підприємствах, що постачають паливо цивільної авіації

4.2. Засоби запобігання дії небезпечних та шкідливих факторів

4.2.1. Загальні заходи та засоби для нормалізації метеорологічних парамет-

рів

4.2.2. Повітряна вентиляція та кондиціонування виробничих площ

4.3. Пожежна та вибухова безпека в лабораторії випробувань викидів нафтопродуктів

4.4. Інструкція техніки безпеки при підготовці біопалива

4.5. Висновки по розділу

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1. Аналіз впливу на навколишнє середовище викидів нафтопродуктів при виробництві біопалива

5.2. Заходи щодо зменшення парникового ефекту внаслідок викидів нафтопродуктів

5.3. Висновки по розділу

ВИСНОВКИ

СПИСОК БІБЛЮГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ, ПОЗНАЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

- ДБЖ – допоміжний блок живлення
- ASTM – American Society for Testing and Materials
Американське товариство випробувань та матеріалів
- СAAFI – Commercial Aviation Alternative Fuels Initiative
Ініціатива комерційної авіації щодо альтернативних видів палива
- DLUC – direct land use changes
прямі зміни в землекористуванні
- ЕСAM – electronic centralized aircraft monitor
електронний централізований монітор літака
- EU-ETS – European – emission trading system
європейська – система торгівлі викидами
- ЄС – Європейський Союз
- FAMEs – fatty acid methyl esters
метиліві ефіри жирних кислот
- FFA – free fatty acids
вільні жирні кислоти
- ПГ – парниковий газ
- GSE – Ground Support Equipment
Наземне допоміжне обладнання
- ILUC – indirect land use changes
непрямі зміни землекористування
- LEL – Lower Explosive Limits
нижня межа вибуховості
- H₂O – вода
- N₂O – закис азоту
- NO₂ – діоксид азоту
- NO_x – оксиди азоту
- NREAP – National Renewable Energy Action Plan
Національний план дій з відновлюваних джерел енергії

- SPK – Synthetic Paraffinic Kerosene
синтетичний парафіновий гас
- ТАГ – триацилгліцериди
- UEL – Upper Explosive Limits
верхня межа вибуховості
- WVO – Waste Vegetable Oil
Відходи рослинної олії

ВСТУП

Актуальність теми. Актуальність теми обумовлена великим інтересом до неї: останнім часом в пресі, в тому числі ненаукової, з'явилося безліч публікацій, в яких наводяться найчастіше протилежні думки і доводи з приводу біопалив і проводиться зіставлення: наскільки вони конкурентоспроможні в порівнянні з традиційними видами моторного палива - бензином і дизельним паливом.

Проблема дефіциту енергоресурсів з'явилася не вчора, як і спроби розв'язати цю проблему за рахунок альтернативних джерел енергії. Актуальність цієї проблеми з часом тільки зростає: необхідність переходу на альтернативні джерела диктується не тільки подорожчанням викопних енергоресурсів, а й погрозами глобальної зміни клімату. Біопаливо, що отримується з біомаси, - один з найбільш поширених в сучасному світі поновлюваних джерел енергії. Основними його видами є біоетанол і біодизель, для отримання яких використовують цінні продовольчі та фуражні культури.

Мета і завдання виконання дипломної роботи є оптимізація використання палив для авіаційної наземної техніки.

Виходячи з мети магістерської роботи у пояснювальній записці сформульовано та вирішено наступні **задачі**:

1. Провести інформаційний пошук за темою магістерської роботи та на його основі підтвердження актуальності обраної проблеми.
2. Проаналізувати споживання традиційних палив та біопалив в різних країнах світу.
3. Дослідити хімічні властивості біопалив та їх вплив на двигун внутрішнього згорання.
4. Розробити теоретичні розрахунки параметрів робочого циклу і експлуатаційних показників дизеля.
5. Розробити подій, щодо поліпшення охорони праці та екологічної безпеки.

Об'єктом дослідження роботи є використання різних видів альтернативного палива в авіації та вплив цього палива на двигун та навколишнє середовище.

Предмет дослідження – система виготовлення біопалива.

Метою дослідження – є аналіз доцільності застосування біопалива, видобутого з рослинних олив.

Наукова новизна отриманих результатів – проведено дослідження щодо використання біогорючих палив у якості палив для авіаційної наземної техніки та оптимізація виготовлення даного виду палива шляхом аналізу.

Практичне значення отриманих результатів – результати магістерської роботи можуть бути використані для вирішення питання щодо зменшення використання традиційних енергоресурсів та впровадження енергозберігаючих технологій.

Особистий внесок випускника. Наукові результати магістерської роботи, що виносяться на захист, належать особисто здобувачу. Автору належать: планування експериментів, деталізація і виконання наукових задач досліджень, проведення і контроль якості експериментальних випробувань, обробка результатів і їх аналіз, підготовка до друку наукових робіт, організація й участь у проведенні конференцій. Вибір об'єктів досліджень, постановка наукової мети та обговорення одержаних результатів виконано спільно з науковим керівником.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ РІЗНОМАНІТНИХ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ПАЛИВ В ДИЗЕЛЯХ

1.1. Загальна інформація та класифікація біопалива

Біопаливо – це вуглеводень, який виробляється живим організмом або з нього, який люди можуть використовувати для живлення. Це визначення біопалива є досить формальним. На практиці будь-яке вуглеводневе паливо, яке виробляється з органічних речовин за короткий проміжок часу (дні, тижні або навіть місяці), вважається біопаливом. Це контрастує з викопним паливом, яке утворює мільйони років, та з іншими видами палива, які не базуються на вуглеводнях.

Що робить біопаливо складним для розуміння, так це те, що воно не повинно створюватися живим організмом, хоча воно може бути. Біопаливо також можна отримувати за допомогою хімічних реакцій, що проводяться в лабораторіях або на промислових умовах, що використовують органічну речовину (біомасу) для виробництва палива. Єдиними реальними вимогами до біопалива є те, що вихідною речовиною повинен бути CO_2 , який був зафіксований живим організмом, а кінцевий паливний продукт повинен вироблятися швидко, а не протягом мільйонів років.

Біомаса – це органічна речовина, отримана з живих або нещодавно живих організмів. Біомаса може використовуватися як джерело енергії, і вона найчастіше відноситься до рослин або рослинних матеріалів, які не використовуються для їжі чи корму, а конкретно називаються біомасою. Як джерело енергії біомаса може використовуватися або безпосередньо при спалюванні для отримання тепла, або побічно після перетворення її на різні форми біопалива. Перетворення біомаси на біопаливо можна досягти різними методами, які широко класифікуються на: термічний, хімічний та біохімічний [1].

Ядра кукурудзи, циновки водоростей та стебла цукрового очерету – це біомаса. До того, як глобальне потепління, пов'язане із спаленням викопного палива, стало головним фактором у визначенні джерела енергії, головним занепокоєнням було

те, що викопне паливо, яке вважається обмеженим у постачанні, закінчиться протягом наступного століття. Вважалося, що якщо ми зможемо отримувати вуглеводні іншим способом і швидко, то ми зможемо задовольнити свої потреби в енергії без особливих проблем. Це призводить до одного з основних факторів, що розділяють біопаливо та викопне паливо, – відновлюваність.

Викопне паливо не вважається відновлюваним, оскільки утворюються мільйони років, і люди справді не можуть так довго чекати. З іншого боку, біопаливо походить з біомаси, яку можна виробляти рік за роком завдяки стійким землеробським практикам. Це означає, що біомаса та біопаливо можна поновлювати (ми можемо замінити використане біопаливо протягом дуже короткого періоду часу). Важливо зазначити, що «відновлювана» енергія – це не те саме, що «зелена» енергія. Поновлювані джерела енергії просто не скоро закінчаться, як-от біопаливо, гідроелектростанція, вітер та сонячна енергія. «Зелена» енергія – це також корисна для планети, оскільки вона не шкодить екосистемам, не сприяє кислотним дощам та не погіршує глобальне потепління. Сонячна енергія – це «зелена» енергія. Вся «зелена» енергія вважається відновлюваною, але не вся поновлювана енергія є зеленою. Біопаливо – це приклади відновлюваних джерел енергії, які не завжди є зеленими, оскільки вони виробляють парникові гази [2].

1.1.1. Види біопалива

Біопаливо можна класифікувати за джерелом та типом. Вони можуть бути отримані з лісових, сільськогосподарських або рибних продуктів або комунальних відходів, а також з агропромислової, харчової промисловості та побічних продуктів живлення та відходів. Вони можуть бути твердими, наприклад, дрова, деревне вугілля; рідкі, такі як етанол, біодизель та піролізні олії; або газоподібні, такі як біогаз.

Хімічна структура біопалива може відрізнитися так само, як може відрізнитися хімічна структура викопного палива. Здебільшого наш інтерес стосується рідкого біопалива, оскільки його легко транспортувати. У таблиці нижче наведено порівняння різних видів біопалива з аналогами викопного палива (табл. 1.1).

Різновиди біопалива

Біопаливо	Викопне паливо	Різниця
Етанол	Бензин/Етан	Етанол має приблизно половину енергії на масу бензину, а це означає, що для отримання тієї ж енергії потрібно вдвічі більше етанолу. Етанол горить чистіше, ніж бензин, проте виробляє менше окису вуглецю. Однак етанол виробляє більше озону, ніж бензин, і значно сприяє зміні. Двигуни повинні бути модифіковані для роботи на етанолі.
Біодизель	Дизель	Має лише трохи менше енергії, ніж звичайний дизель. Він є більш агресивним для деталей двигуна, ніж стандартний дизель, що означає, що двигуни повинні бути розроблені з урахуванням біодизеля. Він горить чистіше, ніж дизель, утворюючи менше твердих частинок і менше сполук сірки.
Метанол	Метан	Метанол має приблизно на третину-половину менше енергії, ніж метан. Метанол – це рідина, яка легко транспортується, тоді як метан – газ, який потрібно стиснути
Біобутанол	Бензин/бутан	Біобутанол має трохи менше енергії, ніж бензин, але може працювати в будь-якому автомобілі, що використовує бензин, без необхідності модифікації компонентів двигуна.

Біопаливо є найкращим способом зменшення викидів парникових газів. На них також можна розглядати як на спосіб енергетичної безпеки, який є альтернативою викопному паливу, яке обмежено доступне. Сьогодні використання біопалива

розширилося по всьому світу. Одними з основних виробників та споживачів біогазу є Азія, Європа та Америка. Теоретично біопаливо можна легко отримати з будь-якого джерела вуглецю; роблячи фотосинтетичні рослини найбільш часто використовуваним матеріалом для виробництва. Майже всі типи матеріалів, отриманих з рослин, використовуються для виробництва біогазу. Однією з найбільших проблем, з якою стикаються дослідники в цій галузі, є те, як приховати енергію біомаси у рідке паливо [3].

В даний час для вирішення вищезазначеної проблеми застосовуються два методи. У першому вирощують цукрові культури або крохмаль, а в процесі бродіння отримують етанол. При другому способі вирощують рослини, які природним чином виробляють олію, таку як ятрофа та водорості. Ці оливи нагріваються для зменшення їх в'язкості, після чого вони безпосередньо використовуються як паливо для дизельних двигунів. Цю олію можна додатково обробляти для отримання біодизеля, який можна використовувати для різних цілей. Більшість біопалива отримують з біомаси або біологічних відходів. Біомасу можна назвати матеріалом, що походить від нещодавно живого організму. Більша частина біомаси отримується з рослин і тварин, а також включає туди продукти. Найважливішою особливістю біомаси є те, що вона є відновлюваними джерелами енергії, на відміну від інших природних ресурсів, таких як вугілля, нафта та навіть ядерне паливо. Деякі з сільськогосподарських продуктів, які спеціально вирощуються для виробництва біопалива, – це трава, соя та кукурудза в Сполучених Штатах Америки (США). Бразилія виробляє цукровий очерет, Європа – цукрові буряки та пшеницю, Китай – маніоку та сорго, південно-східна Азія – міскантус та пальмову олію, а Індія – ятрофу [4].

Тепер, коли біопаливо для авіації затверджено як придатне для використання на комерційних рейсах, однією з найбільших проблем є вирощування необхідної кількості вихідної сировини. Світова авіаційна промисловість щорічно споживає від 1,5 до 1,7 мільярда барелів реактивного літака Jet A-1 (близько 250 мільярдів літрів або 70 мільярдів галонів). Аналіз показує, що життєздатний ринок біопалива можна підтримувати, коли лише 1 % світового запасу реактивного палива замінюється біопаливом (або, інакше кажучи, 10 % світового парку літаків працює на суміші 10 %

біопалива і 90 % Jet A-1).

Отже, коли галузь зможе досягти цієї точки? Якщо процес комерціалізації пройде добре, це може статися вже до 2025 року. Деякі галузі авіаційної промисловості поставили за мету експлуатувати флот із використанням 25 % біопалива до 2035 року, який до 2040 року буде збільшений до 30 %. Однак, для досягнення цих цілей необхідно виробляти стійку сировину в комерційних кількостях.

1.1.2. Класифікація біопалива

Біопаливо першого покоління виробляється безпосередньо з продовольчих культур. В кінцевому підсумку біопаливо отримують із крохмалю, цукру, тваринних жирів та рослинної олії, які забезпечують ці культури. Важливо зазначити, що структура самого біопалива не змінюється між поколіннями, а навпаки, змінюється джерело, з якого отримується паливо. Кукурудза, пшениця та цукровий очерет є найбільш часто використовуваними запасами біопалива першого покоління.

Кукурудза є основним джерелом у світі пального етанолу, і більша частина цієї кукурудзи надходить із США. Станом на 2019 рік понад 40 % урожаю кукурудзи в США використовувалося для виробництва етанолу кукурудзи, хоча не весь етанол використовується як біопаливо. Сучасні вимоги уряду Сполучених Штатів вимагають, щоб у 2022 році було вироблено приблизно 36 мільярдів галонів відновлюваного біопалива. Відповідно до стандарту відновлюваного палива, до 15 мільярдів галонів із них становитиме етанол на зерновій основі, включаючи кукурудзу.

Перевагами кукурудзи є:

- інфраструктура для посадки, збирання та переробки вже існує;
- відносно проста конверсія кукурудзяного крохмалю в етанол.

Потенціал використовувати решту рослин для виробництва етанолу.

- не існує непрямих витрат на землекористування з кукурудзою.

Недоліками кукурудзи є:

- відносно висока потреба у пестицидах та добривах. Це не тільки дорого, але і призводить до забруднення ґрунту та води;

- це основний продукт живлення, і використання біопалива збільшило ціни на продовольство у всьому світі, що призвело до голоду.

Загальний консенсус, здається, полягає в тому, що кукурудза ніколи не може бути нічим іншим, як побічним шоу у світі біопалива. Його недоліки, особливо важливі в харчовому ланцюзі, перешкоджають тому, щоб кукурудза була життєздатною альтернативною сировиною.

Цукровий очерет не відстає від кукурудзи з точки зору загального виробництва етанолу цукровий очерет. Більшість світового цукрового очерету вирощується в Бразилії, яка до останнього часу була найбільшим у світі виробником алкогольного палива, і її затемнили Сполучені Штати. Бразилія виробляє приблизно 5 мільярдів галонів або 18 мільярдів літрів пального етанолу щороку. Країна сприйняла дуже сприятливу позицію щодо етанолу, одержуваного з цукрового очерету, в результаті нафтового ембарго 2000-х років. Бразилія має політику щонайменше 22 % етанолу в бензині, хоча 100 % етанолу можна придбати.

На відміну від кукурудзи, цукровий очерет забезпечує цукор, а не крохмаль, який легше перетворюється на спирт. Тоді як кукурудза вимагає нагрівання, а потім бродіння, цукрової тростини вимагає лише бродіння.

До переваг цукрової тростини належать:

- вже наявна інфраструктура для посадки, збирання та переробки;
- відсутність змін у землекористуванні забезпечують стабільність розмірів насаджень;
- врожайність вище, за врожай кукурудзи, в середньому 650 галонів з гектара.

До недоліків цукрової тростини належать:

- незважаючи на високий врожай, він все ще є відносно низьким;
- небагато регіонів придатні для вирощування;
- цукровий очерет є основним продуктом живлення в країнах Південної та Центральної Америки.

Як і кукурудза, цукровий очерет не вважається життєздатним рішенням світових потреб у енергетиці. Це добре пасує Бразилії та кільком іншим країнам, але її не можна масштабувати з ряду причин [5].

Соеві боби на відміну від кукурудзи та цукрового очерету, сою вирощують на більшій частині Північної Америки, Південної Америки та Азії. Іншими словами, соя є світовою продовольчою культурою. Сполучені Штати виробляють приблизно 32 % усієї сої у світі, а потім Бразилія – 28 %. Незважаючи на відносно високу ціну як продовольчої культури, соя все ще є основною сировиною для виробництва біопалива. У цьому випадку замість етанолу для виробництва біодизеля використовується соя. Соя, мабуть, найгірша сировина для виробництва біопалива.

До переваг сої належать:

- росте у багатьох регіонах;
- відносно простий в обслуговуванні.

До недоліків сої можна віднести:

- урожайність близько 70 галонів біодизеля з гектара, що є найгіршим урожаєм серед усіх культур. Пальмова олія виробляє майже в 10 разів більше біодизеля на акрі за 600 галонів;
- соя є загальним джерелом їжі, і, отже, використання її як біопалива безпосередньо загрожує харчовому ланцюгу;
- вона стикається з низкою хворіб та шкідників.

Рослинна олія, яка може бути отримана з будь-якої кількості овочів, може належати до категорії біопалива першого та другого покоління. Якщо воно використовується безпосередньо як “незаймана” рослинна олія, це біопаливо першого покоління. Якщо його використовувати після того, як воно вже не придатне для приготування, то рослинна олія стає біопаливом другого покоління. Тут ми розглядаємо лише його переваги та недоліки як сировини першого покоління, що використовується у виробництві біодизеля.

Переваги рослинного оливи:

- легко перетворити на біодизель;
- він широко доступний;
- його часто можна використовувати безпосередньо в дизельних двигунах із незначними модифікаціями;

Недоліки рослинного оливи:

- це важлива сировина;
- у нерафінованому режимі може спричинити пошкодження двигуна через осадження вуглецю через неповне згоряння.

Пшениця, цукрові буряки, ріпак, арахіс та ряд інших продовольчих культур усі, в той чи інший момент, слугували сировиною для біопалива. Проте всі вони страждають від одних і тих самих проблем, включаючи загрозу харчовому ланцюгу, збільшення викидів вуглецю при посадці поза традиційними сільськогосподарськими умовами та інтенсивні потреби у зростанні. Зрештою, біопаливо першого покоління поступилося місце паливам другого та третього поколінь із зазначених вище причин. Хоча вихідна сировина першого покоління забезпечить біопаливо в найближчому майбутньому, їх значення зменшується і розробляються нові, кращі альтернативи.

Рослинна олія також може бути використана в багатьох старих дизельних двигунах, які не використовують впорскування електронних систем впорскування дизеля. Завдяки конструкції камер згоряння в двигунах з непрямим впорскуванням це найкращі двигуни для використання з рослинною оливою. Ця система дозволяє відносно більшим молекулам нафти більше часу горіти. Оливи та жири можна гідрувати, отримуючи заміник дизеля. Отриманий продукт являє собою прямоланцюговий вуглеводень з високим цетановим числом, низьким вмістом ароматичних речовин і сірки і не містить кисню. Гідрогенізовані олії можна змішувати з дизелем у всіх пропорціях. Вони мають кілька переваг перед біодизелем, включаючи хороші характеристики при низьких температурах, відсутність проблем зі стабільністю зберігання та несприйнятливості до мікробної атаки [6].

Біопаливо другого покоління також відоме як вдосконалене біопаливо. Те, що відрізняє їх від біопалива першого покоління, полягає в тому, що вихідна сировина, що використовується для виробництва біопалива другого покоління, як правило, не є харчовими культурами. Продовольчі культури можуть виступати єдиним біопаливом другого покоління, якщо вони вже виконали своє продовольче призначення. Наприклад, відпрацьована рослинна олія є біопаливом другого покоління, оскільки воно вже використовувалось і більше не придатне для споживання людиною. Однак

незаймана рослинна олія буде біопаливом першого покоління [7].

Оскільки біопаливо другого покоління отримують з різних запасів кормів, для видобування енергії з них часто використовують іншу технологію. Це не означає, що біопаливо другого покоління не може спалюватися безпосередньо як біомаса. Насправді, декілька видів біопалива другого покоління, як і трава, що культивується, культивуються спеціально, щоб діяти як пряма біомаса.

Технологія видобутку другого покоління. Здебільшого сировина другого покоління переробляється інакше, ніж біопаливо першого покоління. Особливо це стосується сировини, яка, як правило, вимагає декількох етапів переробки перед ферментацією (технологія першого покоління) в етанол. Далі викладено схему технологій обробки другого покоління [8].

Технології виробництва біопалива другого покоління були розроблені, оскільки виробництво біопалива першого покоління має важливі обмеження. Процеси біопалива першого покоління корисні, але в більшості випадків обмежені: існує поріг, вище якого вони не можуть виробляти достатню кількість біопалива, не загрожуючи запасам продовольства та біорізноманіттю. Багато біопалива першого покоління залежать від субсидій і не є конкурентоспроможними з існуючими викопними видами палива, такими як нафта, а деякі з них дають лише обмежену економію викидів парникових газів. Беручи до уваги викиди від виробництва та транспорту, оцінка життєвого циклу біопалива першого покоління часто наближається до оцінок традиційного викопного палива.

Біопаливо другого покоління може допомогти вирішити ці проблеми і може забезпечити більшу частку світових запасів палива стабільно, доступно та з більшими екологічними вигодами.

Біоетанол першого покоління отримують шляхом ферментації цукрів рослинного походження до етанолу, використовуючи процес, подібний до того, що використовується у виробництві пива та вина. Для цього потрібно використовувати «харчові» культури, такі як цукровий очерет, кукурудза, пшениця та цукровий буряк. Ці культури необхідні для їжі, тому, якщо з них виробляється занадто багато біопалива, ціни на продовольство можуть зрости, а в деяких країнах може виникнути дефіцит.

Кукурудза, пшениця та цукровий буряк також можуть вимагати великих сільськогосподарських витрат у вигляді добрив, що обмежує скорочення парникових газів, яких можна досягти. Біодизель, отриманий шляхом переробки з ріпакової олії, пальмової олії або інших рослинних олій, також вважається біопаливом першого покоління [9].

Метою процесів виробництва біопалива другого покоління є розширення кількості біопалива, яке може бути вироблено стійким шляхом, використовуючи біомасу, що складається із залишків непродовольчих частин поточних культур, таких як стебла, листя та лушпиння, які залишаються після того, як продовольча культура має як і інші культури, які не використовуються в харчових цілях (непродовольчі культури), такі як трава трава, трава, ятрофа, цілісна врожаї кукурудзи, міскантус та зернові культури, які дають мало зерна, а також промислові відходи, такі як деревна стружка, шкірки та м'якоть від пресування фруктів тощо.

Проблема, яку вирішують процеси біопалива другого покоління, полягає у вилученні корисної сировини з цієї деревної або волокнистої біомаси, де корисні цукри замикаються лігніном, геміцелюлозою та целюлозою. Всі рослини містять лігнін, геміцелюлозу та целюлозу. Це складні вуглеводи (молекули на основі цукру). Лігноцелюлозний етанол виготовляється шляхом звільнення молекул цукру від целюлози за допомогою ферментів, парового нагрівання або інших попередніх обробок. Потім ці цукри можна ферментувати, виробляючи етанол так само, як і виробництво біоетанолу першого покоління. Побічним продуктом цього процесу є лігнін. Лігнін можна спалювати як нейтральне вуглецем паливо для виробництва тепла та енергії для переробного заводу та, можливо, для довколишніх будинків та підприємств. Термохімічні процеси (зрідження) в гідротермальних середовищах можуть давати рідкі маслянисті продукти з широкого спектра сировини, що може замінити або збільшити паливо. Однак ці рідкі продукти не відповідають стандартам дизельного палива та біодизеля. Модернізація продуктів зрідження за допомогою одного або багатьох фізичних або хімічних процесів може покращити властивості використання як паливо.

Перший термохімічний шлях відомий як газифікація. Газифікація не є новою

технологією і протягом багатьох років широко застосовується на звичайних викопних видах палива. Технології газифікації другого покоління були дещо змінені, щоб врахувати відмінності в запасі біомаси. Завдяки газифікації матеріали на основі вуглецю перетворюються на оксид вуглецю, водень та діоксид вуглецю. Цей процес відрізняється від горіння тим, що кисень обмежений. Газ, який утворюється в результаті, називається синтез-газом або синтез-газом. Потім синтез-газ використовується для виробництва енергії або тепла. У цьому процесі використовують деревину, чорний напій, коричневий напій та іншу сировину.

Другий термохімічний шлях відомий як піроліз. Піроліз також має давню історію використання з викопним паливом. Піроліз проводиться за відсутності кисню та часто у присутності такого інертного газу, як галоген. Як правило, паливо перетворюється на два продукти: смоли та вугілля. Деревина та низка інших енергетичних культур можуть бути використані як вихідна сировина для отримання біоолив шляхом піролізу.

Третя термохімічна реакція, яка називається фракцією Торре, дуже схожа на піроліз, але проводиться при більш низьких температурах. Процес, як правило, дає краще паливо для подальшого використання при газифікації або згорянні. Торрова фракція часто використовується для перетворення вихідної сировини з біомаси у форму, яка легше транспортується та зберігається.

Ряд біологічних та хімічних процесів адаптується для виробництва біопалива із сировини другого покоління. Ферментація унікальними або генетично модифікованими бактеріями особливо популярна для сировини другого покоління, як залишковий газ та побутові відходи.

Звичайна сировина другого покоління. Щоб кваліфікуватися як сировина другого покоління, джерело не повинно бути придатним для споживання людиною. Не вимагається вирощування сировини на несільськогосподарських землях, але, як правило, само собою зрозуміло, що сировина другого покоління повинна вирощуватись на так званій маргінальній землі. Маргінальна земля – це земля, яку не можна використовувати для «ріллі», тобто вона не може використовуватися для ефективного вирощування їжі. Негласний момент полягає в тому, що сировина другого покоління

не повинна вимагати великої кількості води або добрив для вирощування, що призвело до розчарування в кількох врожаях другого покоління.

Вживання їстівних рослинних олій, таких як соєві боби, пальмова олія, соняшник, сафлор, ріпак, кокос та арахіс, які називаються сировиною першого покоління, викликає серйозне занепокоєння останнім часом; через суперечки про їжу та паливо, які можуть спричинити голод, особливо в країнах, що розвиваються, та інші екологічні соціальні проблеми, спричинені використанням більше орних земель та витісненням сільського населення з їхніх маргінальних володінь. З іншого боку, використання не їстівних рослинних олій має велике значення через велику потребу в їстівній олії як їжі. Олії, вироблені з цих ресурсів, непридатні для споживання людиною через наявність у них токсичних сполук. Окрім цього, причини виробництва біодизеля з не їстівних олій включають: не їстівні олійні рослини можна легко обробляти на землях, непридатних для продовольчих культур, за значно нижчою вартістю, ніж у їстівних олійних культур; і зростання цих рослин знижує концентрацію CO₂ в атмосфері. Широкий асортимент доступних вихідних сировинних матеріалів для харчових олій є одним із найважливіших факторів виробництва біодизеля. Крім того, використання економічно ефективних не їстівних олій може бути способом покращення економіки виробництва біодизеля та його комерційного виробництва в промислових масштабах. Однак через проблеми, пов'язані з харчовими продуктами та паливом, екологічні та економічні проблеми, пов'язані з харчовими оліями, не їстівні сировини набувають популярності у виробництві біодизеля [10].

Ряд трав, таких як трава-перемікач, міскантус, індійська трава та інші, також потрапляли в центр уваги. Вибір конкретної трави, як правило, залежить від місця розташування, оскільки деякі з них більше підходять для певного клімату. У Сполучених Штатах вигідна трава. У Південно-Східній Азії вибір міскантуса.

Перевагами трав є:

- вони багаторічні, тому енергію для посадки потрібно вкладати лише один раз;
- вони швидко ростуть і зазвичай їх можна збирати кілька разів на рік;
- у них порівняно низькі потреби в добривах;

- вони ростуть на маргінальних землях;
- вони добре працюють як пряма біомаса;
- вони мають високий чистий вихід енергії близько 540 %.

Недоліками трав є:

- вони не придатні для виробництва біодизеля;
- їм потрібна велика переробка для переробки в етанол;
- може знадобитися кілька років, поки трава переходу не досягне щільності врожаю;
- насіння – слабкі конкуренти бур'янам. Отже, незважаючи на те, що вони ростуть на маргінальних землях, ранні інвестиції в культуру є значними;
- вони потребують вологого ґрунту і погано справляються з сухим кліматом.

Потреба у воді є найбільшим недоліком трав і чинником, який заважає їм стати більш популярними як біопаливо другого покоління. Незважаючи на цей недолік, трави дійсно знаходять ряд цілей, особливо у США.

Насіннєві культури корисні у виробництві біодизеля. На початку 21 століття рослина, відома як ятрофа, стала надзвичайно популярною серед прихильників біодизеля. Рослина отримала високу оцінку за врожайність насіння, яке могло повернути значення до 40 %. У порівнянні з 15 % олії, що міститься в сої, ятрофа виглядає як чудо-урожай. До його привабливості додалося хибне уявлення про те, що мене можна вирощувати на маргінальній землі. Як виявляється, видобуток нафти значно зменшується, коли ятрофа вирощується на маргінальних землях. За останні роки інтерес до ятрофи значно зменшився.

Ятрофа – це рослина, яка виробляє насіння, що містять неїстівну ліпідну олію, яке може використовуватися для виробництва палива. Кожне насіння виробляє від 30 до 40 % своєї маси в олії. Ятрофу можна вирощувати в ряді складних ґрунтових умов, включаючи посушливі та неорні площі, залишаючи основні землі доступними для продовольчих культур. Насіння слабо отруйні як для людей, так і для тварин, а тому не є джерелом їжі.

Інші, подібні насіннєві культури спіткали таку ж долю, як і ятрофа. Приклади включають каммеліну, олійну пальму та ріпак. У всіх випадках початкові переваги

сільськогосподарських культур швидко були зрозумілі, щоб компенсувати необхідність використання посівної землі для досягнення належних урожаїв.

Камеліна – це насамперед енергетична культура, з високим вмістом ліпідної олії. Первинний ринок олії камеліни – це сировина для виробництва відновлюваного палива. Залишок твердого «шроту» від процесу видобутку олії також може бути використаний як кормова добавка для птиці та худоби. Камеліну часто вирощують як сівозмінну сільськогосподарську культуру з пшеницею та іншими зерновими культурами, коли земля в іншому випадку залишалася б полем як частина звичайного програміста сівозмін. Отже, це дає виробникам можливість урізноманітнити свою сільськогосподарську базу та зменшити монокультури, що, як було показано, погіршує ґрунт та зменшує врожайність та стійкість до шкідників та хвороб.

Відходи рослинної олії (WVO) використовуються як паливо вже більше століття. Насправді, деякі найдавніші дизельні двигуни працювали виключно на рослинній оліві. Відходи рослинного оливи вважаються біопаливом другого покоління, оскільки його корисність як їжі витрачена. Насправді переробка його на паливо може допомогти покращити загальний вплив на довкілля.

Перевагами WVO є:

- це не загрожує харчовому ланцюгу;
- він легко доступний;
- легко перетворити на біодизель;
- його можна спалити безпосередньо в деяких дизельних двигунах;
- мало сірки;
- відсутні відповідні зміни у використанні землі.

Недоліками WVO є:

- це може зменшити термін служби, якщо його неправильно допрацювати.

WVO – це, мабуть, одне з найкращих джерел біодизельного палива, і поки необхідне змішування, воно може задовольнити більшу частину попиту на біодизельне паливо. Збір його може становити проблему, оскільки він поширюється по всьому світу в ресторанах та будинках.

Міські тверді відходи це сміттєвий газ, людські відходи, а також скошені тра-

ви та подвір'я. Усім цим джерелам енергії, у багатьох випадках, просто дозволяється йти у відходи. Хоча вуглецевий слід цих видів палива не такий чистий, як сонячні та вітрові, значно менший, ніж у традиційно отриманих викопних видів палива. Тверді побутові відходи часто використовуються на когенераційних установках, де їх спалюють для виробництва як тепла, так і електроенергії.

Термін біопаливо третього покоління лише нещодавно увійшов до загального струму, він позначає біопаливо, отримане з водоростей. Раніше водорості поєднували з біопаливом другого покоління. Однак, коли стало очевидним, що водорості здатні отримувати набагато більший урожай з меншими витратами ресурсів, ніж інші сировини, багато хто пропонував перевести їх у свою категорію. Як ми продемонструємо, водорості надають низку переваг, але принаймні один серйозний недолік, який не дозволив їм стати успішним втікачем.

Паливний потенціал біопалива третього покоління. Що стосується потенціалу виробництва палива, жодна сировина не може зрівнятися з водоростями за кількістю або різноманітністю. Різноманітність палива, яке можуть виробляти водорості, зумовлено двома характеристиками мікроорганізму. По-перше, водорості виробляють нафту, яка легко переробляється в дизель або навіть певні компоненти бензину. Що більш важливо, однак, є другою властивістю, в якій можна генетично маніпулювати, виробляючи все – від етанолу та бутанолу до безпосередньо бензину та дизельного палива.

Бутанол представляє великий інтерес, оскільки алкоголь винятково схожий на бензин. Насправді він має майже однакову щільність енергії з бензином та покращений профіль викидів. До появи генетично модифікованих водоростей вчені мали великі труднощі з виробництвом бутанолу. Зараз розроблено кілька комерційних установок, які перебувають на межі виробництва бутанолу та більш популярного біопалива, ніж етанолу, оскільки воно не тільки багато в чому схоже на бензин, але й не спричиняє пошкодження двигуна або навіть вимагає модифікації двигуна. етанол робить.

Список палива, яке можна отримати з водоростей, включає:

- біодизель;

- бутанол;
- бензин;
- метан;
- етанол;
- рослинна олія;
- реактивне паливо.

Різноманітність – це не єдине, на що вдаються водорості з точки зору паливного потенціалу. Він також здатний давати надзвичайний урожай. Насправді водорості використовувались для виробництва до 9000 галонів біопалива з гектара, що в 10 разів перевищує найкращу традиційну сировину. Люди, які тісно співпрацюють з водоростями, припускають, що врожайність сягає 20 000 галонів з гектара. За даними Департаменту енергетики США, буде потрібно лише 0,42 % земельної площі США. Враховуючи, що США є найбільшим споживачем палива у світі, який говорить щось про ефективність біопалива на основі водоростей [11].

Вирощування біопалива третього покоління. Водорості є потенційно найбільш перспективною сировиною для виробництва великих кількостей стійкого авіаційного біопалива. Ці мікроскопічні рослини можна вирощувати в забрудненій або солоній воді, пустелях та інших негостинних місцях. Вони процвітають за рахунок вуглекислого газу, що робить їх ідеальними для захоплення вуглецю (поглинання вуглекислого газу) з таких джерел, як електростанції. Однією з найбільших переваг водоростей для видобутку нафти є швидкість росту сировини. За підрахунками, водорості виробляють до 15 разів більше олії на квадратний кілометр, ніж інші біопаливні культури. Ще однією перевагою водоростей є те, що їх можна вирощувати на маргінальних землях, які не використовуються для вирощування їжі, наприклад, на узбережжях пустель [12].

Іншою сприятливою властивістю водоростей є різноманітність способів її вирощування. Водорості можна вирощувати будь-яким із наступних способів:

- відкриті ставки. Це найпростіші системи, в яких водорості вирощуються у водоймі на відкритому повітрі. Вони прості і мають низькі капітальні витрати, але менш ефективні, ніж інші системи. Вони також викликають занепо-

коєння, оскільки інші організми можуть забруднити ставок та потенційно пошкодити або вбити водорості;

- системи із замкнутим циклом. Вони схожі на відкриті ставки, але вони не піддаються впливу атмосфери і використовують стерильне джерело вуглекислого газу. Такі системи мають потенціал, оскільки вони можуть бути безпосередньо підключені до джерел вуглекислого газу і, таким чином, використовувати газ до того, як кожен його викине в атмосферу;
- фотобіореактори. Це найдосконаліші і, таким чином, найскладніші у впровадженні системи, що призводить до великих капітальних витрат. Однак їх переваги щодо врожайності та контролю не мають собі рівних. Вони є закритими системами.

Зауважте, що всі три системи означають, що водорості можна вирощувати практично в будь-якому місці, коли температура досить висока. Це означає, що жодна сільськогосподарська земля не повинна загрозувати водоростями. Системи із замкнутим циклом та фотобіореактори навіть використовувались в умовах пустелі.

Більше того, водорості можна вирощувати у стічних водах, а це означає, що вони можуть запропонувати вторинні переваги, допомагаючи перетравлювати міські відходи, уникаючи займати додаткові землі. Всі перераховані вище фактори поєднують у собі спрощення вирощування водоростей, ніж традиційне біопаливо [13].

Біопаливна сировина третього покоління. Однією з головних переваг водоростей є те, що вони можуть використовувати різноманітні джерела вуглецю. Найбільш примітним є припущення, що водорості можуть бути пов'язані безпосередньо з джерелами викидів вуглецю (електростанціями, промисловістю тощо), де вони можуть безпосередньо перетворювати викиди в корисне паливо. Це означає, що з цих параметрів не буде виділятися вуглекислий газ і, таким чином, загальні викиди будуть значно зменшені.

Як і у всіх, у водоростей є нижня сторона. У цьому випадку мінус великий, і якщо його неможливо вирішити, це переривання угоди. Водорості, навіть коли вирощуються у стічних водах, потребують великої кількості води, азоту та фосфору, щоб рости. Настільки фактично, що виробництво добрив для задоволення потреб у

водоростях, що використовуються для виробництва біопалива, призведе до більших викидів парникових газів, ніж було заощаджене за допомогою використання біопалива на основі водоростей. Це також означає, що вартість біопалива на основі водоростей значно вища, ніж палива з інших джерел.

Цей єдиний недолік означає, що широкомасштабне впровадження водоростей для виробництва біопалива триватиме довго, якщо взагалі не буде. Фактично, інвестувавши понад 600 мільйонів доларів у дослідження та розробку водоростей, Еххон Mobil у 2019 році дійшов висновку, що біопаливо на основі водоростей не буде життєздатним принаймні 25 років. Більше того, цей розрахунок є суто економічним і не враховує наслідки для навколишнього середовища, які ще належить вирішити [14].

Незначним недоліком водоростей є те, що біопаливо, що виробляється з них, має тенденцію бути менш стабільним, ніж біодизель, вироблений з інших джерел. Це пов'язано з тим, що нафта, що міститься в водоростях, має тенденцію бути надзвичайно ненасиченою. Ненасичені олії є більш леткими, особливо при високих температурах, і, отже, більш схильні до деградації. На відміну від вищезазначених вимог до добрив, ця проблема має потенційне вирішення.

Удосконалене біопаливо (біопаливо другого та третього поколінь), таке як те, що виготовляється з відходів та водоростей, призводить до значних економій парникових газів з низьким ризиком спричинення непрямих змін у землекористуванні. Якщо вони не походять із спеціальних енергетичних культур, вирощених на посівах, вони не конкурують безпосередньо за сільськогосподарські угіддя на ринках продуктів живлення та кормів, на відміну від біопалива першого покоління.

Вихідна сировина для виробництва біопалива. Звичайно, одним із вихідних матеріалів, які не потребують полів чи обробітку, є використання відходів. Вони могли б вирішити комунальне чи сільськогосподарське питання, одночасно забезпечуючи кормом процес реактивного біопалива.

Гідрогенізована рослинна олія (HVO) або гідрооброблені ефіри та жирні кислоти (HEFA).

Після того, як вихідна сировина зібрана або зібрана, вона переробляється. Існує ряд різних технологій обробки. Двоє отримали дозвіл на використання в авіа-

ційному паливі до суміші до 50 % із традиційним реактивним паливом – біомасою до рідини та гідрообробленими складними ефірами та жирними кислотами, і існує низка інших процесів, що розробляються. Випробування на розробку нових процесів сприятиме науковому розумінню і, отже, підтримуватиме довгострокову мету забезпечити використання стійкого палива в авіаційному транспортному секторі і, таким чином, покращити загальні екологічні показники щодо поточних операцій (рис. 1.1).

Хоча процеси досить складні, просте пояснення процесу (який також відомий як гідроочищений поновлюваний струмінь) полягає в тому, що біомаса, така як водорості, ятрофа або камеліна, пресується для вилучення олій всередині, які потім переробляються в реактивне паливо так само, як переробляють сиру викопну нафту. У багатьох випадках цю їжу також можна використовувати.

HVO виробляється шляхом гідрування рослинних олій, потоків відходів харчової промисловості або побічних продуктів переробки рослинної олії. Олії можуть походити з рослин, водоростей або бути мікробною олією. Потреба у водню для гідрування різних якостей вихідної сировини варіюється, що призводить до переваг у перерахунку на певні сировини, такі як пальмова олія та тваринні жири. За відсутності технічних обмежень, ринкові сили та законодавство є основними силами відбору сировини. Процеси виробництва HVO з використанням рослинних олій, таких як пальмова олія, зазнали жорсткої критики як нестійкі. На наш погляд, процеси HVO із використанням рослинних олій можуть бути стійкими, але як передумова необхідні чіткі критерії стійкості [15].

Виробництво вже доведено в повному комерційному масштабі. Компанія Neste Oil управляє двома заводами у Фінляндії на 190 000 т/рік, заводом 800 000 т/рік у Сінгапурі та ще одним заводом HVO на 800 000 т/рік у Роттердамі. Зараз нафтові заводи Neste в основному використовуються для виробництва відновлюваних джерел дизельного палива, але також можуть, в принципі, використовуватися для виробництва біореактивного палива, що також вже було зроблено на одному з фінських заводів. UOP Honeywell та його клієнти оголосили про декілька проектів у всьому світі. В Європі як ENI, так і Galp Energia мають плани щодо установок HVO,

кожна потужністю 330 000 т/рік, але вони ще не будуються. Процес гідрооброблених складних ефірів та жирних кислот можна побачити на (рис. 1.1).

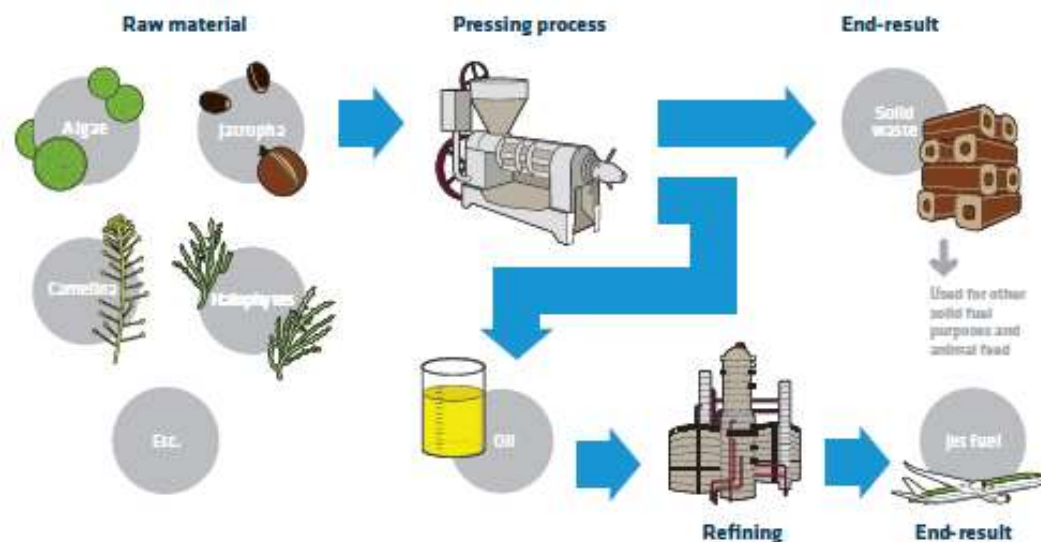


Рис. 1.1. Процес гідрооброблених складних ефірів та жирних кислот (HEFA)

Тверді залишки, залишені при переробці ятрофи, наприклад, можуть бути використані як паливо для горіння на багаттях і в печах. Шрот з виробництва водоростей з водоростей можна використовувати для добрив, кормів для тварин та інших цілей, а шрот камеліни – як корм для тварин [16].

Гідрообробка рослинних олій, відпрацьованих рослинних олій або тваринних жирів (HVO/HEFA) – це сучасний спосіб виробництва високоякісних дизельних палив на біологічній основі, які високо сумісні з існуючою логістикою пального, двигунами або пристроями для доочищення вихлопних газів. Він пропонує вирішення зростаючого тиску для пошуку замінних альтернатив викопному дизельному паливі на транспорті.

Синтетичний Фішер-Тропш (BtL). У процесі BtL вихідна сировина розщеплюється шляхом газифікації, в процесі якої біомаса нагрівається до надзвичайно високої температури, яка розчіплює молекули і утворює газ (рис. 1.2). Потім цей газ перетворюється на рідке реактивне паливо за допомогою процесу Фішера-Тропша. Синтетичне паливо Фішера-Тропша, яке також називають паливом BtL (біомаса до рідин), виробляється двоступеневим процесом, в якому (переважно деревна) біомаса

перетворюється на синтетичний газ, багатий воднем та окисом вуглецю. Після очищення синтез-газ каталітично перетворюється за допомогою синтезу Фішера-Тропша (FT) у широкий спектр вуглеводневих рідин, включаючи синтетичний дизель та біоструми. Цей тип палива вже затверджений ASTM для суміші макс. 50 % з JET-A1. Технологія FT часто використовує потоки лігноцелюлозних відходів для виробництва біопалива, вихідної сировини, що призводить до незначних проблем щодо стійкості.

Синтез FT застосовується в промислових масштабах протягом десятиліть на основі синтез-газу, виробленого з вугілля та природного газу. StoraEnso та Neste Oil, а також UPM та Carbona створили консорціуми для реалізації заводів BTL на основі газифікації біомаси та FT в Європі. Синтез реактивного палива був розроблений давно і мав багато досягнень. Найбільш перевагами використання F-T процесу є гнучкість запасів корму і може виробляти паливо, яке відповідає вимогам стандартів реактивного палива або палива, що падає.

Технічні показники роботи заводу були чудовими, але інвестування в завод комерційного масштабу було визнано не вигідним. UHDE, разом із низкою французьких компаній, оголосили про реалізацію BioTfuel, невеликого пілотного заводу з використання біомаси та жаклих матеріалів. У Великобританії Солена розробляє установку для утилізації відходів до біореактивних літаків із використанням запатентованої технології газифікації плазми у поєднанні з FT. Запланована потужність – 50 000 т/рік біоструменів, з повним виробництвом до 2023 року [17].

Найбільш улюблені концепції для установок газифікації біомаси на базі Європи, що виробляють керосин, призначений для видобутку близько 200 000 т/рік пального для FT. Приблизно 70 % виробленого продукту FT може бути перетворено на авіаційне паливо. Розміри установок газифікації біомаси, обладнаних FT, як правило, обмежуються комерційною наявністю стійкого виробництва сировини на виробничому майданчику. З точки зору єдиної вартості конверсії, заводи з надбавки повинні будуватися якомога більшими.

Однією з альтернатив використанню необробленої біомаси лігноцелюлози шляхом газифікації є піролізна олива або жаклива біомаса. Ароматичні речовини –

це вуглеводні, що містяться в природі у паливі на основі викопних матеріалів і є необхідним компонентом для звичайних реактивних видів палива, утворюючи до 25 % від обсягу. Ці проміжні продукти, що зберігаються, можна транспортувати з численних заводів з розподіленим піролізом або фракцією Торре до великого централізованого підрозділу для виробництва пального FT. Однак загальна ефективність перетворення цього підходу значно нижча порівняно з прямим використанням сирової біомаси, і переваги у витратах неясні (рис 1.2). Існує кілька різних процесів BtL, але один, який впроваджується в Лондоні, Каліфорнії, Австралії та Італії, буде переробляти побутові відходи, виробляючи близько 16 мільйонів галонів реактивного палива на рік з кожного заводу. Він також буде виробляти електроенергію (яка може використовуватися для запуску заводу, а також надлишок надходить у національну мережу) та біодизель для використання в автомобілях.

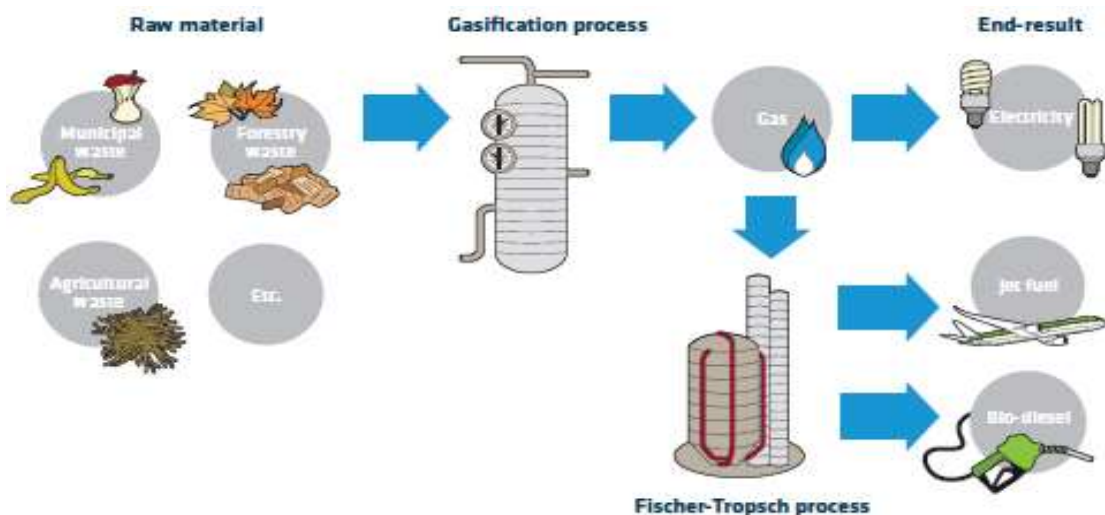


Рис. 1.2. Процеси біомаси до рідини (BtL)

В даний час детально вивчаються ще два шляхи:

Алкоголь для струменя – це процес, що використовує бродіння целюлози та цукрів. Різні мікроби, дріжджі або бактерії використовуються для переробки сільськогосподарських відходів (стовбур, трави), які перетворюються безпосередньо на реактивне паливо або через групу шляхів перетворення алкоголю. Це потенційно дешевший процес, оскільки вихідну сировину легко отримати, і вона не коштує багато. Це також ефективний процес, який не вимагає багато енергії (рис. 1.3).

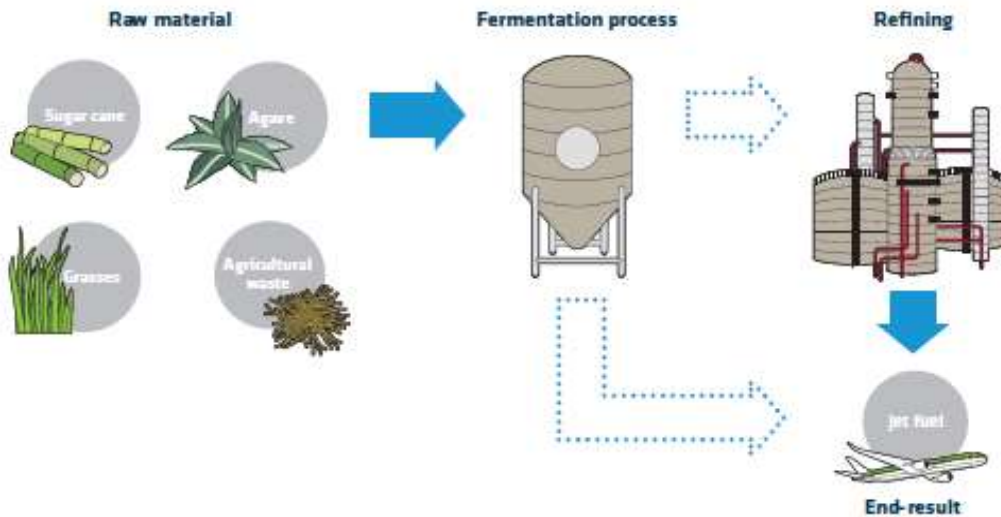


Рис. 1.3. Процес спирту до струменя

Піроліз біомаси – це місце, де біомаса (від промислових, сільськогосподарських, комунальних або лісових відходів) нагрівається в спеціальному процесі з отриманням маслянистої речовини, яка потім переробляється для отримання реактивного палива (рис. 1.4). Створюючи реактивне паливо, це також вирішує проблему використання відпрацьованих ресурсів, які в іншому випадку могли б утворювати парникові гази при їх розкладанні [18].

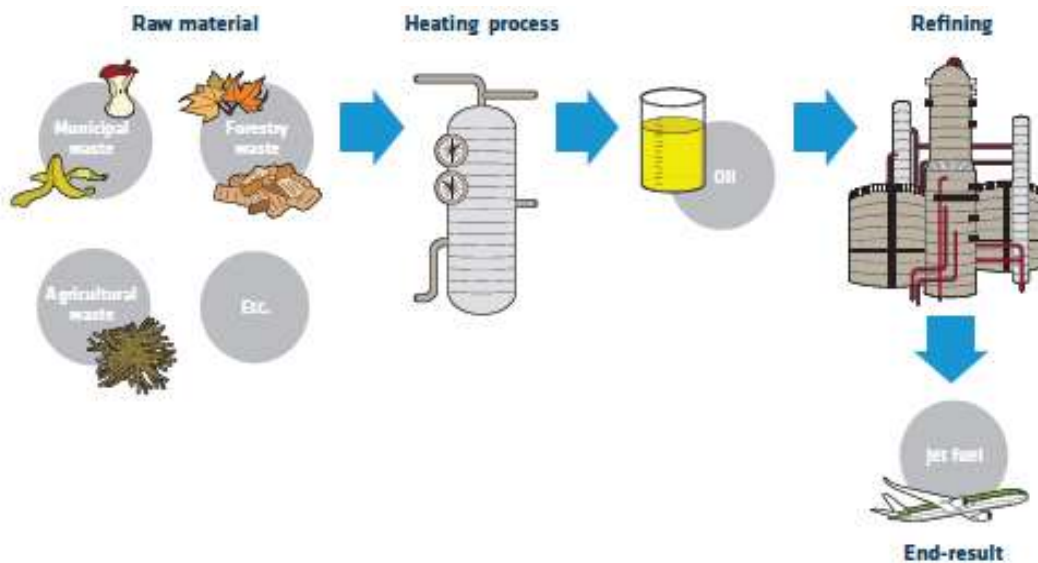


Рис. 1.4. Процес піролізу

Кожен із цих шляхів має свої переваги, такі як наявність сировини, вартість

вихідної сировини, зниження вуглецю або вартість переробки. Деякі з них можуть бути більш придатними, ніж інші в певних районах світу. Але всі вони можуть допомогти авіаційному сектору значно зменшити свій вуглецевий слід. На цьому етапі було надано дозвіл авіакомпаніям виконувати рейси з використанням процесів VtL та NEFA до обмеження 50 % біопалива та 50 % звичайного палива. Це запобіжний захід, що дозволяє промисловості почати використовувати біопаливо, тоді як проводяться додаткові оцінки щодо необхідності підтримувати необхідні рівні ароматичного вмісту у паливі [19].

Вони не містяться у паливі, що отримується з біомаси, і це обмежує використання реактивного біопалива до 50 % сумішей, щоб гарантувати ароматичний вміст. Обмеження дає час для оцінки того, чи потрібно розробляти синтетичне ароматичне джерело.

Масове вирощування водоростей. Системи більшості мікрowodоростей суворо фотосинтезують, вони потребують світла та вуглекислого газу як джерела енергії та вуглецю. Цей режим культури зазвичай називають фотоавтотрофним. Однак деякі види водоростей здатні рости в темряві та використовувати органічні вуглеці (такі як глюкоза або ацетат) як джерела енергії та вуглецю. Цей режим культури називають гетеротрофним. Через високі капітальні та експлуатаційні витрати, гетеротрофну культуру водоростей важко виправдати для виробництва біодизеля. Для того, щоб мінімізувати витрати, виробництво водоростей – біопалива, як правило, повинно покладатися на фотоавтотрофне зростання водоростей, використовуючи сонячне світло як вільне джерело світла хоча це знижує продуктивність через щоденні та сезонні коливання кількості доступного світла [20].

Фотоавтотрофні мікрowodорості потребують зростання кількох речей. Оскільки вони фотосинтезують, їм потрібне джерело світла, вуглекислий газ, вода та неорганічні солі. Температура води повинна бути від 15 °C до 30 °C (приблизно від 60 °F до 80 °F) для оптимального росту. Ростове середовище повинно вносити неорганічні елементи, які допомагають складати клітину водорості, такі як азот, фосфор, залізо, а іноді і кремній. Для широкомасштабного виробництва мікрowodоростей клітини водоростей постійно змішують, щоб запобігти осіданню біомаси водоростей, а по-

живні речовини забезпечуються у світлий час доби, коли водорості розмножуються. Однак до чверті біомаси водоростей, виробленої вдень, може бути втрачено через дихання протягом ночі. Існує безліч різноманітних систем культивування мікродоростей на основі фотоавтотрофності. Наприклад, водорості можна вирощувати у суспензії або закріплювати на твердій поверхні. Кожна система має свої переваги та недоліки. В даний час відкриті водойми на основі суспензії та закриті фотобіореактори зазвичай використовуються для виробництва водоростей – біопалива. Загалом, відкритий ставок – це просто серія зовнішніх «доріжок», тоді як фотобіореактор – це складна конструкція реактора, яку можна розмістити в приміщенні (теплиця) або на відкритому повітрі. Деталі двох систем описані нижче.

Відкриті ставки – це найдавніша і найпростіша система масового вирощування мікродоростей. У цій системі мілководний ставок, як правило, глибиною близько одного фути, і водорості культивуються в умовах, ідентичних їх природному середовищу. Ставок сконструйований у конфігурації доріжки, в якій лопатеве колесо циркулює та змішує клітини водоростей та поживні речовини (рис. 1.5). Доріжки для доріжок зазвичай виготовляються із залитого бетону, або їх просто вкопують у землю і облицьовують пластиковим вкладишем, щоб земля не вбирала рідину. Перегородки в каналі направляють потік навколо вигинів, щоб мінімізувати простір. Система часто працює в безперервному режимі, тобто свіжий корм (що містить поживні речовини, включаючи фосфор азоту та неорганічні солі) додають перед лопаткою, а водоріст водоростей збирають за лопаткою після того, як він циркулює по петлі. Залежно від поживних речовин, необхідних для видів водоростей, для культивування водоростей можна використовувати кілька джерел стічних вод, таких як стічні води молочних або свинячих лагун та комунальні стічні води. Для деяких морських мікродоростей може використовуватися морська вода або вода з високою соленістю.

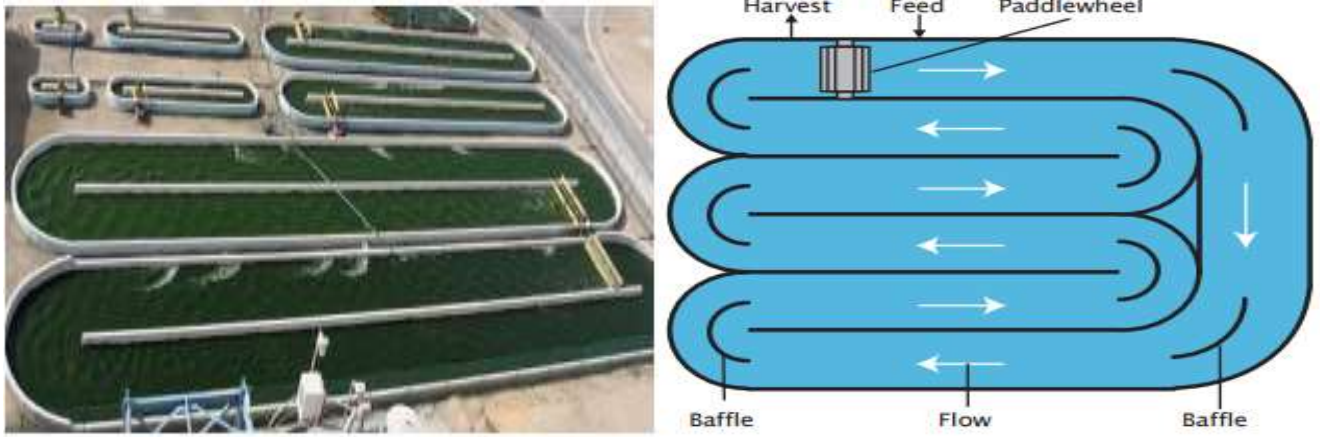


Рис. 1.5. Відкрита система ставків

Незважаючи на те, що відкриті водойми коштують менше будівництва та експлуатації, ніж закриті фотобіореактори, ця культурна система має свої внутрішні недоліки. Оскільки вони є системами під відкритим небом, вони часто зазнають великих втрат води через випаровування. Таким чином, відкриті водойми не дозволяють мікробам використовувати вуглекислий газ настільки ефективно, а виробництво біомаси обмежене. Продуктивність біомаси також обмежена забрудненням небажаними видами водоростей, а також організмами, які живляться водоростями. Крім того, на відкритих ставках важко підтримувати оптимальні умови культури, а відновлення біомаси з такої розбавленої культури є дорогим [21].

Закриті фотобіореактори використовуються для подолання проблем забруднення та випаровування, що виникають у відкритих ставках. Ці системи виготовлені з прозорих матеріалів і зазвичай розміщуються на відкритому повітрі для освітлення природним світлом. Вирощувальні судини мають велике відношення площі поверхні до об'єму.

Найбільш широко використовуваний фотобіореактор – це трубчаста конструкція, яка має ряд прозорих прозорих трубок, зазвичай вирівняних за сонячними променями. Трубки, як правило, мають діаметр менше 10 сантиметрів, щоб максимально проникнути сонячне світло. Бульйон середовища циркулює через насос до пробірок, де піддається впливу світла для фотосинтезу, а потім назад у резервуар. Частина водоростей зазвичай збирається після того, як вона проходить через сонячні труби, що робить можливим постійну культуру водоростей. У деяких фотобіореак-

торах трубки є спіралями, у яких формується спіральний – трубчастий фотореактор. Ці системи іноді потребують штучного освітлення, що збільшує виробничі витрати, тому ця технологія застосовується лише для високоцінних продуктів, а не для біодизельної сировини. Механічний насос або ерліфтовий насос підтримують сильно турбулентний потік всередині реактора, що перешкоджає осіданню біомаси водоростей.

Найпоширеніший тип фотобіореакторів – це трубчастий реактор. Вони, як правило, складаються з мережі трубок (рис. 1.6), яка спрямована горизонтально або вертикально. Останні дозволяють обмін між культурою водоростей та необхідними газоподібними поживними речовинами, а також належне змішування, що є важливим для отримання високої продуктивності.

Також водорості використовують вуглекислий газ, який може спричинити вуглецеве голодування та підвищення рН. Отже, вуглекислий газ повинен подаватися в систему, щоб успішно культивувати мікрководорості у великих масштабах. Фотобіореактори вимагають охолодження у світлий час доби, а температура також повинна регулюватися в нічні години (рис. 1.6). Це може бути зроблено за допомогою теплообмінників, розташованих або в самих трубах, або в колоні для дегазації [22].

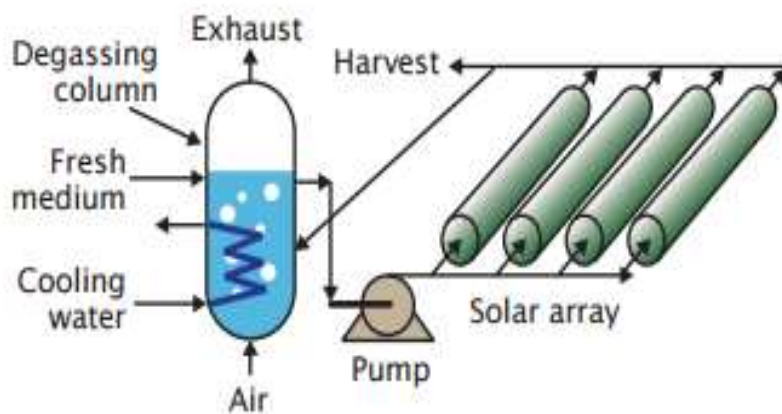


Рис.1.6. Схематичний трубчастий фотобіореактор

Переваги вкладених фотобіореакторів очевидні. Вони можуть подолати проблеми забруднення та випаровування, що виникають у відкритих ставках. Продуктивність біомаси фотобіореакторів може становити в середньому в 13 разів більше,

ніж у традиційного ставу для доріжок. Збір біомаси з фотобіореакторів дешевший, ніж із ставків доріжок, оскільки типова біомаса водоростей приблизно в 30 разів концентрованіша, ніж біомаса, знайдена в доріжках доріжок. Однак у закритих фотобіореакторів також є деякі недоліки. Наприклад, реактори важко збільшити. Більше того, обмеження світла неможливо повністю подолати, оскільки проникнення світла обернено пропорційне концентрації клітин. Прикріплення комірок до стінок трубок може також запобігти проникненню світла. Хоча закриті системи можуть підвищити концентрацію біомаси, ріст мікрководоростей все ще є неоптимальним через коливання температури та інтенсивності світла. Після вирощування у відкритих ставках або фотобіореакторах біомасу мікрководоростей потрібно збирати для подальшої переробки. Найчастіше застосовується метод збору врожаю шляхом гравітаційного відстоювання або центрифуги. Нафта з біомаси екстрагується через розчинник і надалі переробляється на біодизель.

Водорості – це організми, які ростуть у водному середовищі та використовують світло та вуглекислий газ (CO_2) для створення біомаси. Мікрководорості – це великі (виміряні в дюймах) багатоклітинні водорості, які часто ростуть у ставках. Ці більші водорості можуть рости різними способами. Найбільші багатоклітинні водорості називаються водоростями; прикладом є гігантська рослина ламінарії, довжина якої може бути більше 100 футів. Мікрководорості, навпаки, – це крихітні одноклітинні водорості, які зазвичай ростуть у суспензії у водоймі [23].

Водорості також можуть використовуватися для отримання енергії кількома способами. Одним з найбільш ефективних способів є використання у водорості олій для отримання біодизеля. Деякі водорості можуть навіть виробляти газоподібний водень у спеціалізованих умовах росту. Біомасу водоростей також можна спалювати, подібно до деревини, для отримання тепла та електроенергії.

Біомаса водоростей містить три основні компоненти: вуглеводи, білки та природні олії ліпідів. Оскільки основна частина природного мастила, виготовленого мікрководоростями, має форму триацилгліцеридів (ТАГ), що є правильним видом олії для виробництва біодизельного палива, – мікрководорості є виключним акцентом на арені водоростей до біопалива. Мікрководорості ростуть дуже швидко порівняно з

наземними культурами. Під час фази пікового росту деякі мікрободорості можуть подвоюватися кожні 3,5 години. Вміст олії в мікрободоростях зазвичай становить від 20 % до 50 % (суха маса), тоді як деякі штами можуть досягати 80 %.

1.2. Хімічний склад біопалива з різних сировинних матеріалів

Гідрогенізована рослинна олія (HVO) або гідрооброблені ефіри та жирні кислоти (HEFA). Хімічний склад вихідної сировини з біомаси є важливим фактором, що впливає на ефективність виробництва біопалива та вироблення енергії. В даний час існує три основні технології отримання енергії з біомаси: виробництво етанолу шляхом ферментації, безпосереднього згоряння та термохімічного перетворення шляхом газифікації або піролізу для отримання синтетичного газу та рідкого палива. Для виробництва етанолу біомаса ідеального складу містила б високу концентрацію целюлози та геміцелюлози та низьку концентрацію лігніну, тоді як для спалювання ідеальна біомаса мала б меншу зольність.

Хімічний склад сировини з біомаси впливає на ефективність виробництва біопалива та вироблення енергії. Основними частинами хімічного складу багаторічних вихідних матеріалів з біомаси є лігноцелюлоза, включаючи целюлозу (CE), геміцелюлозу (HCE) та лігнін; і мінеральних елементів, таких як зола. Біомаса може перетворюватися в енергію безпосереднім спалюванням або шляхом отримання рідкого палива (переважно етанолу) за допомогою різних технологій. Для перетворення целюлозної біомаси в етанол технології перетворення, як правило, поділяються на дві основні категорії: біохімічну та термохімічну. Біохімічна конверсія відноситься до бродіння вуглеводів шляхом розщеплення сировини. Термохімічне перетворення включає газифікацію та піроліз біомаси в синтетичний газ або рідка олива для подальшого бродіння або каталізу [24].

Процес гідроочищення – це процес, який сьогодні використовують нафтопереробні заводи для видалення таких забруднень, як сірка, азот, конденсовані кільцеві ароматичні сполуки або метали. У цьому процесі вихідна сировина реагує з воднем при підвищеній температурі та тиску, щоб змінити хімічний склад вихідної си-

ровини. У випадку відновлюваного дизеля, водень вводять у вихідну сировину в присутності каталізатора для видалення інших атомів, таких як сірка, кисень та азот, для перетворення молекул тригліцеридів у парафінові вуглеводні. На додаток до створення палива, яке дуже схоже на нафтодизель, цей процес створює пропан як побічний продукт (рис. 1.7). Оскільки для цього процесу потрібен водень, одержуваний із викопного палива, цей процес не є 100% відновлюваним, і це слід враховувати при розрахунку віддачі енергії, викидів парникових газів (ПГ) та життєвого циклу вуглецю.

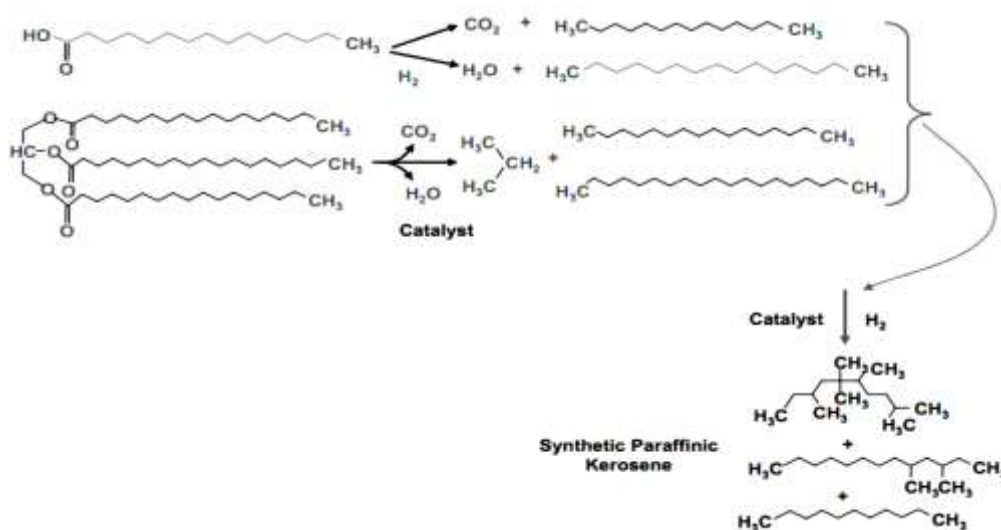


Рис.1.7. Процес гідроочищення

Багато компаній використовують цей процес гідроочистки як основу для своїх проєктів з відновлюваних джерел дизельного палива. Наприклад, CopocoPhillips та Dynamic Fuels працюють з Tyson Foods над перетворенням відходів тваринного жиру у відновлювані дизельні. Інші компанії, що використовують цю техніку, включають Neste Oil Corporation у Фінляндії, Eni в Італії та Petrobras в Бразилії.

Оскільки цей процес в даний час використовується багатьма нафтопереробними заводами, суміші дизельних відновлюваних джерел можна виробляти на існуючих НПЗ шляхом спільної обробки вихідної сировини з нафтодизелем. Переваги цього варіанту в порівнянні з побудовою самостійної операції все ще обговорюються.

Піроліз – це хімічне розкладання конденсованої речовини нагріванням. Піроліз не включає реакції з киснем або будь-якими реагентами. Термохімічна обробка водоростей може призвести до отримання широкого асортименту продуктів. Цей метод має одну головну перевагу перед іншими методами перетворення тим, що він надзвичайно швидкий, з часом реакції близько секунди-хвилини. Хоча синтетичне дизельне паливо ще не може бути отримане безпосередньо шляхом піролізу водоростей, може бути отримана розкладається рідина, що називається біомастилом. Ця рідина може потрапляти безпосередньо в систему нафтопереробного заводу і виробляти відповідну сировину для виробництва стандартного дизельного палива. Більш високої ефективності можна досягти за допомогою технології швидкого піролізу, коли розмелену сировину швидко нагрівають до 350-500 °C менше ніж за дві секунди. Це одна область, де водорості мають велику перевагу перед іншими джерелами біомаси, оскільки вони вже існують у невеликих одиницях [25].

Суттєвою проблемою при використанні піролізу для перетворення водоростей є вміст вологи, оскільки для ефективного функціонування процесу необхідно проводити значну дегідратацію вище за течією. Хоча водорослева олія може бути подібною до біооливи з інших джерел біомаси, вона має різний спектр сполук та складів залежно від типу водоростей та умов переробки. У наявній інформації про специфікації переробки нафти з водоростей та отриманих продуктів є значні прогалини.

Першим кроком процесу VtL є процес газифікації. Таким чином, біомаса потрапляє в реактор і розщеплюється на синтетичний газ. Це робиться за наявності тепла і тиску. Слід також додати газифікаційний агент, такий як кисень. Вироблений синтетичний газ складається в основному з водню, окису вуглецю та діоксиду вуглецю.

Газифікація забезпечує гнучкий спосіб отримання різних рідких видів палива, насамперед за допомогою синтезу Фішцера-Тропша (FTS) або змішаного синтезу спирту синтетичного газу. У FTS компоненти синтетичного газу очищаються та модернізуються до рідкого палива за допомогою водяного газового зсуву та гідрування окису вуглецю. Складовими синтез-газу є оксид вуглецю, вуглекислий газ, вода та водень. Синтез змішаних спиртів відносно добре вивчений, і можна обґрунтовано

сподіватися, що як тільки вміст води буде скориговано для газифікації водоростей, виробництво біопалива буде відносно простим.

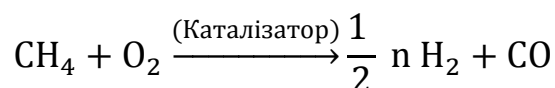
Однією з переваг газифікації є те, що можна створювати різноманітні види палива з відомими властивостями. Крім того, синтез-газ є універсальною сировиною, яку можна використовувати для виробництва ряду продуктів, роблячи таким чином виробничий процес більш гнучким. Також може бути можливо подавати водорості на завод з газифікації вугілля для підвищення ефективності за рахунок економії на масштабі. Ключовою проблемою для цього методу є те, що FTS, як правило, вимагає дуже великих масштабів виробництва, щоб процес був ефективним. Найбільш суттєвою проблемою FTS є вартість очищення та видалення смоли [26].

Ще одним процесом отримання відновлюваного дизельного палива є перетворення біомаси (переважно целюлозного матеріалу) за допомогою високотемпературної газифікації в синтетичний газ або «синтез-газ», газоподібну суміш, багату воднем і окисом вуглецю. Потім процес Фішера-Тропше використовується для каталітичного перетворення синтетичного газу в рідке паливо. Ця технологія була застосована на додаток до BTL для палива від вугілля до рідин (CTL) та природного газу до рідини (GTL).

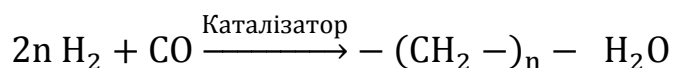
Коли органічний матеріал спалюється, він може бути повністю окислений або газифікований до вуглекислого газу та води, або може бути частково окислений до окису вуглецю та водню. Реакція частково окисленої газифікації здійснюється шляхом обмеження кількості кисню під час процесу горіння. Отримана суміш оксиду вуглецю та водню є синтетичним газом, який є вихідним матеріалом для процесу Фішера-Тропше. Процес Фішера-Тропше – це сукупність хімічних реакцій, що перетворює синтез-газ у рідкі вуглеводні. Загальний процес можна побачити нижче.

BTL та процес Фішера Тропше

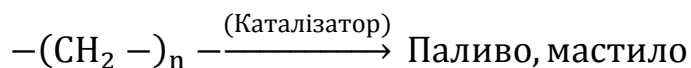
1. Утворення синтетичного газу:



2. Реакція Фішера-Тропша:



3. Переробка:



Відновлювані джерела дизельного палива, вироблені з VtL, можуть бути створені з використанням будь-якого джерела біомаси, тоді як інші процеси обмежуються головним чином ліпідами, олівами, отриманими з недавно живої біомаси.

Хімічні властивості вуглеводнів у паливах VtL дозволяють ефективно та повноцінно горіти з низьким рівнем викидів вихлопних газів. Зокрема, на властивості палива можуть впливати зміни конкретних параметрів, таких як тиск, температура та каталізатори під час синтезу та подальшої обробки, і можуть бути «тонко налаштовані». Отже, синтетичне паливо також відоме як спеціальне паливо або як дизайнерське.

Наприклад, збільшене число палива VtL забезпечує оптимальне згоряння в двигуні. Майбутні стандарти викидів, яких неможливо досягти за допомогою останніх біогенних видів палива без технічних пристосувань, можна легко досягти за допомогою палива VtL. Шкідливі викиди, особливо оксид азоту (NO_x) та випуск частинок, можуть бути явно зменшені. Більше того, він не містить викидів сірки та ароматизаторів.

На відміну від палива CtL та GtL, паливо VtL синтезується з відновлюваних ресурсів і, отже, дозволяє істотно заощадити викиди кліматичного газу. Крім того, паливо VtL можна використовувати без технічних модифікацій двигуна, і логістика можлива за допомогою існуючої інфраструктури.

Рослинні олії та тваринні жири складаються з сімейства хімічних речовин, званих тригліцеридами. Триацилгліцериди (ТАГ) – це складні ефіри, отримані з трьох жирних кислот та гліцерину. ТАГ є основними компонентами всіх природних рослинних олій та тваринних жирів. Гліцерин – багатоатомний спирт, який має три гідрофільні спиртові гідроксильні групи. Жирні кислоти – це карбонові кислоти з довгими вуглеводневими ланцюгами. Довжина вуглеводневого ланцюга може коливатися в межах 10-30 вуглеводнів. У структурі TAG три жирні кислоти R-COОН і R-COОН і R-COОН хімічно пов'язані з гліцеином (рис 1.8). За певних умов жирні кислоти в гліцеридах можуть дисоціювати і перетворюватися на вільні жирні кислоти

(FFA). Загальна структура TAG показана нижче, де R_1 , R_2 і R_3 є алкільними ланцюгами. TAG важливі через необхідність під час реакції [27].

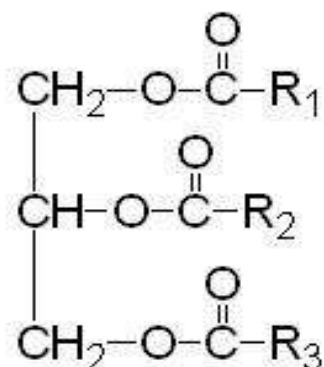


Рис. 1.8. Загальна структура TAG

Трансестерифікація – це реакція між спиртом та складним ефіром, який утворює новий спирт та новий ефір (рис. 1.9). При переестерифікації з каталізатором використовується простий спирт, такий як метанол. На рисунку 1.9 показана реакція переестерифікації узагальненого тригліцериду з метанолом з утворенням метилових ефірів жирних кислот (FAME), більш відомих як біодизель. Хімічно переестерифікація передбачає взяття молекули тригліцериду або складної жирної кислоти, нейтралізацію вільних жирних кислот, видалення гліцерину та створення ефіру спирту. Після реакції FAME піднімаються до верху ємності для змішування, тоді як гліцерин та каталізатор осідають на дні. Через деякий час гліцерин та каталізатор витягуються з дна, залишаючи FAME у резервуарі. У більшості випадків FAME потрібно промити водою, щоб видалити залишки спирту, каталізатора та гліцерину.



Рис.1.9. Узагальнена реакція трансестерифікації

Важливо розуміти різні параметри, що беруть участь у реакції перестерифікації. Спиртом, що використовується в процесі, зазвичай є етанол або метанол у промисловості. Зазвичай метанолу надають перевагу, оскільки він дешевший і має тен-

денцію викликати більш передбачувану реакцію. З нижньої сторони метанол розчиняє каучук, і з ним слід поводитися з особливою обережністю. Етанол, як правило, дорожчий і не завжди може викликати стабільну, стабільну реакцію. Перевагою етанолу є те, що він менш токсичний. Іншим важливим параметром у процесі перетерифікації є каталізатор, який використовується для ініціювання реакції.

Основні ефекти входу та навколишнього середовища та проникнення через взаємодію навколишнього середовища були дуже значними для всіх хімічних параметрів складу ($p < 0,001$). Серед параметрів NDF, ADL, NCE та вміст золи були більш пов'язані з навколишнім середовищем, на що вказують вищі значення F в екологічному впливі. Оскільки дані, наведені тут, були лише за 1 рік, неможливо оцінити рік за місцем розташування за допомогою взаємодії для параметрів композиції. Ймовірно, є рік за входом і рік за місцем взаємодії, і ці взаємодії потрібні для вивчення з даними кількох років у майбутньому.

1.3. Споживання біопалива в Україні та світі

Сьогодні у світі реалізується виробництво в промислових масштабах двох видів рідкого біопалива: біодизельного палива з теплотворною здатністю 37,5 МДж/кг та біоетанолу 26, 9 – 27, 2 МДж/кг. Біодизель – метилові або етилові ефіри вищих органічних кислот, ліпідів, що отримуються з відновлюваної сировини, які використовуються як біопаливо. Біоетанол – зневоднений етанол, вироблений з біомаси або частин відходів, підданий дії чогось біологічно розкладаного. Біоетанол, призначений для використання як біопаливо або як доповнення до традиційних видів палива.

Деякі експерти також розрізняють біопаливо першого та другого поколінь на основі засобів, що використовуються для їх виробництва – методи виробництва біопалива першого покоління використовують досить прості технології, тоді як для біопалива другого покоління потрібні більш досконалі процеси.

Одним з перших, хто використав біопаливо, була Бразилія. Сьогодні Бразилія виробляє приблизно на 45 % екологічно чисті моторні палива із власної сировини (очерету). Це майже 10 мільйонів тон спирту на рік. ЄС є найбільшим виробником,

споживачем та імпортером біодизеля. США та Бразилія – провідні світові виробники та експортери біоетанолу. ЄС також є чистим імпортером біоетанолу. У 2018 році глобальне виробництво пального етанолу досягло 83,1 млрд літрів, тоді як виробництво біодизелю досягло 22,5 млрд літрів.

Світове виробництво біопалива зросло на 9 % у 2019 році, загалом до 127,7 мільярдів літрів, причому кожен тип біопалива досяг найвищого рівня на сьогодні. Паливний етанол становив 74 % від загальної кількості, біодизель – переважно з метилового ефіру жирних кислот (FAME) – 23 %, а рослинна олія, гідроочищена (HVO), обмежена, але зростаюча кількість. Кращими країнами з загального виробництва біопалива були США, Бразилія, Німеччина, Китай та Аргентина.

Світове виробництво пального етанолу зросло на 7 % – до 94 млрд. Літрів. Зростання відбулось значною мірою завдяки гарному врожаю кукурудзи та цукрового очерету та низьким цінам на сирю нафту, які все тримали низькі витрати виробництва. На Сполучені Штати припадало 58 % виробництва етанолу, за ними йшли Бразилія (28 %), Китай (3 %), Канада (2 %) та Таїланд (1 %); на частку Європейського Союзу припадало 6 % світового виробництва, очолюваного Францією та Німеччиною.

Біопаливо в Китаї. Китай є другим за величиною споживачем енергії у світі. Отже, Китай розглядає біопаливо, щоб зменшити свою іноземну енергетичну залежність та зменшити споживання нафтопродуктів. Хоча Китай є третім за величиною виробником етанолу у світі після Бразилії та США, більша частина виробництва етанолу в Китаї в цей час використовується у виробництві напоїв.

Виробництво Китаю зросло на 5 % у 2019 році, загалом на майже 3 мільярди літрів. Суміш етанолу в Китаї коливається від 8 % до 12 %. У Таїланді виробництво пального етанолу здійснюється за рахунок державних субсидій, які роблять суміші етанолу (на 12-40 %) дешевшими за інші бензини, а також зростаюча кількість АЗС, що продають суміші E20 та E85. Деякі інші азіатські країни зазнали швидкого зростання протягом 2014 року, хоча і з низького рівня: наприклад, виробництво зросло на 67 % на Філіппінах та 46 % в Індії. Підвищений інтерес до виробництва біопалива спостерігається не лише серед розвинених країн. Південно-Східна Азія, яка особ-

ливо залежить від імпортої нафти, також зацікавлена у виробництві альтернативних видів палива. Для Азії виробництво біодизелю стало стратегічно важливим.

Основною сировиною, яка використовується для виробництва етанолу в Китаї, є кукурудза та пшениця. З п'яти заводів на етанолі, розташованих у п'яти провінціях Китаю, 80 % використовували в якості сировини зерно, таке як кукурудза та пшениця. Решта об'єкта, що запускається, заснована на використанні маніоки, яка є несиловинною сировиною. Клубні, такі як маніока, солодке сорго та солодка картопля, розглядаються як перехідна сировина в довгостроковій перспективі, оскільки вони вважаються зерновими культурами.

Таким чином, вказуючи на те, що майбутні установки з виробництва біопалива, які використовують сільськогосподарські культури для етанолу, повинні використовувати культури, які можна виробляти на маргінальних або неорних землях. Це робить маніоку та інші бульби особливо сприятливими в найближчий термін, оскільки вони здатні вирощуватись у менш ідеальних умовах. У довгостроковій перспективі целюозна сировина буде найбільш сприятливим варіантом.

Біопаливо в США. Виробництво американського пального етанолу зросло на 8 % – до 54 млрд. Літрів після двох років падіння. До кінця 2014 року майже 100 АЗС у 16 штатах продавали суміш E15 (15 % пального етанолу та 85 % бензину), і виробники транспортних засобів дедалі частіше уточнювали, що їх транспортні засоби сумісні з сумішами етанолу до 15 % . На північ , Канада зафіксувала незначне збільшення обсягів виробництва, що було пов'язано з підвищенням операційної ефективності, оскільки внутрішні виробничі потужності не були розширені [28].

США є важливим сільськогосподарським виробником і є світовим лідером серед першого та другого поколінь сировини для виробництва біопалива. Основна частина виробництва етанолу в США (США) відбувається з кукурудзи. Інша незначна сировина включає сорго, ячмінь, сирну сироватку, картопляні відходи, відходи деревини, відходи пивоварні, енергетичну тростину цукрового очерету.

США є провідним виробником кукурудзи, що робить цю культуру природним вибором для виробництва етанолу лише завдяки доступності та обсягу. США також є світовим лідером у виробництві сорго і часто використовується як сировина для

виробництва кукурудзи для виробництва етанолу. У таблиці 1.4 продемонструйте переліки сільськогосподарських культур, що мають найбільший потенціал для використання (тисяча метричних тон на рік) для етанолу.

Світове виробництво збільшилось на 13 % – до 30 млрд. літрів. Найвищими виробниками були Штати, на які припадало 16 % від загального обсягу, Бразилія та Німеччина (обидві – 11 %), Індонезія (10 %) та Аргентина (9,7 %). У 2017 р. На Європу припадало 39 % світового виробництва біодизеля.

Біопаливо в Україні. Україна забезпечена лише на 10–12 % власними енергоресурсами. Із зазначеного обсягу енергоресурсів агропромисловий комплекс щорічно споживає:

- природного газу – 4,1 млрд. куб. м. (6 % від загальнодержавного споживання газу), в тому числі сільськогосподарськими підприємствами – 0,7 млрд. куб. м., підприємствами харчової промисловості – 3,5 млрд. куб. м. газу;
- електроенергії – 4,97 млрд. кВт. годин (4% від загальнодержавного споживання електроенергії), в тому числі сільськогосподарськими підприємствами – 2,85 млрд. кВт. годин, підприємствами харчової промисловості – 2,12 млрд. кВт. годин;
- нафтопродуктів – 1,4 млн. тон дизпалива та 400 тис. тон бензину.

Підвищення вартості традиційних енергоресурсів спонукає підприємства агропромислового комплексу до пошуку альтернативних джерел забезпечення енергією та паливом, зокрема за рахунок використання біомаси.

Величезний потенціал України як ринку біомаси викликає надзвичайний інтерес у світі до нас як до експортера біоенергетичної сировини.

У 2018 році (незважаючи на посушливі умови літнього періоду) валовий збір становив: зернових і зернобобових в Україні – близько 40 млн. тон, в тому числі валовий збір зерна кукурудзи – 11,6 млн. тон, цукрових буряків – 14,2 млн. тон; ріпаку – 1,5 млн. тон; соняшнику – 6,8 млн. тон; сої – 1,6 млн. тон.

За 10 років (з 2000 по 2010 рік) посівні площі під олійними культурами зросли більш як удвічі, в тому числі ріпаку – майже у 8 разів, сої – в 10 разів.

Згідно з висновками ННЦ «Інституту аграрної економіки» сільське господарс-

тво може бути галуззю, яка забезпечує не тільки продовольчу, а й значною мірою енергетичну безпеку країни загалом і сільського господарства зокрема, та може створити конкурентне середовище на ринку нафти (біодизель, біоетанол) і газу (солома й інші рештки), що створить економічні умови для постачальників цієї сировини при визначенні ціни на неї рахуватися з інтересами України на ринку цих енергоресурсів.

Відповідно до розрахунків економія при використанні альтернативних видів енергії може становити у найближчій перспективі в межах 93,06 млрд. грн., а в подальшій перспективі – 127,91 млрд. грн.

Останніми роками Україна стабільно лідирує в Європі з виробництва рослинної олії. На сьогодні виробничі потужності понад 20 підприємств жиросировинного комплексу з переробки становлять 8,6 млн. тон сировини на рік.

Вітчизняними вченими доведено, що ріпак є набагато кращим попередником, ніж соняшник і зернові культури. Встановлено, що раціональними є 12–15 % ріпаку в структурі посівів. Тому в Україні посіви ріпаку на площі 3,5 млн. га можуть бути раціональними (11 % від площі ріллі). Ця позиція підтверджується світовим досвідом. Якщо в Україні посіви ріпаку займають 3,12 % від площі ріллі, то в Європі – 13,7, Німеччині – 12,3, Чехії – 11,7, Польщі – 6,4, а загалом по ЄС – 6 %.

Згідно з розрахунками з 1 т ріпаку можна одержати 420 кг біодизелю, 550 кг макухи, 68 кг гліцерину. Їх вартість становить 3840 грн., затрати 1360 грн., а економія 2480 грн. при рівні економії 182,4 %. При врожайності ріпаку 30 ц/га з 1 га, на площі 3,5 млн. га можна одержати 10,5–11 млн. т. насіння. При 80 % валового збору (8 млн. т.) можливо виробити 3,3 млн. т біодизелю, що дасть можливість зекономити в країні порівняно з вартістю дизельного пального 19,5–20,7 млрд. гривень.

На сьогодні балансова потужність 76 підприємств спиртової галузі становить 61 млн. декалітрів на рік.

При повному насиченні внутрішнього ринку спирту в Україні, яке становило у 2018 році 21,6 млн., та 5,3 млн. спирту на експорт, невикористані потужності всіх спиртових заводів становлять близько 50 %.

Вказані незавантажені потужності можливо перевести на виробництво біоета-

нолу та іншої продукції.

Згідно з постановою Кабінету Міністрів України від 5 грудня 2007 р. № 1375 передбачено виробництво біоетанолу на 12 державних спиртових заводах. За наявності стабільного попиту потужності з його виробництва на зазначених заводах можуть становити понад 300 тис. тон на рік.

Біоетанол – пальне, яке можна використовувати як 25–30-відсоткову добавку до бензину з нафти. Розвивати цей напрям виробництва вкрай необхідно. Це пояснюється перспективою – збільшенням виробництва зерна в Україні. Передбачається у 2020 році довести його валовий збір до 80 млн., а в подальшому – і до 100 млн. т. Проте при цьому постане проблема з використанням зерна, надлишок якого зростатиме.

Досвід переконує, що при високому врожаї ціни на зерно на світовому та внутрішньому ринках різко знижуються й вони навіть не відшкодовують витрати. Цьому слід протистояти, тобто знайти альтернативні шляхи ефективнішого використання зерна, а отже, й відрегулювати кон'юнктуру ринку. Таким способом регулювання ринку може бути використання зерна для виробництва біоетанолу на господарському рівні.

Набагато ефективнішою для селян є переробка кукурудзи і цукрових буряків на біоетанол. За собівартості 1 т зерна 800 грн. і реалізаційній ціні 1200 грн. (це найвигідніші умови порівняно з існуючими) буде одержано 400 грн. прибутку, то при переробці його на біоетанол – 2675 грн.

При використанні 8–10 млн. тон кукурудзи на біоетанол можна одержати 3,6–4,5 млн. т палива і забезпечити 21,4–26,7 млрд. грн. економії). З 1 т. цукрових буряків може бути одержано 100 л біоетанолу вартістю 750 грн. Затрати на вирощування і переробку 1 т сировини становлять 300 грн. Отже, економія становить 450 грн. при рівні економії 150 %. Для виробництва біоетанолу може бути використано 15–17 млн. т буряків і одержано економії 6,75–7,65 млрд. грн.

Сільське господарство та харчова промисловість мають надзвичайно великий потенціал виробництва біогазу. Зокрема, потенціал виробництва біогазу з відходів тваринництва становить близько 2,45 млн. тон умовного палива на рік [29].

За розрахунками науково-дослідних установ, в Україні можна побудувати близько 3000 біогазових установок – кожна з середнім об'ємом реактора 1000 куб. метрів. На даний час побудовано та у стадії завершення сім об'єктів з виробництва біогазу з відходів тваринництва в Київській, Дніпропетровській, Одеській областях та в Автономній Республіці Крим.

Біогаз може бути супутнім продуктом при виробництві біоетанолу з меляси. За сучасними технологіями є можливість отримувати на спиртових заводах на кожну тисячу декалітрів біоетанолу 4000 куб. метрів біогазу, що еквівалентно 2800 куб. метрів природного газу.

За розрахунками, з 1 тони гною і пташиного посліду можна одержати 60 м³ біогазу і 20,5 NPK умовних добрив. У сільському господарстві із одержаного у 2011 і 2020 роках гною третю частину (50 і 93 млн. т) можна використати для виробництва біогазу й одержати його 3100–5766 млн. м³ при середньому виході 62 м³ біогазу з тони гною. Крім того, на птахофабриках сільськогосподарських підприємств може бути вироблено у 2022 році 7,9 млн. т гною та одержано 790 млн. м³ біогазу (при виході 100 м³ з 1 т), а в 2020 році – 1200 млн. м³. Загалом у тваринництві й птахівництві можна одержати біогазу 3890 і в 2020 році – 6966 млн. куб. метрів. Загальна економія становить 11,9–20,9 млрд. грн.

В Україні є можливості для використання біомаси у вигляді твердого палива, що може задовольнити до 9 % енергетичного споживання в Україні.

Використання паливних гранул, брикетів, рулонів, зрубків та інших відходів деревини, соломи та інших спеціальних рослин для їх виробництва дає змогу замінити у багатьох випадках традиційні види палива.

Зокрема, 3 тони соломи є еквівалентом 1 тони пічного палива, а в Україні на такі цілі можна використати від 7 до 10 млн. тон соломи.

Привабливою перспективою є також вирощування енергетичних плантацій тополі та верби, які можуть давати до 200 – 400 т/га високоякісного біопалива, що може використовуватися в опалювальних котельнях, на теплових електростанціях.

За експертними даними, в Україні налічується близько 20 підприємств з виготовлення та використання брикетів та пелет. На 14 підприємствах олійної галузі па-

рові котли переведені на спалювання лушпиння, за рахунок чого використання природного газу зменшено на 50 %.

У середньому оливожирова галузь використовує для спалювання в промислових котлах лушпиння соняшнику в кількості до 500 тис. тон за рік. Крім того, близько 120 тис. тон лушпиння гранулюється і продається на експорт населенню.

В Україні сформовані загальні рамкові умови розвитку біопалива, які закріплені у низці нормативно-правових та законодавчих актів.

Протягом останніх 10 років в Україні було розроблено і прийнято ряд програм та стратегій, що стосуються ВДЕ і деяких видів біопалив. Наприклад, «Програма державної підтримки розвитку нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії та малої гідро- та теплоенергетики, як складової частини національної енергетичної програми України» (Програма НВДЕ 2005 р.), Програма «Етанол» (2009 р.), Програма розвитку виробництва дизельного біопалива (2012 р.), Енергетична стратегія України на період до 2030 р., яка включає розділ з нетрадиційних та ВДЕ (2015 р.). На жаль, ці програми не були виконані в повному обсязі через недостатньо чітко визначені джерела фінансування та недоліки відповідної законодавчої бази.

За останні роки в Україні активізувався процес законодавчого забезпечення розвитку біоенергетики.

1.4. Висновки по розділу

Виходячи з аналізу інформаційних джерел за тематикою магістерської роботи, можна зробити наступні висновки:

Виходячи з аналізу інформаційних джерел за тематикою магістерської роботи, можна зробити наступні висновки:

1. Розглянуто основні види біопалива та продовольчі культури для його виготовлення.
2. Проаналізовано основні технології видобутку палива першого, другого та третього покоління.
3. Розглянуто хімічний склад біопалива з різних сировинних матеріалів.

4. Визначено споживання біопалива у Україні, Китаї, США.

Підтверджено важливість виготовлення біопалива. Основними причинами, що спонукають уряди провідних країн запроваджувати політику сприяння розвитку біопалива як альтернативи традиційним видам палива, є:

- екологічні аспекти, а саме зменшення, згідно з вимогами Кіотського протоколу, викидів вуглекислого газу в атмосферу та парникового ефекту;
- прагнення підвищити енергобезпеку;
- розвиток інфраструктури сільських територій та створення нових робочих місць;
- вичерпність промислових ресурсів нафти та природного газу упродовж наступних 50-60 років.

РОЗДІЛ 2

ВИРОБНИЦТВО ПАЛИВА НА ОСНОВІ РОСЛИННИХ ОЛИВ

2.1. Обґрунтування доцільності використання рослинних олив для виготовлення дизельного палива

Біодизель має низку переваг порівняно з традиційними видами палива, як екологічних, так і експлуатаційних. Але ці переваги не мають бути нівельовані можливими негативними екологічними наслідками, пов'язаними з неправильним землекористуванням чи застосуванням застарілих технологій.

При цьому біодизельне паливо не є панацеєю від енергетичних хвороб. Його впровадження вимагає розв'язання цілого ряду проблем, а саме:

- біопаливо, зазвичай, виробляють із рослинної сировини, кількість якої обмежена потребами харчової промисловості;
- використання недостатньо енергоефективних технологій поки що не дозволяє зменшити вищу порівняно з традиційним паливом собівартість виробництва біопалива;
- через наявність кисню біологічне паливо має меншу енергоємність, ніж його вуглеводневі аналоги, що позначається на ефективності його використання та експлуатаційних характеристиках;
- застосування біопалива не дає гарантії скорочення викидів токсичних газів;
- будь-яке біологічне паливо користується обмеженою підтримкою з боку споживачів (оскільки його експлуатаційні та економічні характеристики вимагають поліпшення), автовиробників (яких, передусім, турбує його корозійна активність), нафтовиків і переробників (розглядають його як конкурента).

До того ж біопаливо – такий же вичерпний ресурс, як і нафта, оскільки під час його одержання «витрачається» (часто – необоротно) родючість земель сільськогосподарського призначення. Тому вирощувана в нашій країні сировина для виробництва біопалива має спрямовуватися насамперед на задоволення потреб українських

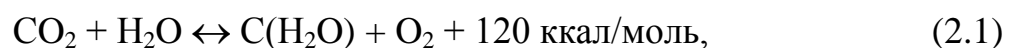
споживачів, і завдання держави – цьому сприяти [30].

Для сталого розвитку біопаливної галузі Україні потрібен послідовний і системний план дій, розрахований щонайменше на десять років. На думку авторів, було б доцільно зробити такі комплексні кроки у таких напрямках: фіскальна й регуляторна підтримка, регіональний розвиток і розвиток інфраструктури, екологічна раціональність, інформування та освіта.

Економічний потенціал відновлюваних шляхів енергії в даний час оцінюється в 20 млрд., тон умовного палива на рік, що в два рази перевищує обсяг річного видобутку всіх видів органічного палива. І ця обставина вказує шлях розвитку енергетики майбутнього, особливо регіональної та локальної. Перехід на поновлювані джерела енергії не відбувається лише тому, що промисловість, машини, обладнання і побут людей на Землі протягом тривалого періоду розвитку були зорієнтовані на органічне паливо. Однак невичерпність і економічна чистота поновлюваних джерел енергії змушує по-новому розглядати перспективи їх використання.

Основна перевага поновлюваних джерел енергії полягає в тому, що їх використання не змінить енергетичного балансу планети і вирішать три глобальні завдання людства: енергетика, екологія, продовольство. Цим пояснюються причини бурхливого розвитку відновлюваної, мій енергетики за кордоном і оптимістичні прогнози їх подальшого розвитку.

При використанні палив рослинного походження з'являється можливість вирішення проблеми зниження викидів в атмосферу вуглекислого газу, що відноситься до групи так званих «парникових газів». Поглинання вуглекислого газу різними рослинами відбувається в результаті реакції фотосинтезу



Таким чином, виділяється при згоранні палива рослинного походження вуглекислий газ, поглинається при вирощуванні цих рослин (рис. 2.1). При цьому сільськогосподарські культури (буряк, ріпак, пшениця) забезпечують суттєво більший обсяг виділяється кисню в порівнянні з дикорослими рослинами (луки, пасовища і ліс).

Зокрема, виділення кисню з 1 га посівів ріпаку за сезон становить 10,6 тис. м³ і супроводжується поглинанням близько 10 тис. м³ або 20 т вуглекислого газу. При посівних площах ріпаку в 1 млн. га поглинання CO₂ складе 10-106 тис. м³ або 20 млн. т в рік.

Аналіз перспектив використання поновлюваних джерел енергії переконливо свідчить значні переваги рослинних олив, а з урахуванням умов європейської частини – рапсового оливи. Це пояснюється близькістю багатьох фізико-хімічних властивостей палив, що отримуються з ріпакової олії, і дизельного палива.

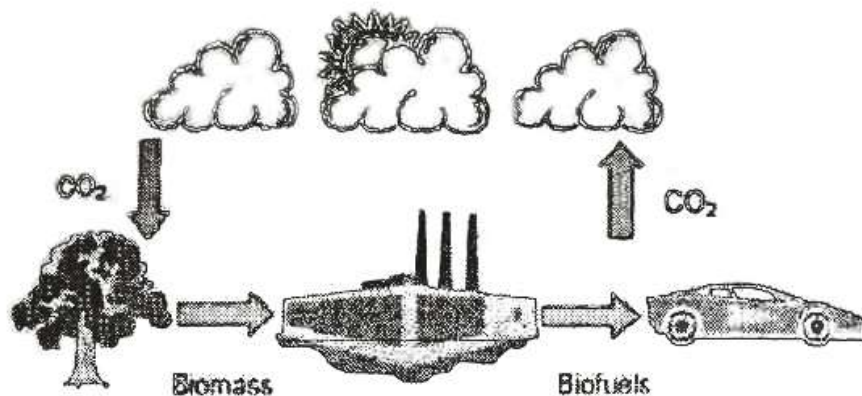


Рис. 2.1. Кругообіг вуглекислого газу при використанні палив рослинного походження

Слід також зазначити, що рапсова олива є побічним продуктом при виробництві високобілкових кормів з ріпаку для сільськогосподарських тварин, що істотно знижує вартість моторних палив з рослинних олив. Використання біопалив на базі рослинних олив дозволить не тільки забезпечити заміщення нафтових палив паливом рослинного походження, поліпшити екологічні показники дизеля, але і вирішити ряд соціальних проблем. Широкомасштабне виробництво моторного палива з рапсу значно збільшить зайнятність населення в сільській місцевості. Одержуваний при віджиманні рослинних олив макуха (шрот) є цінним білковим продуктом, який може бути використаний для відгодівлі великої рогатої худоби та інших тварин. З агрономічної точки зору ріпак є бажаною культурою для поліпшення сівозміни, він покращує структуру і родючість ґрунту. Тому можна розглядати концепцію так званого

замкнутого біоекологічного безвідходного циклу вирощування олійних культур та використання продуктів їх переробки. Ця концепція включає в себе (на прикладі ріпаку, рис. 2.2):

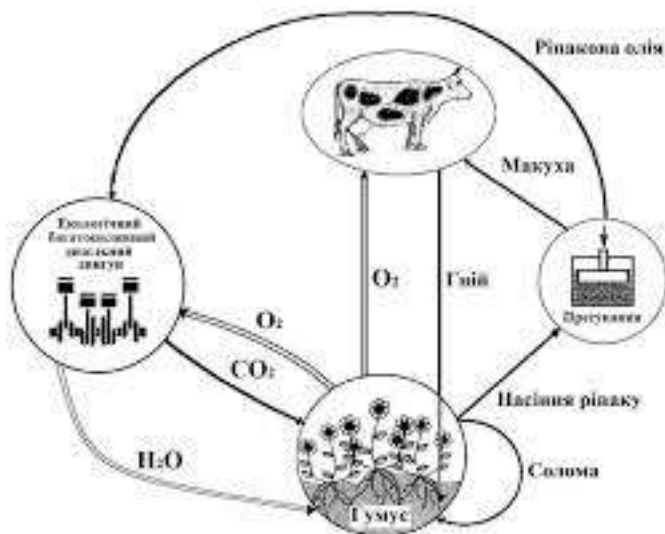


Рис. 2.2. Схема кругообігу вирощування і використання ріпаку

Біопаливна технологія органічно вписується в схему фермерської діяльності, забезпечуючи енергетику транспорту і сільськогосподарських машин, підтримуючи родючість ґрунту (після збирання ріпаку, на кожному гектарі залишається в землі близько 66 кг азоту, 34 кг фосфорної кислоти, 60кг калію), поставляючи корм для худоби. Зокрема, для умов України оптимальною може виявитися ферма з посівною площею до 40-50 га, п'ята частина якої відводиться під ріпак. Обов'язковою вимогою до такого господарству є використання макухи для корму худоби (фермер може тримати 30 голів корів). Розрахунки показують, що витрати на виробництво ріпаківного насіння – 17700 МДж/га; витрати на вилучення олії – 700 МДж/га; енергія, отримана від оливи – 22200 МДж/га: таким чином, енергетична прибуток з кожного гектара – 3800 МДж (за енергетичною цінністю це відповідає 110 літрам дизельного палива). Таким чином, мова йде комплексному використанні ріпаку (рис.2.2). З одного гектара посівів ріпаку можна отримати до 3 т олійного насіння, до 3,5 т соломи, 50 кг фуза, до 1, т рапсового оливи, до 1,8 т макухи, до 10,6 тис. м³ кисню [31].

Значущим чинником доцільності виробництва моторних палив з рослинних

олив є можливість використання фритюрних олив з мережі громадського живлення.

В цьому випадку вирішується проблема утилізації відпрацьованих рослинних олив. Зокрема, в Англії щорічно утворюється понад 70 млн. Літрів відслужило в кухнях оливи, яке може бути перероблено в біодизельне паливо. Слід також зазначити, що рапсова олива може бути використано не тільки в якості моторного та котельного палива, але і для виробництва мастильних матеріалів, технічних рідин та ін. (рис. 2.3).



Рис. 2.3. Використання ріпаку на технічні цілі

Це дозволяє в залежності від властивостей рослинного оливи застосовувати його в тих чи інших технічних цілях.

Найважливішим фактором, що визначає доцільність виробництва палив з рослинних олив, є собівартість оливи. Вона залежить не тільки від комплексності використання ріпаку, а й від його врожайності. При врожайності 12-15 центнерів олійного насіння з 1 га ціна рапсового оливи стає нижчою за собівартість дизельного палива. Тому визначальним стає вибір областей вирощування олійних культур, що визначає їх врожайність [32].

До олійним культурам належить більше 150 видів зростаючих по всьому світу рослин, здатних виробляти оливи. Олійні рослини «виробляють» оливу на всіх рівнях: під землею (земляні горіхи), на землі (соє), над землею (ріпак, льон, гірчиця, соняшник), на кущах (рицину, бавовна, фундук), на деревах (оливи, бук, пальми). Найбільше промислове значення мають наступні види рослинних олій: бобова (соєве), рапсове, соняшникова, пальмова, кукурудзяна (Маїсове), касторове, конопляне, кунжутне (сезамову), лляне, макове, бавовняне, мигдальне. Сировиною для виробництва біодизельного палива в різних країнах служать оливи різних рослин.

Характерним представником рослинних олив є рапсову оливу (РМ), що отримується з насіння ріпаку. Ріпак, як олійна культура включає два види сімейства капустяних.

Високими темпами розвивається переробка ріпаку. Головні регіони світу з виробництва насіння ріпаку – Азія (46,8 % світового виробництва), Європа (30,3 %), Північна Америка (19,2 %). Світове виробництво РМ в останні роки перевищила 12 млн. тон на рік і склало більше 12 % від світового обсягу виробництва рослинних олій (3-є місце після виробництва соєвого і пальмового олив). Майже чверть світового виробництва ріпакової олії припадає на Китай (3,0 млн. тон на рік), далі йдуть Індія (1,9 млн. т), Німеччина (1,7 млн. т), Канада (1,5 млн. т). При цьому врожайність насіння озимого ріпаку становить 10-30 ц/га, ярого – 8-15 ц/га.

Дуже важливим аспектом, який необхідно враховувати при оцінці доцільності використання ріпаку для виробництва моторних палив, є можливість помітного зниження токсичності ОГ дизелів.

Це пояснюється тим, що кисень, що міститься в кількості близько 10 % в молекулі метилового ефіру, сприятливо позначається на характері протікання робочих процесів дизеля. Наявність окислювача безпосередньо в молекулі палива допомагає інтенсифікувати процес згорання і забезпечити більш високу температуру в циліндрі дизеля, що, з одного боку, сприяє підвищенню індикаторного й ефективного ККД двигуна, а з іншого – призводить до деякого збільшення оксиду азоту) х у відпрацьованих газах. Менша частка вуглецю (близько 77 %) в молекулі біодизельного палива призводить до зменшення його нижчої теплоти згорання на 13-15 % і необхідності збільшення часового і питомої ефективного витрат палива.

Поліпшення екологічних показників відзначено при роботі дизелів на різних біопаливах (сумішах дизельного палива і рапсового оливи, і ін.). Так, при використанні біодизельного палива відзначено зменшення димність ОГ на 23 %, емісії твердого вуглецю, оксиду вуглецю і вуглеводнів відповідно на 20 %; 7,2 % і 1,9 %. З огляду на тенденції підвищення екологічних вимог до дизелів транспортних засобів техніки можна стверджувати, що зазначений напрямок має величезні перспективи. Високорозвинені країни стимулюють споживання біопалива істотним зниженням

(до 5 %) або повним звільненням користувача від сплати ПДВ.

2.2. Сучасний стан та динаміка виробництва біодизельного палива

За кордоном діють численні програми з використання біодизельних палив. У штаті Міннесота (США) випускається біодизельне паливо, що містить 2 % рослинного (соєвого) оливи. У 2019 р в Англії на ряді заправних станцій надійшов у продаж новий вид палива, яке представляє собою суміш звичайного дизельного палива (95 %), отриманого зі спеціальної нафти з низьким вмістом сірки, і рапсового оливи (5 %).

Установчі потужності по виробництву біодизельного палива в 2018 р склали (тис. тон): Німеччина – 1088, Франція 502, Італія – 419, Австрія – 100, Іспанія – 70, Данія – 44, Великобританія – 15, Швеція – 8 (всього 2246 тис.). Всього у 2018 р в країнах Євросоюзу побудовано 40 заводів. Сумарні потужності по виробництву біодизельного палива в країнах ЄС до середини 2019 р перевищили 4 млн. т в рік. У США на жовтень 2018 р установочні потужності становили 150 млн. галонів/рік (приблизно 567 млн. літрів).

Всього в світі побудовано більше 150 заводів, які випускають близько 3 млн. т. рідкого біопалива в рік. В Європі щорічний випуск біопалива перевищив 1 млн. т. (рис. 2.4). Причому, для його виробництва використовуються, в основному, рапсове і соняшникову олії (відповідно 84 і 13 % від загального випуску біопалива).

Початок виробництва біодизельного палива відноситься до 1992 г. Виробництво біодизельного палива в країнах Євросоюзу в 2000 р склало (тис. т): Німеччина – 1035, Франція – 348, Італія – 320, Данія – 70, Чехія – 60, Австрія – 57, Словаччина – 15, Іспанія – 13, Великобританія – 9, Литва – 5, Швеція 1,4 (всього 1933,4 тис. т.). Європейська рада з біодизелю (ЕВВ) заявив, що в 2019р. зростання виробництва біодизельного палива в країнах ЄС склав 35 % в порівнянні з показником 2017 р. Близько 80 % європейського біодизельного палива було вироблено з ріпакової олії, при цьому приблизно третина врожаю ріпаку в 2018 р було використано саме для цієї мети [33].

Всього в світі побудовано більше 150 заводів, які випускають близько 3 млн. т рідкого біопалива в рік. В Європі щорічний випуск біопалива перевищив 1 млн. т (рис. 2.4). Причому, для його виробництва використовуються, в основному, рапсове і соняшникову олії (відповідно 84 і 13 % від загального випуску біопалива).

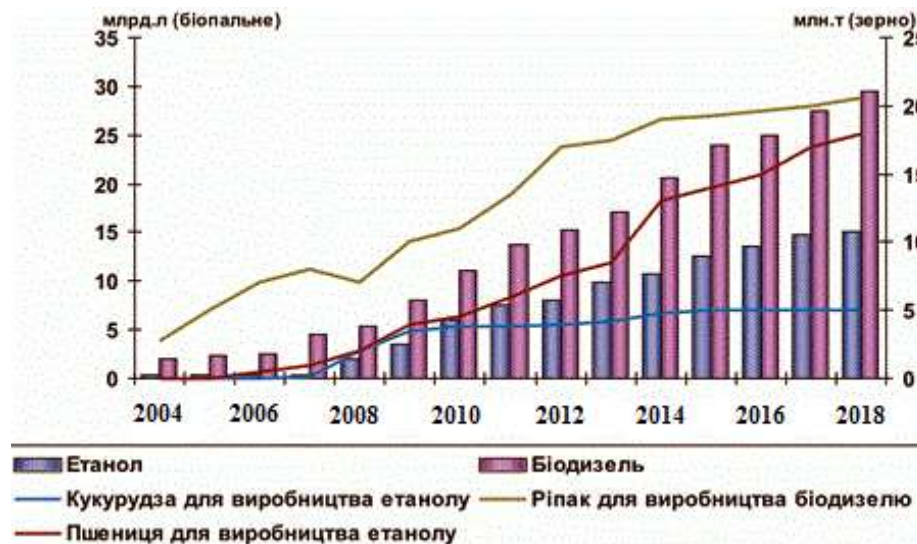


Рис. 2.4. Динаміка зростання виробництва біопалива країнах Західної Європи

Нині у світі витрата рідкого палива становить 3917 млрд. т у рік. З цього обсягу 0,02 млрд. т – біопаливо, лише незначний обсяг якого споживається міжнародною авіацією. Основна частина палива використовується в системах прямого спалювання, які викидають вуглекислий газ (CO_2) в обсязі прямо пропорційному обсягам спалюваного палива. За попередньою оцінкою Комітету з охорони навколишнього середовища від впливу авіації ICAO (CAEP) очікується збільшення витрати палива у сфері міжнародних авіаперевезень приблизно з 200 млрд. т в 2009 р. до 450-550 млрд. т до 2036 р. Унаслідок підвищення ефективності та розвитку технологій у сфері авіації викиди CO_2 збільшаться з 632 млрд. т у 2009 р. до 1422-1738 млрд. т до 2036 (без урахування впливу альтернативних видів палива). Сучасні вимоги Євросоюзу (директива ЄС 2009/28/ЄС «О стимулюванні використання возобновляемых видов энергии» від 23 квітня 2009 р.) ставлять такі завдання: до 2021 р. частка відновлювальної енергії у загальному балансі енергоспоживання має досягнути 20 %, біопалива – як мінімум 10 %. Беручи до уваги зазначені фактори, актуальним

стає пошук та розробка альтернативних технологій виробництва авіаційного палива з відновлюваної сировини. На сьогодні вже відомо ряд технологій виготовлення альтернативних авіаційних палив, які активно досліджуються та впроваджуються в практику. Серед таких перспективних технологій варто відзначити такі: – технологія CtL (coal to liquid). За цією технологією авіаційний керосин отримується з вугілля методом синтезу Фішера–Тропша (FT); – технологія GtL (gas to liquid). Аналогічна технологія, але як сировину для синтезу використовують природний газ; – процес MtSynfuels (Methanol to Synthetic fuels). Технологія виробництва палива з метанолу, яка є альтернативою ФТ-синтезу та забезпечує більший вихід кінцевих продуктів; – технологія EtK (Ethanol to Kerosene). Виробництво керосину з етанолу; – технологія BTL (biomass to liquid). Є основою ФТ-синтезу та процесу MtSynfuels. Сировиною є біомаса – рослинні ресурси (відходи деревини, солома, залишки рослин); – HVO (Hydrotreated Vegetable Oil) – гідрована рослинна олія, що є чистим керосином і не містить сірки та ароматичних вуглеводнів. Виробляється методом переробки рослинних олій та тваринних жирів у присутності водню; – технологія виробництва біокеросину. Суть полягає в процесі переестерифікації жирних кислот рослинних олій у присутності метилового або етилового спирту та лужного каталізатора. Дана технологія є аналогічною до технології виробництва біодизелю; – кріогенне паливо. Технологія використання зрідженого природного газу (CH₄) як альтернативного авіаційного палива. ISSN 2075-0781. Наукоємні технології, 2016. № 3 (19) 261. Виробництво синтетичних палив з вугілля і природного газу, що, як і нафта, є не поновлюваними джерелами сировини, не може остаточно звільнити людство від небезпеки настання енергетичної кризи, хоч і в далекому майбутньому. Крім того, вуглекислого газу, що виділятиметься під час згоряння синтетичних вуглеводневих палив з не поновлюваної сировини, додатково виділяється CO₂ при спалюванні технологічного палива, задіяного у процесі виробництва синтетичного палива. У зв'язку з цим буде доцільнішим використання біопалив.

Чехія, Польща й Словаччина також розглядали виробництво біопалива як захід, здатний підтримати сільське господарство. І ці країни застосовували податкову підтримку, та її мінливість негативно позначилася на біопаливній індустрії. Не

сприяли її розвитку й затримки з прийняттям більшості анонсованих законів, і безліч бюрократичних перешкод під час виробництва й використання біопалива. До того ж (особливо в Польщі), були відсутні чіткі стандарти якості біопалива й методи її контролю, що створило негативний імідж цьому продукту, оскільки споживачі були не впевнені у його привабливості.

Велика Британія й Нідерланди обрали інші підходи, вважаючи, що затрати на розвиток нових ринків не окупаються. Втім, це не завадило обом країнам розробити та здійснювати довгострокові плани щодо біопалива. (Наприклад, із 20017 р. експорт британського біодизеля до континентальної Європи зріс більш ніж на третину.) Навіть помірні податкові пільги, надані у Великій Британії, дозволяють не лише ефективно утилізувати відпрацьовані оливи й сільськогосподарські відходи, але й демонструють раціональний підхід до формування ринку біопалива за мінімальних затрат.

Отже, аналіз політики країн Європи свідчить, що вирішальними чинниками, що зумовили успішний розвиток виробництва й використання біопалива, стали:

- політична підтримка розвитку ринку;
- присутність активних учасників ринку та/чи груп, які активно лобіювали початок діяльності в галузі;
- компенсація, що надавалася державою для покриття різниці в цінах на біопаливо й нафтопродукти;
- наявність ринку кінцевого споживання чистого чи сумішевого біопалива.

З огляду на досвід країн Європи, лише об'єднання зусиль на всіх рівнях дозволяє визначити ті сегменти ринку, де біопаливо здатне зайняти домінуючі позиції. Ефективність реалізації біопаливної стратегії однаково визначається всіма її складовими. Лише комплексний підхід веде до бажаних результатів – сприяння вирішенню екологічних та енергетичних проблем й появи українського біопалива на ринку, у тому числі світовому.

2.3. Процеси отримання палива на основі рослинних олив та особливості їх призначення

Рослинні оливи виділяються з сировини двома основними способами – пресуванням (віджиманням) і екстрагуванням. При користуванні обох способів насіння олійних культур повинні пройти кілька підготовчих стадій, серед яких очищення, сушіння, обрушення (руйнування) шкірки насіння і відділення її від ядер. Після цього ядра насіння (ріпак, соняшник, льон та ін.) Подрібнюють, отримуючи так звану мятку. Перед віджиманням мятку прогрівають в жаровнях при температурі 100-110 °С при перемішуванні і зволоженні. Твердий залишок, отриманий після віджимання оливи (макуха), є цінним білковим кормом для тваринництва.

Екстрагування рослинних олив проводять в спеціальних апаратах при температурі 50-55 °С розчинником (бензин, гексан або етанол) до можливо повного вилучення олії. З отриманого розчину (міцелла) відганяють розчинник, який повторно повертається в процес екстрагування, а олію охолоджують і фільтрують. Знежирений твердий залишок (шрот) після екстракції піддають тепловій обробці паром для видалення розчинника.

Рослинні оливи, використовувані в якості палива для дизельних двигунів, необхідно очищати від небажаних компонентів (супутніх речовин), які утворюються в результаті впливу технологічних факторів отримання олив (високих температур, вологи, тиску).

З насіння ріпаку (технічні сорти з високим вмістом ерукової кислоти 40-60 %) з 1 га посівів (в середньому 3 т.), витягають близько 1 т олії. Потім олія піддається переетерифікації метиловим спиртом, в результаті чого виходить близько 1000 кг. метилового ефіру ріпакової олії (МЕРО).

Основні технологічні етапи отримання біодизельного палива представлені на (рис. 2.5). Стадія предоброботки зазвичай включає один з відомих процесів фізичної або хімічної рафінації, в результаті якої відбувається очищення оливи від домішок, фосфатидів, для подальшого процесу трансетерифікації. Її кінцевим продуктом і є біодизельне паливо (біодизель).



Рис. 2.5. Технічні етапи виробництва біодизельного палива

В даний час біопаливом, ближчим за своїми фізико-хімічними властивостями до вуглеводневому (дизельному) паливу, є суміш метилових ефірів жирних кислот ріпакової олії (МЕРО).

Рапсова олива – суміш жирних кислот виробляється з насіння ріпаку методом пресування, без рафінації та дезодорації, для використання в якості біопального. Якість вироблюваного оливи залежить від якості сировини і від виконання технологічних вимог режиму виробництва та умов зберігання. За структурою рапсова олива являє собою безперервну жирову середу, що складається в основному з насичених, мононенасичених і полінеіасичених жирних кислот.

Процес переробки олійного насіння ріпаку включає наступні технологічні етапи:

- очищення олійного насіння;
- розмелювання насіння і отримання мяткі;
- пресування мезги для виділення оливи;
- очищення оливи від фузи;
- фільтрація оливи;
- розлив оливи в транспортну тару.

Фізико-хімічні показники рапсового оливи

Найменування показника	Характеристика нерафінованої ріпакової олії	
	першого сорту	другого сорту
Прозорість	Допускається легке помутніння	
Запах і смак	Запах, властивий ріпакової олії, без сторонніх запахів. Смак не визначається	
Кольорове число, мг йоду, не більше	85	95
Кислотне число, мг КОН/г, не більше	4,0	6,0
Масова частка вологи і летких речовин, %, не більше	0,25	0,25
Масова частка не жирових домішок, %, не більше	0,15	0,20
Мило (якісна проба)	Не визначається	
Число омилення, мг КОН/г	179-200	165-180
Йодне число, г йоду	108-200	94-106
Масова частка неомильних речовин, %, не більше	1,5	1,5
Масова частка фосфоровмісних речовин, в перерахунку на стеароолеолецитін, %, не більше	2,0	2,0
Масова частка ерукової кислоти в олії, % від суми жирних кислот, не більше	5	5
Температура спалаху, ° С, не нижче	230	230
Масова частка сірки, млн.	Не нормується	

Централізоване виробництво передбачає використання модифікації ріпакової олії – виробництво біодизельного палива (МЕ РМ), і використання в дизельних моторах будь-яких марок (отримана олива надходить на завод для хімічної переробки, а потім на заправні станції). При отриманні МЕ РМ в ректифікаційних колонах рослинна олива змішується з метанолом і каталізатором. При цьому утворюється біодизельне паливо і, побічний продукт – гліцерин. У Німеччині в даний час працюють 800 заправних станцій, де пропонується біодизельне паливо, якість якою встановлено Нормативним документом: Європейським стандартом EN 14214: 20019 «Автомобільні палива. Метиллові ефіри жирних кислот (FAME) для дизельних двигунів. Вимоги та методи випробувань»

При децентралізованому виробництві зазвичай проводиться невелика модифікація дизельних моторів і використання просто фільтрованої рапсового оливи (отримана олива фільтрується на місці, в малих відстійних ємностях і використовується в модифікованих дизельних агрегатах, місцевих котелень або транспортних засобах). Переваги децентралізованої обробки рослинних оливок: невеликі енерговитрати при виробництві, невеликі інвестиційні витрати. Слід до того ж зауважити, що хімічна переробка рапсового оливи в біодизельне паливо – це чергова спроба зберегти звичну технологію для того, щоб уникнути зміни усталених структур в сучасному виробництві. При цьому зберігаються і недоліки: вибухонебезпечність, токсичність, енергоємне виробництво, високі інвестиційні витрати.

Недолік використання в якості палива для дизелів рапсового оливи, що не знає процесу трансестерифікації – необхідність внесення змін в конструкцію двигуна або створення спеціалізованих двигунів, що працюють на рослинних оливах. Використання таких двигунів можливо в будь-яких країнах, де немає своїх резервів нафти, високі витрати на транспорт і виробництво дизельного палива, а також є серйозні проблеми забруднення атмосфери.

2.4. Висновки по розділу

У результаті аналізу матеріалу, що представлений у другому розділі, можна зробити наступні висновки:

1. Обґрунтовано доцільність використання рослинних олив для виготовлення дизельного палива. При використанні палив рослинного походження з'являється можливість вирішення проблеми зниження викидів в атмосферу вуглекислого газу, що відноситься до групи так званих «парникових газів».

2. Описано кругообіг вуглекислого газу при використанні палив рослинного походження.

3. Представлено сучасний стан та динаміку виробництва біодизельного палива.

4. Наведені вирішальні чинники, що зумовили успішний розвиток виробництва й використання біопалива:

- політична підтримка розвитку ринку;
- присутність активних учасників ринку та/чи груп, які активно лобіювали початок діяльності в галузі;
- компенсація, що надавалася державою для покриття різниці в цінах на біопаливо й нафтопродукти;
- наявність ринку кінцевого споживання чистого чи сумішевого біопалива.

5. Проаналізовано процеси отримання палива на основі рослинних олив та особливості їх призначення.

6. Представлені основні технологічні етапи отримання біодизельного палива.

РОЗДІЛ 3

РОБОТА ДИЗЕЛІВ НА ПАЛИВАХ, ОТРИМАНИХ З РОСЛИННИХ ОЛИВ

3.1. Двохпаливна система для адаптації дизеля

Відома трьохпаливна система дизеля (рис. 3.1), що містить бак мінерального палива, бак рослинного палива, лінію паркану мінерального палива, що складається з паливопроводів, фільтрів тонкої і грубої очистки палива, паливопідкачуючого насоса, лінію паркану рослинного палива, що складається з паливопроводів і електричного насоса, паливний насос високого тиску, з'єднаний з лініями забору мінерального і рослинного палива, лінію зливу надлишкового палива з паливного насоса високого тиску і лінію зливу надлишкового палива з форсунок, в лінії паркану рослинного палива між баком і електричним насосом встановлений фільтр-відстійник, а в лінії паркану мінерального палива між баком і фільтром грубого очищення встановлений електрогідроросприділяч, що має два вхідних і один вихідний канали, один з вхідних каналів електрогідроросприділячі повідомлений з лінією огорожі мінерального палива, інший - з лінією огорожі рослинного палива, вихідний канал електрогідроросприділячів повідомлений з входом фільтра грубої очистки палива, при цьому на виході з ліній забору мінерального і рослинного палив перед паливним насосом високого тиску розміщений змішувач, а між електрогідроросприділячі і паливопідкачуючим насосом - електропереключатель.

При запуску і прогріванні ДТ з бака через електрогідроросприділячі, фільтри тонкого і грубого очищення палива подається паливопідкачуючим насосом в змішувач, паливний насос високого тиску і далі форсунками впорскується в циліндри дизеля. Після прогріву дизеля на мінеральному паливі електропереключателем включають електричний насос, що забезпечує подачу рослинного палива.

Мінеральне паливо при цьому подається в змішувач, також як при роботі дизеля в режимі пуску і прогріву. У змішувачі обидва види палива перемішуються і отримане мінерально-рослинне паливо надходить в циліндри дизеля. При роботі дизеля на рослинному паливі перемикачем відключають електричний насос, а золот-

ник переводять в положення, при якому подача рослинного палива відкрита, а мінерального палива закрита.

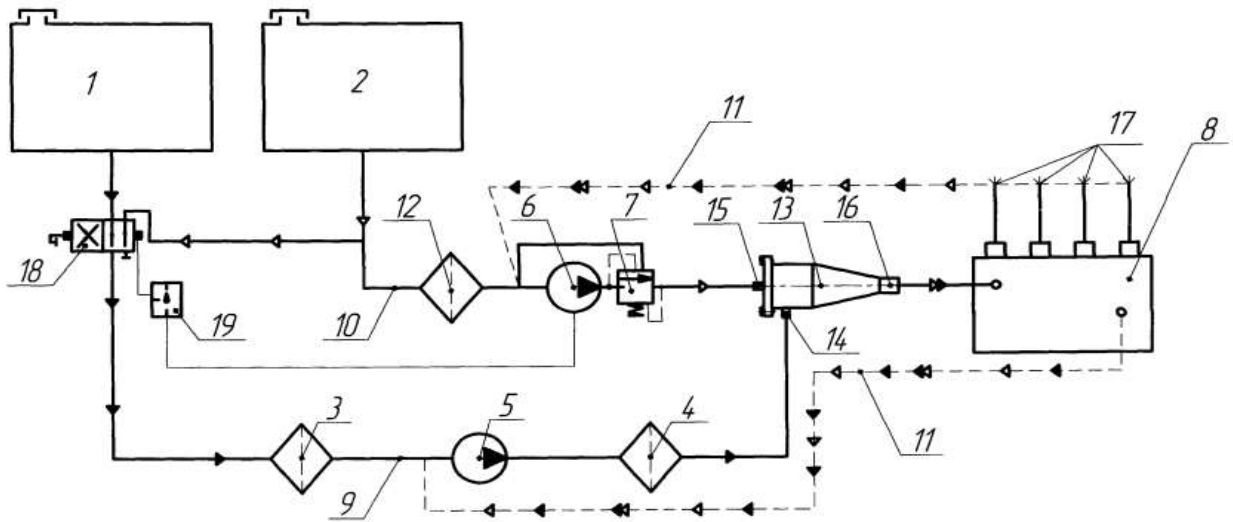


Рис. 3.1. Трьохпаливна система оснащення дизеля: 1 – бак мінерального палива; 2 – бак рослинного палива; 3 – фільтр грубого очищення палива; 4 – фільтр тонкого очищення палива; 5 – паливопідкачуючий насос; 6 – електричний насос; 7 – регулятор тиску палива; 8 – паливний насос високого тиску; 9 – лінія забору мінерального палива; 10 – лінія забору рослинного палива; 11 – лінію зливу надлишкового палива; 12 – фільтр-відстійник; 13 – змішувач 14 – паливопровід зворотки; 15 – паливопровід подачі; 16 – вихідний паливопровід; 17 – форсунка; 18 – електрогідорозподільовач; 19 – електровимикач

Недоліками даної системи живлення є: ручне управління електропереключателем для перекладу роботи дизеля на різні види палив і відсутність регулювання складу сумішевого палива в залежності від режимів роботи двигуна.

Найбільш близьким за технічною сутністю до заявленої є трьохпаливна система оснащення дизеля, що містить бак мінерального палива, бак рослинного палива, лінії паркану мінерального і рослинного палива, паливні фільтри, паливопідкачуючий насос, паливний насос високого тиску і форсунки, в лініях паркану мінерального і рослинного палива встановлені електромагнітні клапани, пов'язані з електронним блоком управління, забезпеченим датчиком температурного режиму охолоджувальної рідини, що відрізняється тим, що в лінії паркану рослинного палива встановлені два паралельно з'єднаних електромагнітних клапана, що мають різні прохідні перетини і окрему зв'язок з електронним блоком управління, причому електронний

блок управління додатково забезпечений датчиком температури вихлопних газів дизеля (рис. 3.2).

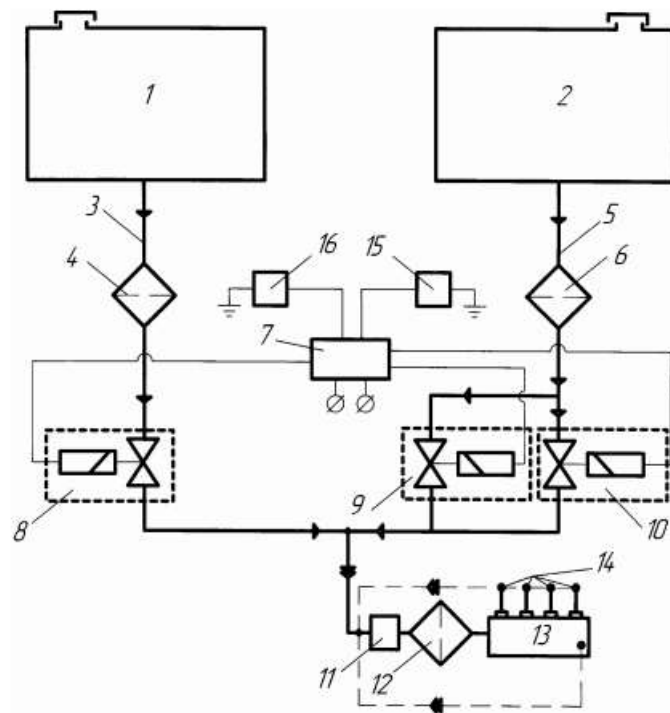


Рис. 3.2. Трьохпаливна система оснащення дизеля: 1 – бак мінерального палива; 2 – бак рослинного палива; 3, 5 – лінії паркану мінерального і рослинного палива; 4, 6 – паливні фільтри грубої очистки; 7 – електронний блок управління; 8, 9, 10 – електромагнітні клапани; 11 – паливонакачуючий насос; 12 – паливний фільтр тонкого очищення; 13 – паливний насос високого тиску; 14 – форсунки; 15 – датчик температурного режиму охолоджувальної рідини; 16 – датчик температури вихлопних газів дизеля

Пуск дизеля і його прогрів здійснюються на мінеральному паливі. При цьому електромагнітний клапан відкритий, а електромагнітні клапани закриті. Мінеральне паливо з бака, пройшовши паливний фільтр грубої очистки і електромагнітний клапан, подається паливонакачуючим насосом через паливний фільтр тонкого очищення в паливний насос високого тиску і через форсунки впорскується в циліндри дизеля. Після прогріву дизеля на мінеральному паливі до температури охолоджуючої рідини, що дорівнює 40-50 °С з інформаційних сигналах датчика температурного режиму охолоджувальної рідини електронний блок управління подає сигнал дозволу на відкриття електромагнітних клапанів.

Після цього електромагнітні клапана відкриваються або закриваються залежно від інформаційного сигналу датчика температури вихлопних газів дизеля в наступній послідовності.

- при температурі вихлопних газів 80–150 °С (хол. хід роботи дизеля, 600–800 об./хв.) Відкриті електромагнітні клапани, а електромагнітний клапан закритий. В результаті цього надходить мінеральне паливо з бака по лінії паркану мінерального палива через паливний фільтр грубої очистки і електромагнітний клапан, а також надходить і рослинне паливо по лінії паркану рослинного палива через паливний фільтр грубої очистки і електромагнітний клапан. Отримується дизельне сумішне паливо в пропорції 15% рослинного палива і 85% мінерального палива подається паловопідкачуючим насосом через паливний фільтр тонкого очищення в паливний насос високого тиску і через форсунки впорскується в циліндри дизеля;
- при температурі вихлопних газів 150–250 °С (знижений режим роботи дизеля, 800–1200 об./хв.) Відкриті електромагнітні клапана, а електромагнітний клапан закритий. При цьому надходить мінеральне паливо з бака по лінії паркану мінерального палива через паливний фільтр грубої очистки і електромагнітний клапан, а також надходить рослинне паливо по лінії паркану рослинного палива через паливний фільтр грубої очистки і електромагнітний клапан. Отримується дизельне сумішне паливо в пропорції 35% рослинного палива і 65% мінерального палива подається в циліндри дизеля (циліндри дизеля на фігурі не показані) аналогічно вищеописаному палива;
- при температурі вихлопних газів 250–350 °С (середній режим роботи дизеля, 1200–1700 об./хв.) Відкриті всі електромагнітні клапана. При цьому надходить мінеральне паливо з бака по лінії паркану мінерального палива через паливний фільтр грубої очистки і електромагнітний клапан, а також надходить рослинне паливо по лінії паркану рослинного палива через паливний фільтр грубої очистки і електромагнітні клапана. Отримується дизельне сумішне паливо в пропорції 50% рослинного палива і 50% мінерального палива подається в циліндри дизеля аналогічно вищеописаному палива;

- при температурі вихлопних газів 350–450 °С (підвищений режим роботи дизеля, 1700–2200 об./хв.) При цьому рослинне паливо з бака пройшовши через паливний фільтр грубої очистки і електромагнітні клапана, подається в циліндри дизеля аналогічно мінеральному паливу при пуску й прогрівання.

Різний процентний склад сумішевого дизельного палива (співвідношення рослинного і мінерального палива відповідно 15%: 85%, 35%: 65%, 50%: 50%) виходить за рахунок підбору різних прохідних перетинів в електромагнітних клапанах.

Описана вище послідовність роботи електромагнітних клапанів в лініях паркану мінерального температури вихлопних газів двигуна забезпечує можливість роботи дизеля на трьох видах палива з автоматичним їх перемиканням і автоматичним регулюванням складу сумішевого палива в залежності від режимів роботи двигуна , а саме:

- подача мінімальної кількості рослинного палива (рослинного оливи) на холостому ході і знижених режимах роботи двигуна;
- поступове автоматичне збільшення вмісту рослинного оливи в дизельному сумішевих паливі в міру нагрівання циліндро-поршневої групи зі збільшенням навантаження на двигун;
- подача чисто рослинного оливи на номінальному режимі роботи.

Недоліком даної системи є неможливість оперативного контролю процентного складу і приготування рослинно-спиртової емульсії, що складається з компонентів: рослинного оливи і олифатичного спирту.

3.2. Двохпаливна система оснащення дизелем

Пропонована двухпаливна система живлення двигуна МТА дозволяє здійснювати автоматичне приготування МРЕ з оперативним регулюванням складу МРЕ, а також перемикати в автоматичному режимі з одного виду палива на інше.

Пропонована двухпаливна система живлення дизеля МТА з автоматичним регулюванням складу біопалива, представлена на малюнку, дозволить використовувати метанол–ріпакову емульсію в якості моторного палива для дизелів. Ця система

забезпечує заміщення ДТ, не вимагає особливих витрат на внесення конструктивних змін в двигуна МТА і може бути реалізована на дизелях, які вже перебувають в експлуатації.

Двохпаливна система живлення дизеля МТА (рис. 3.3) містить бак стандартного дизельного палива 1, бак рослинного оливи 2, бак олифатичного спирту 3, лінію паркану дизельного палива 4, що складається з фільтра грубої очистки 5 і триходового крана 6, лінію паркану рослинного оливи 7, що складається з насоса 8 і дозатора 9, лінію паркану олифатичного спирту 10, що складається з насоса 11 і дозатора 12, лінію приготування МРЕ 13, що складається з датчика складу МРЕ 14, фільтра грубої очистки 15, бака МРЕ 16, датчика рівня МРЕ 17, насоса 18 і триходового крана 19, лінії впорскування палива 20, що містить насос, що підкачує 21, фільтр тонкого очищення палива 22; паливного насоса високого тиску 23 і форсунок 24, електронну систему управління приготування і застосування МРЕ 25, що складається з мікроконтролера 26, датчика температури охолоджуючої рідини двигуна 27, датчика рівня МРЕ 17, датчика складу МРЕ 14, триходових кранів 6 і 19, насосів 8, 11 і 18 і дозаторів 9 і 12.

Пуск двигуна і його прогрів здійснюється на дизельному паливі. При цьому триходовий кран 6 переключено в положення «Дизельне паливо».

Одночасно з пуском дизеля мікроконтролер 26 подає керуючий сигнал на включення насоса 18 на включення. Триходовий кран 19 знаходиться в положенні «Циркуляція». Що знаходиться в баку 16 МРЕ, перекачується насосом 18 і гомогенізується. При досягненні двигуном робочої температури, датчик температури охолоджуючої рідини 27 подає сигнал в мікроконтролер 26, який подає сигнал для переладу триходового крана 19 у положення «Подача» і триходового крана 6 в положення «МРЕ». Далі робота дизеля здійснюється на МРЕ.

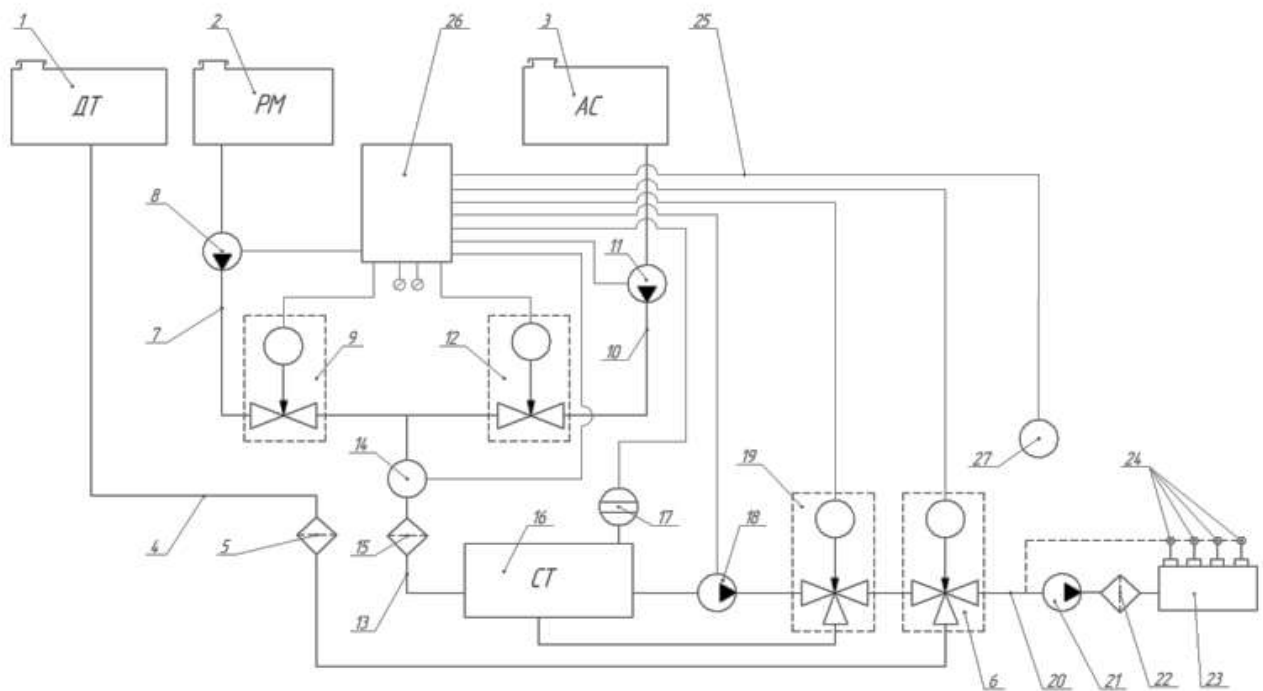


Рис. 3.3. Двохпаливна система оснащення двигуна з автоматичним приготуванням МРЕ і перемикання виду палива

При низькому рівні МРЕ в баку 16, датчик рівня МРЕ 17 подає сигнал на мікроконтролер 26, який, в свою чергу, подає керуючий сигнал на включення насосів 8 і 11, а також дозаторів 9 і 12. Датчик складу МРЕ 14, оцінюючи зміст спиртового компонента в МРЕ, подає інформацію мікроконтроллеру 26, який ґрунтуючись на ній, регулює роботу дозаторів 9 і 12. Приготовлена МРЕ, проходячи через фільтр 15, потрапляє в бак 16. При досягненні необхідного рівня МРЕ в баку 16, датчик рівня МРЕ 17 подає сигнал на мікроконтролер 26, який, в свою чергу, подає керуючий сигнал на вимикання насосів 8 і 11, а також дозаторів 9 і 12.

У разі, коли рівень МРЕ в баку 16 не підвищується, наприклад, в результаті виходу з ладу насоса 8 або 11, при виробленні рослинного оливи і олифатичного спирту в баках 2 і 3, мікроконтролер 26 подає сигнал на вимикання насоса 18 і перекид триходового крана 6 в положення «Дизельне паливо».

3.3. Математичне обґрунтування параметрів робочого циклу і експлуатаційних показників роботи двигуна при роботі на метанол–ріпакової емульсії

Метою даного етапу досліджень є проведення теоретичного розрахунку параметрів робочого циклу і експлуатаційних показників МТА, оснащеного двигуном Д-242, при роботі на метанол–ріпакової емульсії і їх порівняння з параметрами штатного циклу.

Для реалізації поставленої мети методика передбачає:

- тепловий розрахунок штатного циклу;
- тепловий розрахунок циклу при роботі на МРЕ;
- розрахунок і побудова індикаторних діаграм, їх порівняльний аналіз;
- розрахунок і аналіз індикаторних і ефективних показників роботи дизеля.

Об'єктом досліджень є трактор Білорус 572, оснащений двигуном Д-242: однорядний, чотирициліндровий дизель без наддуву.

Розрахунок проводиться при роботі дизеля на номінальному режимі.

Особливістю розрахунку є те, що метанол–ріпакова емульсія відрізняється від дизельного палива збільшеним вмістом прихованого кисню в молекулах рапсового оливи і метанолу, а також меншою в порівнянні з дизельним паливом питомою теплотою згоряння.

При розрахунках змінюється кількісний склад метанолу–ріпакової емульсії як співвідношення компонентів (рапсова олива/метанол) – від 5/5 до 9/1.

Розрахунок показників циклу проводиться при незмінній тривалості згоряння і постійному показнику згоряння m . Величина параметра згоряння визначається ступенем турбулізації робочого тіла, яка, в свою чергу, залежить від частоти обертання. Так як розрахунок ведеться для одного швидкісного режиму, то приймаємо постійною. Параметр m залежить від способу сумішоутворення і, отже, також залишається постійним.

Коефіцієнт наповнення обчислимо за наступним виразом:

$$\eta_V = \left[\frac{P_A}{P_0} - \frac{1}{\xi - 1} \left(\frac{P_T}{P_0} - \frac{P_A}{P_0} \right) \right] \cdot \frac{T_0}{T_0 + \Delta T},$$

де P_0 – тиск навколишнього середовища, МПа; P_A – тиск на початку такту стиснення, МПа; P_T – тиск залишкових газів, МПа; ξ – ступінь стиснення; T_0 – температура навколишнього середовища, К; T – підвищення температури, К.

Температура газів на початку такту стиснення розраховується за формулою:

$$T_A = \frac{\varepsilon \cdot P_A \cdot T_0 \cdot T_T}{P_T \cdot T_0 + \eta_V (\varepsilon - 1) \cdot P_0},$$

де T_T – температура залишкових газів, К.

Коефіцієнт залишкових газів:

$$\gamma = \frac{1}{(\varepsilon - 1) \cdot \eta_V} \cdot \frac{P_T}{P_0} \cdot \frac{T_0}{T_T}.$$

Питома обсяг робочого тіла на початку стиснення розраховуємо за формулою:

$$V_A = \frac{848}{\mu_B} \cdot \frac{T_A}{P_A},$$

де μ_B – молярний маса повітря.

Тиск P_Y і температуру робочого тіла в момент займання обчислюємо за формулами:

$$P_Y = \left(\frac{V_A}{V_Y} \right)^{n_1} \cdot P_A,$$

$$T_Y = \left(\frac{V_A}{V_Y} \right)^{n_1 - 1} \cdot T_A,$$

де n_1 – показник політропи стиснення;

V_Y – питомий об'єм робочого тіла в момент займання, м³/кг.

Питома обсяг робочого тіла в момент займання розраховуємо по залежно:

$$V_Y = \frac{V_A}{\xi} \left(1 + \frac{\varepsilon - 1}{2} \cdot \delta_Y \right),$$

де δ_Y – кінематична функція для розрахунку ходу поршня.

Теоретично необхідну кількість повітря для повного згоряння одного кг метанолу–ріпакової емульсії визначається за наступним висловом:

$$l_0 = \frac{1}{0,23} \times \left(\frac{8}{3} (a \cdot C^{PM} + b \cdot C^M) + 8(a \cdot H^{PM} + b \cdot H^M) - (a \cdot O^{PM} + b \cdot O^M) \right),$$

де C^{PM} , H^{PM} і O^{PM} – сумарна частка вуглецю, водню і кисню в рапсовій олії; C^M , H^M і O^M – сумарна частка вуглецю, водню і кисню в метанолі; a – масова частка рапсового оливи в складі емульсії; b – масова частка метанолу в складі емульсії.

Загальну питому використану теплоту згоряння обчислимо по формулою:

$$q_z = \frac{\xi \cdot (a \cdot Q_{HHZ}^{PM} + b \cdot Q_{HHZ}^M)}{(1 + \gamma) \cdot \alpha \cdot l_0 + 1},$$

Тиск газів в процесі згоряння визначимо для кожних 2,5 ° п.к.в. за формулою:

$$P_2 = \frac{E_2 \cdot \Delta X_{1-2} + P_1 [k_{1-2} \cdot \psi(\alpha_1) - \psi(\alpha_2)]}{k_{1-2} \cdot \psi(\alpha_2) - \psi(\alpha_1)},$$

де E_2 – постійна; ΔX_{1-2} – частка палива, що згорів на ділянці; k_{1-2} – фактор теплоємності робочого тіла; $\psi(\alpha_{1,2})$ – функція положення колінчастого вала.

Постійна E_2 розраховується за формулою:

$$E_2 = 0,854 \cdot \frac{\varepsilon}{V_A} \cdot q_z.$$

Частка палива, що згорів на ділянці, обчислюється за формулою:

$$\Delta X_{1-2} = e^{-6,908 \left(\frac{\varphi}{\varphi_2} \right)^{m+1}} - e^{-6,908 \left(\frac{\varphi}{\varphi_2} \right)^m},$$

де e – основа натурального логарифма; φ , φ_2 – кути, відлічувані від моменту займання до початку або кінця ділянки.

Температуру робочого тіла в кінці кожної ділянки обчислимо за формулою:

$$T_2 = \frac{T_Y}{P_Y \cdot \psi(\alpha_Y)} \cdot \frac{P_2 \cdot \psi(\alpha_2)}{\beta_{1-2}},$$

де β_{1-2} – середній на ділянці $\varphi_1 - \varphi_2$ коефіцієнт молекулярного зміни.

Максимальне значення дійсного коефіцієнта молекулярного зміни обчислюється за формулою:

$$\beta_{MAX} = \frac{1 + \gamma + \frac{\mu_B \cdot \left(\frac{a \cdot H^{PM} + b \cdot H^M}{4} + \frac{a \cdot O^{PM} + b \cdot O^M}{32} \right)}{\alpha \cdot l_0}}{1 + \gamma}.$$

Дійсний коефіцієнт молекулярного зміни розраховуємо за формулою:

$$\beta = 1 + (\beta_{MAX} - 1) \cdot X.$$

Найбільшу швидкість наростання тиску розрахуємо за формулою:

$$\omega = \frac{P_i + P_{i-1}}{2,5}.$$

Тиск P_B і температура T_B робочого тіла для умовного кінця розширення обчислимо за формулами:

$$P_B = \left(\frac{V_Z}{V_A} \right)^{n_2} \cdot P_Z,$$

$$T_B = \left(\frac{V_Z}{V_A} \right)^{n_2-1} \cdot T_Z,$$

де n_2 – показник політропи розширення; P_Z – тиск робочого тіла в кінці згоряння, МПа; T_Z – температура робочого тіла в кінці згоряння, К; V_Z – питомий об'єм робочого тіла в кінці згоряння, м³/кг.

Абсолютну роботу газів в Політропний процесі «чистого» стиснення визначимо за формулою:

$$l_{AY} = \frac{1}{n_1 - 1} (P_Y \cdot V_Y - P_A \cdot V_A).$$

Абсолютну роботу газів процесу стиснення при згорянні визначимо за формулою:

$$l_{YC} = \frac{(\xi - 1) \cdot V_A}{4\xi} \left[(\sigma_Y - \sigma_{Y+1}) \cdot P_Y + \sum_{i=Y}^{i=C-2} (\sigma_i - \sigma_{i+2}) \cdot P_{i+1} + \sigma_{C-1} \cdot P_C \right].$$

Абсолютну роботу газів в процесі розширення при згорянні знайдемо за формулою:

$$l_{CZ} = \frac{(\xi - 1)V_A}{4\xi} \left[\sigma_{C+1} \cdot P_C + \sum_{i=C}^{i=Z-2} (\sigma_{i+2} - \sigma_i) \cdot P_{i+1} + (\sigma_Z - \sigma_{Z-1}) \cdot P_Z \right].$$

Абсолютна робота газів в процесі «чистого» політропічного розширення визначається за формулою:

$$l_{ZB} = \frac{1}{n_2 - 1} (P_Z \cdot V_Z - P_B \cdot V_B),$$

де P_B – тиск робочого тіла в кінці розширення, МПа; T_B – температура робочого тіла в кінці розширення, К; V_B – питомий об'єм робочого тіла в кінці розширення, м³/кг.

Величина роботи теоретичного циклу дорівнює роботі розширення, зменшеній на роботу стиснення газів:

$$l_{ITEOP} = l_{CZ} + l_{ZB} - l_{AY} - l_{YC}.$$

Середнє індикаторне тиск циклу:

$$P_{ITEOP} = \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \cdot \frac{l_{ITEOP}}{V_A}.$$

Індикаторний коефіцієнт корисної дії циклу:

$$\eta_{ITEOP} = \frac{\xi \cdot l_{ITEOP}}{427 \cdot q_Z}.$$

Питома індикаторний витрата палива:

$$g_{ITEO} = \frac{632}{\eta_{ITEO} \cdot (a \cdot Q_{НИЗ}^{PM} + b \cdot Q_{НИЗ}^M)}.$$

Середня швидкість поршня $W_{П.СР.}$, м/с:

$$W_{П.СР.} = \frac{115 \cdot n}{3 \cdot 10^4}.$$

Середній тиск механічних втрат $P_{М.П.}$, МПа:

$$P_{М.П.} = 0,105 + 0,012 \cdot W_{П.СР.}$$

Середнє ефективне тиск P_e , МПа:

$$P_e = P_i - P_{M.П.}$$

Механічний ККД η_M

$$\eta_M = \frac{P_e}{P_i}$$

Ефективний ККД η_e :

$$\eta_e = \eta_i \cdot \eta_M$$

Ефективна потужність N_e , кВт:

$$N_e = \frac{P_e \cdot n \cdot 4,75}{120}$$

За результатами теплового розрахунку будуються індикаторні діаграми циклу в Р–φ і Т–φ координатах. Розрахунок і побудова індикаторних діаграм, визначення індикаторних і ефективних показників проводиться за стандартними методиками.

3.4. Висновки по розділу

В результаті аналізу матеріалу, що представлений у третьому розділі можна зробити наступні висновки:

1. Результати розрахунків показують, що зі збільшенням процентного змісту метанолу в метанол–ріпакової емульсії з 10% до 50% величина питомої ефективної витрати палива зростає на 11% (з 261 до 295 г/(кВт·год)). При цьому ефективна потужність, знижується на 20% (з 39,1 до 30,9 кВт).

2. Результати розрахунків показують, що кількість теплоти, що віддається в систему охолодження знижується на 27%, що викликано зменшенням максимальної температури циклу. Цей факт свідчить про зменшення теплонапруженості деталей двигуна, що благотворно впливає на ресурс двигуна.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Небезпечні та шкідливі виробничі фактори на підприємствах, що постачають паливо цивільної авіації

Правила техніки безпеки на підприємствах паливозабезпечення цивільної авіації встановлюють основні вимоги до охорони праці при роботі з постачання цивільних літаків, споруд та служб паливно–мастильними матеріалами та спеціальними рідинами, а також вимоги щодо прийому, зберігання, контролю якості та доставки паливо на підприємствах цивільної авіації. Ці вимоги спрямовані на підтримку безпечних та здорових робочих місць та умов праці. Усі небезпечні та шкідливі виробничі фактори поділяються на:

- фізичний;
- хімічна;
- біологічний;
- психофізичний.

У процесі роботи у виробничому середовищі на людину може впливати або один, або декілька з вищезазначених небезпечних та шкідливих факторів.

Давайте розглянемо небезпечні та шкідливі фактори, які можуть з'явитись у виробничому процесі, на прикладі техніки спеціалізованої лабораторії з контролю викидів пального та мастильних матеріалів.

Відповідно до ГОСТ 12.0.003–74 (1999) ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» небезпечними факторами спалаху, що впливають на людей, є:

- підвищена або знижена температура, вологість та рухливість повітря в зоні технічного обслуговування повітряних суден;
- недостатнє освітлення робочої зони;
- концентрація випаровування речовин;
- ураження струмом;

- коротке замикання;
- ударна хвиля (вибух посудин, що працюють під тиском, парів рідини).

Як було зазначено вище, контроль викидів нафтопродуктів здійснюється в спеціалізованих лабораторіях. Всі випробування проводяться на наступних етапах:

1. підготовка сировини та зразків, обладнання, технічне обслуговування обладнання для проведення випробувань;
2. підключення установки (обладнання) для аналізу або окремих її компонентів до електричних, газових та водяних мереж;
3. виконання аналізу;
4. розбирання обладнання та відновлення (утилізація) або зберігання зразків.

Щоб уникнути отруєнь, травм, опіків, вибухів та пожеж в лабораторії, персонал повинен дотримуватися правил безпеки в лабораторії при експлуатації всього обладнання, різних установок, а також зразків паливно–мастильних матеріалів, хімічних речовин. Необхідно правильно організувати зберігання реагентів, а також дотримуватись норм та інших вимог щодо безпеки під час виконання лабораторних досліджень.

4.2. Засоби запобігання дії небезпечних та шкідливих факторів

З метою попередження або зменшення впливу шкідливих та небезпечних факторів на персонал лабораторії застосовуються заходи колективного та індивідуального захисту.

Засоби колективного захисту призначені для:

- нормалізація якості повітря в лабораторіях або на робочих місцях (вентиляція, кондиціонування, опалення, автоматичне управління та сигналізація);
- нормалізація освітленості в лабораторіях та робочих зонах (джерела світла, освітлювальне обладнання, світлозахисне обладнання, світлофільтри);
- кондиціонування, вентиляція;
- захист від короткого замикання (заземлення електричних апаратів);
- захист від електромагнітних, магнітних та електричних полів (знаки безпеки).

ки, автоматичне управління та сигналізація, дистанційне управління тощо).

Процес забезпечення безпечних умов праці тісно пов'язаний із забезпеченням персоналом лабораторії спеціальним одягом, взуттям та іншими засобами індивідуального захисту.

4.2.1. Загальні заходи та засоби для нормалізації метеорологічних параметрів

Стандарт ДСН 3.3.6.042–99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» встановлює для робочої зони норми температури, відносної вологості та швидкості повітряного потоку в теплі, холодні та перехідні періоди року, що походять від робочої категорії щодо важкості, налаштування квартири, надлишки тепла.

Вимірювання параметрів мікроклімату слід проводити на початку, в середині та в кінці холодного і теплого періоду року не менше 3 разів за зміну (ранній, середній та кінець). При виявленні коливань мікроклімату (якщо це пов'язано з технологічними та іншими причинами), вимірювання слід проводити також при найбільших і найменших значеннях теплового навантаження на робітників, що мають місце під час робочих змін.

Нормальні параметри мікроклімату на робочому місці повинні бути досягнуті завдяки оптимальному розташуванню опалювального та охолоджувального обладнання у виробничих приміщеннях лабораторії.

При забезпеченні прийнятних умов мікроклімату температура внутрішніх поверхонь огорожувальних конструкцій робочої зони (стін, підлоги, стелі тощо) не повинна перевищувати допустимі значення температури повітря. Допустимі умови роботи в лабораторії встановлені в таблиці 4.1. Швидкість зміни температури на рівні робочої зони повинна бути до 3 ° С. У холодну пору року робочі місця слід захищати від охолодження віконних прорізів, а в теплу пору року – від прямих сонячних променів.

Оптимальні умови мікроклімату

Норми	Оптимальна			Допустимі		
	Температура повітря °С	Відносна вологість %	Швидкість повітря м/сек	Температура повітря °С	Відносна вологість, %	Швидкість повітря м/сек
Холодний	22 – 24	40 – 60	0,1	21 – 25	75	0,1
Теплий	23 – 25	40 – 60	0,1	22 – 28	75(at 24°С)	0,1 – 0,2

4.2.2. Повітряна вентиляція та кондиціонування виробничих площ

Вентиляція – важливий засіб, який використовується для створення належних санітарно–гігієнічних метеорологічних умов у виробничих квартирах. Відповідно до “Міждержавного стандарту ГОСТ 12.1.005–88 ССБТ. Загальні санітарно–гігієнічні вимоги до повітряних робочих зон”. Вентиляція – це організований і регулярний повітрообмін, метою якого є відведення від виробничих квартир газів і пилу, які становлять небезпеку отруєння, вибуху або спалаху, а також створення нормальних метеорологічних умов в робочому середовищі – температура, вологість, повітря швидкість потоку.

Основні типи вентиляції: природна та штучна.

Природна вентиляція справджується в результаті різниці щільності повітря зовні та всередині квартири. Повітря в квартирі, як правило, має більш високу температуру (відведення тепла за технологічними процесами, обладнанням, людьми), ніж зовнішнє, тому щільність повітря в квартирі менше порівняно з зовнішньою. Для підвищення теплового тиску в будівлі та сховища споруджуються висновки і встановлюються на них дефлектори. Штучна (механічна) вентиляція здійснюється завдяки тиску повітря, створюваному вентилятором, який обертається електродвигу-

НОМ.

Якщо вентиляційні системи влаштовані та підтримуються нерегулярно, може виникнути пожежа. Це пояснюється тим, що вентиляційна система складається з металевих елементів, які при вібрації та зіткненні можуть вдарити до іскри. Якщо при цьому в повітрі є горючі гази, пара або пил, тоді може виникнути пожежа або вибух, і повітряні канали стануть чудовими способами для розповсюдження вогню та диму на всю будівлю або споруду.

Перед введенням в експлуатацію вентиляційні системи повинні пройти повне тестування та мати паспорт, журнали ремонту та експлуатації. Адміністрація чітко встановлює графік обстежень та ремонтів вентиляційних систем.

Визначення повітрообміну згідно кратності повітрообміну в приміщенні.

Об'єм вентиляційного повітря визначається для кожного приміщення окремо, з урахуванням наявності шкідливих домішок (речовин), або задається за результатами раніше проведених досліджень. Якщо характер та кількість шкідливих домішок (речовин) не піддаються обліку, повітрообмін визначають за кратністю:

$$L = V_{\text{пом}} \times K_p \text{ (м}^3\text{/год)},$$

де $V_{\text{пом}}$ – об'єм приміщення, м^3 ; K_p – мінімальна кратність повітрообміну, 1/год, див. таблицю кратності повітрообміну.

Необхідно розрахувати загальний об'єм приміщення в кубічних метрах.

Для цього використовується проста формула:

Довжина \times ширина \times висота = об'єм приміщення м^3

$$A \times B \times H = V \text{ (м}^3\text{)}$$

Наприклад: приміщення довжиною 7 м, шириною 4 м та висотою 2,8 м. Для визначення об'єму повітря, необхідного для вентиляції цього приміщення, розраховуємо об'єм кімнати: $7 \times 4 \times 2,8 = 78,4 \text{ м}^3$.

Визначення повітрообміну при виділенні вологи:

$$L = L_1 \times N_L \text{ (м}^3\text{/год)},$$

де L_1 – норма повітря на одну людину, $\text{м}^3\text{/год} \times \text{чол}$; N_L – кількість людей в приміщенні.

20–25 $\text{м}^3\text{/год}$ на одну людину при мінімальній фізичній активності

45 м³/год на одну людину при легкій фізичній роботі

60 м³/год на одну людину при важкій фізичній роботі

Визначення повітрообміну при виділенні вологи:

$$L = D / ((d_v - d_n) \times \rho) \text{ (м}^3\text{/год)}$$

де D – кількість вологи, що виділяється, г/год; d_v – вміст вологи у повітрі, що видаляється, г води/кг повітря; d_n – вміст вологи у припливному повітрі, г води/кг повітря; ρ – густина повітря, кг/м³ (при +20 °C = 1,205 кг/м³).

Визначення повітрообміну для видалення надлишків тепла:

$$L = Q / (\rho \times C_p \times (t_v - t_n)) \text{ (м}^3\text{/год)}$$

де Q – виділення тепла у приміщення, кВт; t_v – температура повітря, що видаляється, °C; t_n – температура припливного повітря, °C; ρ – густина повітря, кг/м³ (при 20 °C = 1,205 кг/м³); C_p – теплоємність повітря, кДж/(кг·K) (при 20 °C; $C_p = 1,005$ кДж/(кг·K)).

4.3. Пожежна та вибухова безпека в лабораторії випробувань викидів нафтопродуктів

Пожежна безпека є ключовим питанням для всіх хімічних лабораторій ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ. «Пожарная безопасность. Общие требования». Небезпека пожежі в лабораторіях виникає внаслідок зберігання та використання легкозаймистих, вибухонебезпечних та окислювальних речовин та паливних газів, а також в результаті небезпечних операцій.

Величина небезпеки від легкозаймистих речовин залежить як від їх фізико-хімічних властивостей, так і від кількості, що бере участь. Для рідини важливі температура спалаху, температура самозаймання, межі вибуховості, щільність пари та здатність накопичувати електростатичний заряд. Також слід враховувати можливість посилення таких небезпек через збагачення киснем.

Пожежа або вибух можуть статися, коли легкозаймисті пари змішуються з киснем або повітрям у пропорціях у межах критичних значень, відомих як нижня та верхня межі вибуховості (LEL та UEL). Для більшості розчинників LEL знаходиться

в межах 1–5 % у повітрі, тому хороша вентиляція необхідна для того, щоб уникнути ризику утворення легкозаймистої або вибухонебесної атмосфери при використанні таких речовин. Однак важливо, що LEL зазвичай значно перевищує межу професійного впливу для концентрації пари в повітрі робочої кімнати.

Пари легкозаймистих рідин щільніші за повітря і, таким чином, мають тенденцію до опускання до рівня землі, де вони можуть поширюватися на великій площі. Слід подбати про те, щоб мінімізувати утворення таких парів та пов'язаний з цим ризик займання від спалаху віддаленого джерела. Легкозаймисті або горючі тверді речовини, які часто зустрічаються в лабораторіях, включають лужні метали, металеві гідриди, деякі металоорганічні сполуки, фосфор і сірку.

Вибухи ГОСТ 12.1.010–76 «Система стандартів безпеки труда (ССБТ). Взрывобезопасность. Общие требования» також можуть статися, коли легкозаймисті речовини змішуються з твердими або рідкими окислювачами, і необхідність таких комбінацій завжди повинна бути оцінена перед тим, як продовжувати. У лабораторіях часто можна знайти цілий ряд горючих матеріалів, таких як папір, картон, пластмаси та інша упаковка тощо. У разі пожежі ці матеріали разом із меблями та будівельними матеріалами, такими як ДВП та ДСП, будуть суттєво сприяти поширенню пожежі.

Джерела запалення, які часто зустрічаються в лабораторіях, включають відкрите полум'я, конфорки, печі, печі, електрику (коротке замикання, іскрову розподільчих пристроїв та обладнання, що не захищає полум'я), статичну електрику, високоінтенсивне випромінювання та окислювачі. Зараз паління загалом заборонено в хімічних лабораторіях.

Пожежа залежить від присутності палива, окислювача (зазвичай повітря) і, як правило, джерела займання. Тому запобігання пожежам ґрунтується на ліквідації одного або декількох з них. Цього найкраще досягти поєднанням гарного дизайну та безпечної робочої практики.

Проектування та будівництво хімічних лабораторій детально висвітлюється в Правилах будівництва, різних українських стандартах та інших публікаціях. Однак важливо, щоб запаси легкозаймистих матеріалів були мінімальними, особливо за

межами затверджених територій зберігання. Часто для магазинів платоспроможних підприємств необхідно мати ліцензію місцевої влади.

У разі виникнення пожежі важливо забезпечити стримування, щоб обмежити його поширення на сусідні ділянки. Труднощі виникають у лабораторних будівлях через потенційні ефекти димоходу, створювані вихлопними трубами витяжної шафи та службовими трубами. У таких повітроводах бажані протипожежні розриви, і, можливо, знадобляться демпфери плавких ланок. При цьому заслінка утримується відкритою за допомогою легкої металевої ланки, яка плавиться при високих температурах і змушує заслінку закриватися.

В ідеалі слід передбачити щонайменше два захищені шляхи евакуації. Аварійні виходи повинні бути чітко позначені відповідними знаками і не повинні перешкоджати меблям або іншим рухомим предметам. Пожежні сертифікати потрібні для певних класів приміщень, таких як заводи.

Слід забезпечити відповідну систему виявлення та пожежної сигналізації. Розташування всіх пунктів виклику пожежної сигналізації повинно бути чітко позначене. Слід враховувати димові та швидкості підйому теплових сповіщувачів, особливо в лабораторіях, де обладнання залишається без нагляду. Також можуть бути розглянуті автоматичні системи пожежогасіння. Слід також забезпечити переносне протипожежне обладнання. Розробка безпечних робочих процедур настільки ж важлива для запобігання пожежам, як і забезпечення належних приміщень.

Легкозаймисті речовини слід зберігати у правильно спроектованих вогнестійких магазинах. В ідеалі такі магазини повинні бути окремими будівлями, щоб мінімізувати вплив пожежі на головний корпус лабораторії. Усі магазини повинні бути чітко позначені, щоб вказувати їх вміст та попереджати про займистість. Запаси слід контролювати і, де це можливо, зводити до мінімуму, шляхом ретельного управління придбанням, ротацією запасів, використанням та утилізацією. Доступ до магазинів повинен бути обмежений уповноваженими особами, які проінструктовані про характер небезпеки та заходи безпеки щодо поводження, включаючи процедури у випадку розливу. Усі контейнери повинні бути марковані відповідно до хімічних речовин.

Запаси горючої рідини слід провітрювати як на високому, так і на низькому рівні, щоб запобігти накопиченню парів. На порозі магазину слід передбачити підвіконня, щоб утримати будь-які розлиті речовини всередині магазину. Будь-яке електричне обладнання, таке як світильники, обігрівачі тощо, повинно мати спеціальну вогнезахисну конструкцію, щоб запобігти загорянню парів [34].

Відповідно до НАПБ А.01.001–2004 «Правила пожежної безпеки в Україні» всі пункти вогнегасника повинні бути чітко позначені, бажано вище висоти будь-якої перешкоди, і повинна бути надана інформація щодо використання кожного типу вогнегасників. Важливо, щоб була доступна достатня кількість відповідних вогнегасників та щоб працівники були обізнані з їх використанням та обмеженнями. Також слід проводити періодичне підвищення кваліфікації щодо використання вогнегасників.

Залежно від закачаної вогнегасної речовини, вогнегасники поділяються на п'ять видів:

- вуглекислотні;
- повітряно-пінні;
- порошкові;
- водні;
- аерозольні.

Вогнегасники розрізняють за способом спрацьовування:

- автоматичні — стаціонарно монтуються в місцях можливого виникнення вогню.
- ручні (приводяться в дію людиною) — розташовуються на спеціально оформлених місцях.
- комбінованої дії — мають переваги обох вищеописаних типів.

За обсягом корпусу:

- ручні малолітражні з обсягом корпусу до 5 л;
- промислові ручні з обсягом корпусу від 5 до 10 л;
- стаціонарні й пересувні з обсягом корпусу понад 10 л, зазвичай на візку.

За способом подачі вогнегасного складу:

- під тиском газів, що утворюються внаслідок хімічної реакції складників заряду;
- під тиском газів, що подаються зі спеціального балончика, розміщеного в корпусі вогнегасника;
- під тиском газів, закачаних у корпус вогнегасника;
- під власним тиском вогнегасного засобу.

За видом пускових пристосувань:

- з вентильним затвором;
- із запірно–пусковим обладнанням пістолетного типу;
- з пуском від постійного джерела тиску.

Вибір вогнегасника залежить від характеру та масштабу лабораторних операцій. Для невеликих лабораторних пожеж, що включають легкозаймісті рідини (пожежа класу В), вибір переносних вогнегасників лежить серед випаровуючих рідин, вуглекислого газу та сухих порошоків. Незалежно від вибору вогнегасника, усіх слід евакуйовувати з місця, де сталася пожежа, оскільки продукти згоряння навіть звичайних матеріалів можуть бути дуже токсичними [35].

Пожежі, що включають велику кількість легкозаймістих рідин, що містяться, найкраще гасити піною або сухим порошком. Для пожеж із засипанням або течією легкозаймістих рідин сухий порошок є найбільш підходящим вогнегасником. Не слід використовувати піну на електричних пожежах.

4.4. Інструкція техніки безпеки при підготовці біопалива

Вимоги безпеки перед початком роботи:

1. Привести в належний стан спецодяг;
2. Підготувати робоче місце до безпечної роботи, прибрати непотрібні в роботі предмети, звільнити проходи.
3. Робоче місце повинно бути забезпечено справним інструментом та пристроями.
4. Робоче місце повинно бути забезпечене справними засобами захисту.

5. Вимагати від керівника робіт проведення інструктажу на робочому місці при новій роботі та переведенні на іншу роботу.

6. Перевірити справність та надійність заземлення механізмів та верстатів.

7. При виявленні несправностей обладнання ,пристроїв, інструменту при виникненні пожежі ,порушенні норм безпеки, аварії, негайно повідомити про це керівника робіт.

Вимоги безпеки під час роботи

1. Необхідно виконувати тільки ту роботу ,що поручена вам керівником робіт.

2. Не вмішуватись в роботу інших ,якщо це не доручено адміністрацією.

3. Бути уважним в роботі ,не відволікати від роботи розмовами інших та не дозволяти це робити іншим.

4. Не працювати без належного освітлення.

5. Не допускати присутності в робочій зоні присутності сторонніх осіб.

6. Забороняється самостійно усувати несправності в тому числі і з електрики, необхідно викликати слюсаря, а при неполадках електричного характеру – електрика.

7. При появі сторонніх шумів ,виявленні неполадок, іскрінні електрообладнання, появі електричної напруги на деталях та частинах машини верстата ,необхідно негайно зупинити машину та визвати ремонтника.

8. При зовнішньому укладанні паливо–мастильних матеріалів та тари з під них, розриви між штабелями повинні бути не менше 5 метрів.

9. В приміщенні на території складу необхідно вивішувати на видних місцях попереджувальні написи «вогнебезпечно, вибухонебезпечно, курити заборонено,»

10. При зливанні та заправці автоцистерн паливними матеріалами ,цистерни повинні бути заземлені.

11. Між бочками в приміщенні повинна бути відстань для їх переміщення без доторкання одна до іншої.

12. При укладенні бочок в 2 яруси, покласти підкладку, унеможлививши цим утворення іскри при ударі.

13. Металеву тару дозволяється зберігати в складі тільки в промитому стані.

14. Підлога приміщення повинна бути сухою, пролите паливо негайно витирати, а при земляній підлозі засипати сухим піском.

Підставляти під покришки автоцистерн спеціальні підкладки

При відкритті кришки люка цистерн не можна стояти над ними, щоб не труктись газами.

Не допускати проливу палива.

При відбиранні проб мазуту, бензину, керосіну та іншого палива, не можна користуватись відкритим вогнем. Необхідно користуватись безпечним освітленням.

Комірники складів, працівники нафтоскладів зобов'язані слідкувати за станом кранів, трубопроводів, вентилів, з'єднань труб в магістралях і приймати міри у випадку підтікань, слідкувати за справністю заземлення.

Забороняється використовувати паливо для миття рук.

Забороняється знаходитись на території складу стороннім особам. За порушення цього пункту правил відповідальність несе комірник.

Вимоги безпеки по закінченні роботи

1. Прибрати робоче місце.
2. Вимити руки та обличчя з милом чи прийняти душ.
3. Повідомити керівника робіт про всі несправності що виникали в процесі роботи.

4.5. Висновки по розділу

Охорона праці на підприємствах цивільної авіації регулюється системою взаємопов'язаних нормативних актів законодавства України про охорону праці. Загальними законами України, що визначають основні норми безпеки, є Конституція України, «Трудовий кодекс України» та Закон України «Про запобіжний стан праці». Весь персонал будь-якого підприємства повинен мати інструкції наступних типів:

- вступний інструктаж;
- основна інструкція щодо робочого місця;

- повторна інструкція;
- позапланова інструкція.

Отримання всіх вказівок повинно бути доведено усім персоналом особисто в спеціальному журналі охорони праці на всіх видах підприємств.

Розслідування та облік нещасних випадків та порушень правил техніки безпеки здійснюється відповідно до діючої конституції «про порядок розслідування та обліку нещасних випадків, пов'язаних з роботою». Покращення робочого середовища та заходів безпеки, запобігання захворювань та нещасних випадків персоналу підприємства виконується відповідно до рекомендації «про планування робочого середовища та заходів безпеки».

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1. Аналіз впливу на навколишнє середовище викидів нафтопродуктів при виробництві біопалива

Глобальні явища, такі як клімат, можуть бути чутливими до впливу забруднювачів повітря. Як і більшість екологічних систем, клімат різниться у своїй реакції на різні забруднювачі. Насправді, деякі забруднювачі призводять до охолодження, тоді як інші призводять до нагрівання тропосфери. В даний час основну стурбованість більшості наукового співтовариства стосується потепління. Моделі різняться в прогнозуванні того, як це збільшення вплине на середні глобальні температури та інші кліматичні змінні, але багато вчених та політиків побоюються, що затримки у стримуванні цієї тенденції можуть призвести до значної екологічної та соціальної катастрофи. Викиди забруднюючих речовин від транспорту та двигунів внутрішнього згоряння, що працюють від нафтопродуктів, відіграють важливу роль у цьому процесі.

Зміна клімату є однією з найважливіших проблем, які зараз стоять перед людством. Люди є безпосередніми свідками змін, які переживає наша планета: від підвищення температури та рівня моря або збільшення викидів парникових газів до передбачуваного танення полярних крижаних шапок як наслідок цього [36].

Занепокоєння щодо зміни клімату та необхідність зменшення викидів парникових газів стають все більш важливими у продовженні політичної підтримки біопалива. Тому промисловість біопалива все частіше вимагає демонструвати, що чистий ефект є нижчим за парниковими газами, якщо брати їх до уваги протягом усього життєвого циклу, від врожаю до автомобілів. Поки рослини поглинають CO₂ з атмосфери, коли вони ростуть, що може компенсувати CO₂, що утворюється при спалюванні палива, CO₂ також виділяється в інші моменти процесу виробництва біопалива.

У циклі природного потепління Землі землю закриває атмосфера азоту

(78,1 %), кисню (20,9 %) та аргону (0,9 %), з меншою кількістю слідових газів, таких як вуглекислий газ (0,035 %), метан (0,0001 %) та інші. Частина мікроелементів, парникових газів, уловлює частину тепла, яке відбивається назад від землі (близько 30% енергії Сонця відбивається назад у космос). Оскільки ці гази є прозорими для сонячного випромінювання і непрозорими для довгохвильового випромінювання із земної поверхні, короткохвильове випромінювання надходить, тепло затримується, і підстилаюча поверхня тим самим нагрівається.

Основні парникові гази включають вуглекислий газ (CO_2), метан (CH_4), закис азоту (N_2O), воду (H_2O), хлорфторуглероди (CFC-11 та CFC-12), озон та інші дрібні сліди газів. Деякі компоненти наносять більшу шкоду, ніж інші; наприклад, молекула метану в 23 рази потужніша в парникових умовах, ніж молекула діоксиду вуглецю, а ХФУ, за оцінками, більш ніж у 10 000 разів потужніша, ніж діоксид вуглецю. За підрахунками, вуглекислий газ найбільше сприяє парниковому ефекту (50 %), ХФУ 15 %, метану 20 %, озону 10 % та закису азоту 5 %.

Насправді, глобальна проблема, яка називається зміною клімату, породжується надмірною кількістю променистих газів (загальновідомих як парникові гази), особливо метану (CH_4) та CO_2 , який зазвичай не вважається забруднювачем повітря. Але частина цього випромінювання перехоплюється вуглекислим газом у повітрі і випромінюється як вгору, так і вниз. Те, що випромінюється вниз, утримує землю від швидкого охолодження. Оскільки концентрація вуглекислого газу продовжує зростати, очікується підвищення температури Землі.

Переважаючий парниковий ефект (крім водяної пари) походить від CO_2 не тому, що він є найбільшим поглиначем на моль випромінювання, відбитого від земної поверхні, а через велику його кількість та стійкість у атмосфері. Близько 5 ГТК (гігатон вуглецю) викидається у всьому світі щорічно від спалення викопного палива, а близько 1–2 ГТК сприяє вирубка лісів. Оскільки частина поглинається океанами та ґрунтами, чистий приріст становить близько 3 ГТК на рік. Транспортні засоби відповідають за від 20 до 25 % CO_2 . Метан поглинає приблизно в 35 разів швидкість CO_2 , хоча він має менший термін служби, і тому, за оцінками, він є лише приблизно в шість разів невігідним. Важливо контролювати нелегальні викиди CH_4 , де це мо-

жливо, особливо шляхом перетворення їх на корисну потужність.

Світові викиди надходять з багатьох джерел, головними з яких є промисловість, виробництво електроенергії та транспорт. Розподіл виробництва CO_2 з різних джерел та типів двигунів буде різним залежно від країни. При згорянні 1 л бензину утворюється 2,33 кг CO_2 ; при згорянні 1 л дизеля або гасу виділяється 2,64 кг CO_2 . Цей газ залишається в атмосфері приблизно 100–200 років, залежно від концентрації. Від 50 % до 75 % транспортного засобу CO_2 , ймовірно, надходить від двигунів з іскровим запалюванням. Тобто двигун із іскровим запалюванням, ймовірно, виробляє близько 15 % до 20 % від загальної кількості CO_2 , що в даний час потрапляє в атмосферу. Отже, це є значним, і потрібно робити спроби його зменшити.

Оскільки виділення енергії при спалюванні вуглеводневих палив може відбуватися лише шляхом окислення їх до CO_2 та H_2O , CO_2 є необхідним кінцевим продуктом процесу. Повна глобальна картина виробництва CO_2 доступна лише з урахуванням усіх типів двигунів, відносного споживання пального між ними та їхніх мінімальних вимог у міру прийняття місцевих методів викидів.

Очевидно також, що використовуване паливо впливатиме на кількість виробленого CO_2 . Наприклад, водень згоряє без CO_2 у продуктах. Бензин та дизельна олива складаються з багатьох вуглеводнів, які можуть суттєво відрізнитися від однієї партії до іншої. Окрім водню, метан (CH_4) є найкращим паливом із приблизно 76 % CO_2 на одиницю енергії, ніж бензин. Метан є основною складовою частиною природного газу (ПГ) і дуже значною часткою біогазу від різних механізмів розпаду. Пропан і бутан також кращі за бензин, але в меншій мірі (покращення приблизно на 10,5 % та 8 %, відповідно). Спиртні напої коштують лише помірно (приблизно на 4,5 % краще); хоча можна стверджувати, що етиловий спирт, який виробляється з біомаси, поглинає вуглець з атмосфери і тому не має чистого ефекту. Це, звичайно, залежить від того, яке паливо використовується при його виробництві, транспорті тощо. Метиловий спирт можна виробляти з багатьох джерел, таких як деревина, природний газ та вугілля. Але необхідно поставити під сумнів, що відбувається із залишком вуглецю при переробці. Загалом, можна помітити, що менші молекули живуть краще, як і парафіни, порівняно з олефінами та іншими вуглеводнями.

З впевненістю розраховується, що викиди вуглекислого газу відповідають за більш ніж половину посиленого парникового ефекту, і що загальні викиди потрібно буде зменшити до приблизно 40 % від поточного рівня, щоб стабілізувати склад атмосфери. На основі сучасних моделей було передбачено, що швидкість підйому температури буде більшою, ніж будь-яка з останніх 10 000 років; за сучасними тенденціями, близько 0,3 °C на десятиліття [37].

Якщо не вжити заходів для зменшення викидів парникових газів, середня оцінка збільшення складе 1 °C до 2025 року та 3 °C до 2100 року. За оцінками, рівень моря в середньому буде приблизно 6 см на десятиліття, головним чином за рахунок теплового розширення води в океанах, з деяким таненням льоду на суші.

Серед інших прогнозів вважається, що буде частішати екстремальні події, такі як сильні зливи та затоплення низовин. Вважається, що підвищення температури також приведе тропічні циклони далі на південь, ніж в останні роки, збільшуючи ризик штормових сплесків, що зачіпають прибережні райони. Сенс полягає в тому, що спостереження за зміною клімату забезпечують міцну підтримку думки, що глобальне потепління вже можна виявити. Підвищення середніх температур у цьому столітті приблизно до 0,8 °C, підвищення рівня моря на 10–20 см і недавній досвід п'яти найтепліших років, коли-небудь зафіксованих у 1980–х роках, – все це спостереження, які зміцнюють переконання в тому, що реальні зміни можуть побачити зміни. Ось чому потрібно негайно вжити заходів для зменшення рівня викидів парникових газів з нафтопродуктів.

Боротьба із глобальним потеплінням та можливістю зменшення викидів парникових газів (ПГ) є другим головним фактором розвитку біопалива. Негативний вплив викидів парникових газів на клімат відомий давно. Четвертий звіт про оцінку Міжурядової групи експертів зі зміни клімату (МГЕЗК) зазначає, що викиди ПГ потрібно зменшити на 50–85 % до 2050 року, щоб стабілізувати концентрацію ПГ в атмосфері. Враховуючи, що викопне паливо, що використовується в транспорті, системах опалення та охолодження, найбільше сприяє глобальному потеплінню (близько 75 % загальних викидів CO₂), однією з найважливіших цілей буде скорочення викидів у цій галузі.

Під час використання біопалива в транспорті виділяється ряд забруднюючих речовин, таких як CO, тверді частинки (PM), загальні вуглеводні (THC), леткі органічні сполуки (VOC), сполуки сірки та діоксини. Ці гази можуть бути небезпечними як для навколишнього середовища, так і для здоров'я людей. Однак, порівняно з викопним паливом, біодизель та етанол виділяють менше забруднюючих речовин, за винятком NO, які є вищими під біопаливом.

Ступінь того, наскільки біопаливо може пом'якшити зміну клімату, залежить від їх інтенсивності парникових газів відносно рідкого викопного палива, яке вони витісняють. Ця інтенсивність парникових газів є чутливою до практики виробництва сировини та джерела тепла на біопереробному заводі. Farrelletal. Демонструють широкий діапазон оцінок прямої інтенсивності парникових газів кукурудзяного етанолу, частково, через різницю в нормах введення. Показати, що пряма економія парникових газів від кукурудзяного етанолу щодо бензину коливається від 17 % до 59 % залежно від того, використовується вугілля або біомаса як джерело енергії для біопереробного заводу. Інтенсивність викидів парникових газів також залежить від біопалива першого та другого покоління та сировини, що використовується для кожного. Дослідження постійно показують, що біопаливо другого покоління з целюлозної сировини, особливо багаторічні трави, такі як Міскантус та трава, мають значно нижчу інтенсивність прямих викидів ПГ, ніж кукурудзяний етанол або бензин. За оцінками, етанол кукурудзи може зменшити викиди парникових газів на 18 %, тоді як етанол із перехідної трави зменшить викиди на 88 % щодо бензину. Інтенсивність викидів етанолу з цукрової тростини також оцінюється значно нижче, ніж у етанолу з кукурудзи.

5.2. Заходи щодо зменшення парникового ефекту внаслідок викидів нафтопродуктів

Кліматологи та інші вчені попереджають, що значне скорочення викидів парникових газів має розпочатися зараз, щоб уникнути небезпечних кліматичних змін. Веб-сайт Співки зацікавлених вчених стверджує: «Завдяки агресивному скорочен-

ню викидів, а також гнучкості в адаптації до тих змін, яких ми не можемо уникнути, у нас є невелике вікно, в якому можна уникнути справді небезпечного потепління та забезпечити майбутні покоління стійким світом. Це вимагатиме негайних і стійких дій щодо зменшення викидів тепла, що уловлюються, за рахунок підвищення енергоефективності, розширення використання відновлюваних джерел енергії та уповільнення вирубування лісів (серед інших рішень)».

Найпростіший і найшвидший спосіб зменшити викиди парникових газів – це кардинально підвищити енергоефективність. Заохочення збереження, підтримка використання більш енергоефективних технологій та розробка кращих технологій є одними із способів зменшити викиди CO₂ та інших парникових газів.

Гроші часто є ефективним мотиватором, і економісти сходяться на думці, що хорошим способом заохочення енергозбереження є податки. Податок на вуглець – це надбавка за використання джерел енергії, що викидають CO₂ в атмосферу. Наприклад, цей податок можна додати до ціни на бензин. Чим більше споживачів енергії використовують, тим більше податку вони платять. Чим менше енергії вони використовують, тим менше їх податковий рахунок. Податок дає людям економічний стимул бути більш енергоефективними, їдучи менше та купуючи економічні транспортні засоби. Зібрані гроші можна використати на дослідження альтернативних видів палива. Оскільки податок на вуглець дає людям і компаніям фінансовий стимул для економії енергії, промисловість має стимул виробляти більш енергоефективні транспортні засоби. Зменшення використання викопного палива має додаткову перевагу зменшення забруднення та погіршення стану навколишнього середовища, що виникає внаслідок видобутку вугілля та перекачування та транспортування нафти. Зменшення споживання нафти також матиме важливі економічні та політичні наслідки, що призведе до зменшення як торгового дефіциту, так і залежності від іноземної нафти [38].

Гібридні транспортні засоби вже доступні і збільшують свою популярність. Гібриди передають енергію, втрачену під час гальмування, через електродвигун та в акумулятор. Тоді енергія від акумулятора підсилює автомобіль під час прискорення та руху вгору. Через додаткове джерело енергії гібриди мають менші двигуни і тому

легші за звичайні машини. Деякі гібридні автомобілі отримують майже 50 миль на галон (21 км на літр). Найближчим часом гібридні автомобілі матимуть великі акумулятори, які можна буде підключити до електричної розетки протягом ночі, щоб збільшити заряд, доступний для їзди наступного дня.

Експерти припускають, що для істотного зменшення викидів парникових газів суспільство має здійснити значні зміни в способі виробництва та використання енергії. До середини століття людство має здійснити перехід до джерел енергії, які виробляють нульові викиди вуглецю. Тобто, суспільство повинно відійти від економіки, заснованої на використанні палива на основі вуглецю, званого вуглецевою економікою, до економіки, заснованої на стійких джерелах енергії, якими можна користуватися без шкоди для потреб майбутніх поколінь.

Безуглецеві та низьковуглецеві джерела енергії, які вже використовуються – сонячну, гідроенергію, вітер, геотермальну енергію, ядерну енергію та біопаливо – можна вдосконалити, а в деяких випадках розширити.

Біопаливо використовує енергію Сонця, яка зберігається в рослинних і тваринних тканинах. Біомасу можна використовувати безпосередньо, як при спалюванні деревини, деревного вугілля або гною для приготування їжі або опалення будинків. Паливо також може створюватися шляхом зміни форми біомаси. Наприклад, етанол – це рідке біопаливо, що виробляється з рослинних матеріалів і може спалюватися в автомобілях та інших транспортних засобах замість бензину. Типовий етанол виробляється з рослинного цукру, наприклад цукру в кукурудзі. Целюлозний етанол виготовляється з рослинної клітковини або целюлози, таких як стебла кукурудзи. Целюлозний етанол із рослинних відходів може забезпечувати близько 25 % енергії, необхідної для транспортування, при цьому створюючи приблизно на 85 % менше парникових газів, ніж типовий бензин. Біодизель – ще одне рідке паливо, і воно може бути виготовлене з жирів, таких як відпрацьована олія, кишки тварин, відпрацьовані шини, стічні води та пластикові пляшки [39].

Хоча біопаливо згоряє чистіше, ніж викопне паливо, воно не містить забруднювачів. Етанол із кукурудзи створює приблизно на третину менше парникових газів, ніж звичайний бензин. Оскільки CO₂ недавно витягували з навколишнього сере-

довища, його додавання назад в атмосферу не має суттєвого ефекту (на відміну від викопного палива, яке виділяє CO₂, що виділявся). Оскільки вони згоряють чистіше, ніж викопне паливо, біопаливо використовується як добавка до бензину в розвинених країнах. Одним паливом, що називається E85, є 85 % етанолу та 15 % бензину. Етанолове паливо на 25 % менш ефективне, ніж бензин на галон.

Багато вчених стверджують, що біопаливо забезпечує розумну альтернативу викопному паливу, якщо використовуються правильні культури, а рослини на етанолі стають більш ефективними. Водорості містять набагато більше корисної олії, ніж наземні культури, і їх можна годувати сільськогосподарськими та іншими відходами, хоча в цей час дослідження біопалива з водоростей перебувають на ранніх стадіях [40].

Альтернативою зменшенню викидів парникових газів є секвестрування викидів після їх створення. Вуглець можна секвеструвати в природних системах або розробити технології секвестрації вуглецю.

Інший досліджений підхід до секвестрації – це запліднення залізом. У тих частинах океану, де присутність поживного заліза обмежена, вчені виявили, що додавання в океан залізного пилу стимулює цвітіння планктону. Планктон видаляє CO₂ з атмосфери, хоча, щоб це працювало як засіб секвестрування вуглецю, планктон тоді повинен вийти з системи в глибоке море або в осади морського дна. Хоча дрібномаштабні експерименти підтвердили, що запліднення заліза стимулює ріст планктону, ніхто не впевнений, як масштабне запліднення вплине на планктон або як масштабне цвітіння вплине на океани. В даний час вчені з питань клімату вважають, що запліднення залізом не вплине на глобальне потепління у значній мірі [41].

5.3. Висновки по розділу

У цій главі вивчався вплив викидів нафтопродуктів на клімат. Розглянуто складові кліматичної системи Землі та зв'язки між ними. Визначено природні та техногенні механізми зміни клімату. Описано поняття парникового ефекту та порядок його формування.

Було визначено, що викиди забруднюючих речовин від транспортних засобів та двигунів внутрішнього згорання, що працюють від нафтопродуктів, вносять суттєвий внесок у глобальне потепління, що є основною проблемою наукового співтовариства сьогодні. Визначено, що CO_2 є головним фактором, що сприяє парниковому ефекту. Було виявлено, що викиди вуглекислого газу відповідають за більш ніж половину посиленого парникового ефекту, і що загальні викиди потрібно буде зменшити приблизно до 40 % від поточного рівня, щоб стабілізувати склад атмосфери. Середня оцінка підвищення температури на Землі становить 1 °C до 2025 року та 3 °C до 2100 року, якщо не вжити заходів для зменшення викидів вуглекислого газу, що надходить від спалювання нафтопродуктів.

Енергія біопалива сприймається як зелена альтернатива стандартному викопному паливі, оскільки воно виробляється з відновлюваних та природних джерел. Більше того, вважається, що їх вплив на навколишнє середовище також менший, оскільки можна компенсувати викиди вуглекислого газу (CO_2), пов'язані з їх використанням, оскільки рослини, що використовуються для виробництва біопалива, поглинають CO_2 ; таким чином CO_2 , що утворюється при їх спалюванні, “компенсується”, що призводить до нульових чистих викидів CO_2 . Біопаливо зазвичай вважають зеленим паливом з нульовим рівнем чистого викиду вуглекислого газу.

Було запропоновано кілька корисних кроків, спрямованих на запобігання зміні клімату внаслідок викидів нафтопродуктів. Вони включають заохочення збереження, підтримку використання більш енергоефективних технологій та розробку кращих технологій. З іншого боку, витрата палива та викиди забруднюючих речовин як у звичайних іскрових запальних, так і у дизельних двигунів можуть бути зменшені шляхом модернізації конструктивних та експлуатаційних параметрів двигуна, а також вихлопних газів після посилення обробки. Використання біопалива також рекомендується як розумна альтернатива викопному паливі.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання дипломної роботи було оптимізовано основні процеси виробництва біогорючих палив для дизельних двигунів з використанням рапсових олив.

Основні задачі які було вирішено в процесі виконання дипломної роботи є:

1. Проведено інформаційний пошук з тематики магістерської роботи з метою обґрунтування її актуальності.
2. Розглянуто основні види біопалива та продовольчі культури для його виготовлення.
3. Проаналізовано процеси отримання палива на основі рослинних олив та особливості їх призначення.
4. Розроблено теоретичні розрахунки параметрів робочого циклу і експлуатаційних показників дизеля.
5. Представлені основні технологічні етапи отримання біодизельного палива.
6. Проаналізовано основні технології видобутку палива першого, другого та третього покоління.
7. Розглянуто хімічний склад біопалива з різних сировинних матеріалів.
8. Визначено споживання біопалива у Україні, Китаї, США.
9. Проаналізовано основні методи виготовлення біопалива.
10. Розроблено рекомендації, щодо виготовлення біопалива використавши рапсова олива.
11. Розроблено рекомендації, щодо поліпшення охорони праці та екологічної безпеки при функціонуванні системи обслуговування пасажирів в аеропорту.

СПИСОК БІБЛОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Скорук О. П. Розвиток ринку біопалива в Україні та світі / О. П. Скорук, І. // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Економічні науки. – 2012. – № 1. – С. 30–36.
2. Сігайов А. О. Перспективи економіки виробництва біоетанолу / А. О. Сігайов // Облік і фінанси АПК. - 2018. - № 1. - С. 126-128.
3. Протоєрейський О.С. Охорона праці: Практикум для студентів усіх спеціальностей: – К.: НАУ, 2001 – 164 с.
4. Гейд О. П. Виробництво дизельного біопалива як шлях формування енергозбалансованого та екологічно безпечного аграрного сектора економіки України / О. П. Гейд, А. П. Ковтун // Вісник Полтавської державної аграрної академії. - 2018. - № 4. - С. 190-195.
5. Анотований звіт про наук.–дослід. роботу. – Вінниця : ВНАУ, 2018. – 114 с.
6. Артеменко И.П., Дзюбинський В.Н. Актуальні проблеми переробки маслосемян // Масложирова промисленість – 2008. – №4 – С.4–7.
7. Щербініна Л.О., Кочірко Б.Ф., Лютий О.С. Проблеми виробництва біодизельного палива в Україні // Вісник НАУ. – 2006. – № 4.– С. 178–181.
8. Колосов О. Є. Високоєфективні засоби приготування біопалива / О. Є. Колосов, Г. Л. Рябцев, В. І. Сівецький та ін. – К. : Січкара, 2010. – 152 с.
9. Кириленко І.Г. Формування ринку українського біопалива: передумови, перспективи, стратегія / І.Г.Кириленко, В.В. Дем'янчук, Б.В. Андрющенко // Економіка АПК. – 2012 . – № 4. – С. 62.
10. Боумен М., Хиллигос Д., Расмуссен С., Томас Р. Биодизель – возобновляемое биологически разлагаемое топливо//Нефтегазовые технологии. – 2007. – № 6.– С. 114–117.
11. Медведева Т. В. Альтернативні палива для авіаційної техніки / Т. В. Медведева, М. С. Бойченко // Новітні досягнення біотехнології: тези МНТК. – 21–22.10.2010. – С. 24–25.
12. Перспективи впровадження альтернативного палива в авіації /К. В. Бонда-

- ренко, С. В. Бойченко, В. Г. Семенов // *Авиационно–космическая техника и технология*. – 2011. – № 9. – С. 76–80.
13. Устименко В. Альтернативне паливо в Україні / Віктор Устименко // *Перевізник UA*. – 2008. – № 15. – С. 28–30.
14. Семенов В. Г. Покращення економічних та екологічних показників дизельного двигуна, що працює на біодизельному паливі, присадками / В. Г.Семенов, А. І. Атамась // *Проблеми хімотології: матеріали III МНТК, 20–24 вересня 2010 р.* – К., 2010. – С. 231–232.
15. Задерієнко С. І. Світові тенденції використання альтернативного палива в авіації / С. І. Задерієнко // *Системи озброєння і військова техніка*. – 2008. – № 2 (14). – С. 33–35.
16. Гавриш В. І. Формування економічних стимулів виробництва дизельного біопалива / Гавриш В. І. // *Економіка АПК*. – 2008. – № 3. – С. 121.
17. Гур'єв В., Лівандовський А. Добір гібридів кукурудзи для використання зерна на біопаливо / В. Гур'єв, А. Лівандовський // *Пропозиція*. – 2008. – № 5.– С. 46–47.
18. Поліщук В.М. Застосування біопалив для дизельних двигунів (Узагальнення досвіду) / В.М. Поліщук, С.В. Драгнєв, І.І. Убоженко, М.Ю. Павленко, О.В. Поліщук // *Науковий вісник Національного аграрного університету*. – Київ, 2008. – № 125. – С. 315–319.
19. Калетнік Г. М. Розвиток ринку біопалива в Україні / Г. М. Калетнік. – К. «Аграрна наука», УААН.2008. – 461 с
20. Ефіри метилові жирних кислот для дизельних двигунів. Вимоги та методи оцінювання: СОУ 24.14–37–561:2007. – [Чинний від 2007–03–21]. – К.: Мінагрополітики України, 2007. – 14 с. 4.
21. Друкований М.Ф. Удосконалення технології при виробництві олії та біодизельного пального / Друкований М. Ф., Бандура В.М., Коляновська Л.М., Паламарчук В. І. // монографія, Вінниця 2014 р.
22. Мельник Б. Біопаливо України / Б. Мельник // “Аграрний тиждень” [Електронний ресурс] –www.a7d.com.ua. <http://www.deloitte.com>

23. Гойсюк Л.В. Економічна ефективність виробництва сировини для переробки на біопаливо / Л.В. Гойсюк // Економіка АПК. – 2010. – № 6. – С. 46–49.
24. Гойсюк Л.В. Формування сировинної бази виробництва біоетанолу в Україні / Л.В. Гойсюк // Наука й економіка. – Хмельницький, 2010. – Вип. 2 (18). – С. 161–164.
25. Самойленко А. Г. Перспективи виробництва біодизеля в Україні / А. Г. Самойленко // Економіка АПК. – 2008. – № 4. – С. 72–78.
26. Роїк М.В. Біоенергетика в Україні: стан та перспективи розвитку / М.В. Роїк, В.Л. Курило, М.Я. Гументик, О.М. Ганженко // Біоенергетика. – 2013. – №1. – С. 5–10.
27. Деклараційний патент України № 42941 від 08.10.2009 р. Лінія по виробництву біодизеля. Друкований М. Ф., Сіманчук В. І., Бандура В. М.
28. Войтов В. Техніко–експлуатаційні та екологічні показники дизельних двигунів з використанням біодизеля / В.Войтов, М.Карнаух, М. Даценко // Техніка і технології АПК. – 2009. – № 1 – С. 13–17
29. Черненко С.М. Економічні та енергетичні показники роботи дизельного двигуна при використанні біопалива з ріпаку / С.М. Черненко, А.Г. Атамась // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету імені Миколи Остроградського. – Кременчук, 2007. – Вип. 2, ч. 2. – С. 85–89.
30. Ивановский В.Г. Анализ параметров рабочего процесса судового среднеоборотного двигателя при работе на биодизеле [текст] / В.Г. Ивановский, Р.А. Варбанец, В.М. Горбов, В.С. Митенкова
31. Голуб Г.А. Визначення тягової сили енергозасобів при роботі на дизельному біопаливі / Г.А. Голуб, В.В. Чуба // Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глеваха: ННЦ "ІМЕСГ", 2013. – Вип. 98, т. 2. – С. 135–145. 7. Николаенко А.В. Теория, конструкция и расчет автотракторных двигателей / А.В. Николаенко. – М.: Колос, 1984. – 335 с.
32. Наукові матеріали по виробництву біодизельного палива науково–дослідного інституту УкрНДІНП „Масма”// Науково–дослідний звіт. – 2007. – № 3. – С. 15–25.

33. Деклараційний патент України № 48304 від 10.03.2010 р. Установка для очистки біодизельного пального від метанолу. Друкований М. Ф., Сіманчук В.І.
34. ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования
35. ГОСТ 12.1.010–76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Взрывобезопасность. Общие требования
36. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища. — К., 2006.;
37. Ісаєнко В. М., Криворотько В. М., Франчук Г. М. Екологія та охорона навколишнього середовища. Дипломне проектування: Навч. посіб. — К.: Книжне видавництво НАУ, 2006. — 192 с
38. Бабаджанова О.Ф., Васійчук В.О. Негативний вплив нафтопродуктів на довкілля // Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування: І міжн. конгрес: зб. мат. — Львів, 2009. — С. 83–84.].
39. Мягченко О.П. Основи екології. Підручник / О.П. Мягченко — К.: Центр учбової літератури. — 2010. — 312с.
40. Тищенко Г.В. Екологічне право: Навч. Посібник / Г.В. Тищенко. — К.: Юмана. — 2001. — 256с.
41. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 26.06.1991 р.