

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра екології та природозахисних технологій

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

зі спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

Тема: Дослідження впливу на довкілля технології отримання біопалива з сільськогосподарських олійних культур

Завідувач кафедри

Пляцук Л. Д.



(підпис)

Керівник проекту

Яхненко О.М.

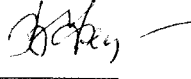


(підпис)

Консультант:

з охорони праці

Фалько В.В.

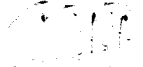


(підпис)

Виконавець

студент групи ТСм.-11

Сахошко В.В.



(підпис)

Суми 2022

Сумський державний університет
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра екології та природозахисних технологій
Спеціальність 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою _____

“ ” _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

Сахошка Віталія Володимирівича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Дослідження впливу на довкілля технології отримання біопалива з сільськогосподарських олійних культур

затверджена наказом по університету від “03” листопада 2022 р. № 1006-VI

2. Термін здачі студентом закінченого проекту (роботи) 17 грудня 2022 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи)

літературні дані щодо технології отримання біопалива;
дані наукових статей щодо екологічної доцільності використання біопалива;
літературні дані щодо використання олійних культур для отримання біопалива;
літературні дані щодо методів застосування біопалива; технологічні схеми процесів



Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити):

удосконалення технологічної схеми синтезу біодизелю з врахуванням екологічних аспектів, аналіз шкідливих та небезпечних факторів при технології отримання біопалива з сільськогосподарських олійних культур, технологія отримання біодизеля.

4. Перелік обов'язково графічного матеріалу:

Види біопалива, схема отримання біодизеля, переваги біодизелю як палива, принципова технологічна схема періодичного процесу одержання біодизелю, базова технологія отримання біодизелю

Консультанти по проекту (роботі), із значенням розділів проекту, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	Фалько В.В.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Розділ 1 Біопаливо як альтернативне відновне джерело енергії	Квітень-Вересень 2022 р.	
2	Розділ 2 Технології отримання біопалива з олійних культур	Вересень-Жовтень 2022 р.	
3	Розділ 3 Технологічні та екологічні аспекти удосконалення способу отримання біопалив з рослинних олій	Жовтень-листопад 2022 р.	
4	Розділ 4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Листопад 2022 р.	

4. Дата видачі завдання 24.09.2022

Студент



Керівник проекту



РЕФЕРАТ

Структура та обсяг випускної кваліфікаційної роботи магістра. Робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку джерел посилання, який містить 19 найменування. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи становить 49 с., у тому числі 10 таблиць, 6 рисунків, перелік джерел посилання 2 сторінки.

Мета роботи – дослідження можливості реалізації зменшення техногенного впливу на довкілля технології отримання біопалива з сільськогосподарських олійних культур за рахунок удосконалення технологічної схеми отримання біодизелю.

Для досягнення зазначеної мети було поставлено та вирішено такі завдання:

дослідити можливість і ефективність використання біопалива як альтернативи традиційним енергетичним ресурсам,

визначити види і особливості біопалива, отриманого з сільськогосподарських олійних культур, розглянути основні проблеми отримання і використання біопалива в Україні,

проаналізувати існуючі технології отримання біопалива з олійних культур, визначити їх недоліки,

дослідити можливість зменшення техногенного впливу на довкілля технологій отримання біопалива з сільськогосподарських олійних культур за рахунок удосконалення технологічної схеми отримання біодизелю.

Об'єкт дослідження – біопаливо як альтернативне відновне джерело енергії.

Предмет дослідження – технологія отримання біопалива з сільськогосподарських олійних культур.

Ключові слова: БІОПАЛИВО, РІДКЕ БІОПАЛИВО, БІОДИЗЕЛЬ, ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ БІОДИЗЕЛЮ

ЗМІСТ

Вступ.....	5
Розділ 1 Біопаливо як альтернативне відновне джерело енергії	8
1.1 Біопаливо як органічна похідна та його особливості.....	8
1.2 Види біопалива	11
1.3 Екологічні аспекти виробництва і використання біопалива.....	13
Розділ 2 Технології отримання біопалива з олійних культур.....	18
2.1 Сировина для отримання біодизелю	18
2.2 Технологія отримання біодизеля.....	20
Розділ 3 Технологічні та екологічні аспекти удосконалення способу отримання біопалив з рослинних олій.....	28
3.1 Удосконалення технологічної схеми синтезу біодизеля з урахуванням екологічних аспектів.....	28
Розділ 4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	35
4.1 Аналіз шкідливих та небезпечних факторів при технології отримання біопалива з сільськогосподарських олійних культур.....	35
4.2 Визначення повітрообміну згідно кратності повітрообміну в приміщенні реактора з механічним перемішуванням.....	40
4.3 Безпека в надзвичайних ситуація	42
Висновок.....	46
Перелік джерел посилань.....	48

Підп. і дата		Інв. № дубл.		Взаєм. інв. №		Підп. і дата				
Підп. і дата		Підп. і дата		Підп. і дата		Підп. і дата				
ТС 21510185										
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат	Дослідження впливу на довкілля технології отримання біопалива з сільськогосподарських олійних культур			Літ.	Аркуш	Аркушів
Розроб.	Сахошко	Яхненко	<i>[Signature]</i>					4	49	
Перев.	Батацька	Плячук	<i>[Signature]</i>					СумДУ, ф-т ТеСЕТ		
Н.Конт								гр. ТСм-11		
Затв.										

ВСТУП

Протягом всієї історії розвитку людства люди шукали нові способи отримання та використання енергії і в сучасному світі вчені ставлять глобальні питання, пов'язані з раціональністю та ефективністю використання енергії, впровадженням енергозберігаючих технологій, пошуком відновлюваних джерел енергії.

Біопаливо займає особливе місце в структурі відновлюваних джерел енергії, оскільки це паливо, отримане з рослинної та тваринної сировини, біологічних продуктів життєдіяльності або органічних промислових відходів.

Загрози, пов'язані з енергетичною безпекою, зміною клімату та економічною рецесією, сприяють зростанню популярності біопалива.

Біопаливо є альтернативою традиційному паливу, отриманому з нафти. Зростаючий попит на біопаливо, що використовується наземним, повітряним і морським транспортом, імовірно, матиме серйозний вплив на світовий енергетичний ринок у довгостроковій перспективі.

Всесвітнє енергетичне агентство прогнозує, що дефіцит нафти досягне 14 % у 2025 році, отже лише поступовою відмовою від бензину та дизеля можна врятувати величезний світовий автопарк.

За даними Міжнародного енергетичного агентства (МЕА) у 2012 році загальний обсяг виробництва біопалива (включаючи біоетанол і біодизель) досяг 110 мільярдів літрів. Іншими словами, подвоєння поточного рівня виробництва до 2022 року задовольнить лише 7 % світового попиту на паливо. Темпи зростання виробництва біопалива відстають від темпів зростання попиту на нього. Це пов'язано з потребою в дешевій сировині та недостатнім фінансуванням.

Актуальність досліджуваної теми полягає в тому, що виробництво та використання біопалива або біодизеля сприяє зменшенню викидів парникових

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата	ТС 21510185				Арк
									5
Вип	Арк	№ докум.	Вір.	Дат					

газів та пом'якшенню наслідків зміни клімату. Крім того, отримання біопаливної сировини сприятиме розвитку сільського господарства та сільських районів, де можна вирощувати біопаливну сировину.

Використання біодизеля як моторного палива зменшує викиди майже всіх шкідливих речовин. Зокрема, у випадку з біодизелем В100 викиди вуглеводнів зменшуються на 56 % порівняно з нафтовими аналогами. твердими частинками (55), оксидами вуглецю (43), оксидами азоту (5...10), сажа (60 %) зменшується. У цьому випадку однакова кількість вуглекислого газу вивільняється і споживається з атмосфери заводом, який є сировиною для виробництва олії. Чисте біодизельне паливо містить менше 15 ppm сірки і не містить ароматичних сполук.

Оскільки біодизельне паливо отримане природним шляхом, воно менш токсичне, ніж нафта, і не зашкоджує рослинам чи тваринам при проникненні в ґрунт або воду. З іншого боку, воно майже повністю біологічно розкладається. У ґрунті та воді мікроорганізми переробляють 99 % біодизеля за 28 днів. Це означає мінімізацію забруднення річок та ставків.

Мета дипломної роботи: дослідження можливості реалізації зменшення техногенного впливу на довкілля технології отримання біопалива з сільськогосподарських олійних культур за рахунок удосконалення технологічної схеми отримання біодизелю.

Задачі досліджень: дослідити можливість і ефективність використання біопалива як альтернативи традиційним енергетичним ресурсам, визначити види і особливості біопалива, отриманого з сільськогосподарських олійних культур, розглянути основні проблеми отримання і використання біопалива в Україні, проаналізувати існуючі технології отримання біопалива з олійних культур, визначити їх недоліки, а також дослідити можливість зменшення техногенного впливу на довкілля технологій отримання біопалива з сільськогосподарських олійних культур за рахунок удосконалення технологічної схеми отримання біодизелю.

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата

						ТС 21510185	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Т-5г	Дат			6

Об'єкт досліджень: біопаливо як альтернативне відновне джерело енергії

Предмет досліджень: технології отримання біодизелю з сільськогосподарських олійних культур

Методи дослідження: літературний пошук, теоретичний аналіз літературних даних, статистична обробка матеріалу, системний аналіз

Ключові слова: енергетичні ресурси, біопаливо, рідке біопаливо з олійних культур, біодизель, технологія отримання біодизелю

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата
Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
ТС 21510185				Арк
				7

РОЗДІЛ 1 БІОПАЛИВО ЯК АЛЬТЕРНАТИВНЕ ВІДНОВНЕ ДЖЕРЕЛО ЕНЕРГІЇ

1.1 Біопаливо як органічна похідна та його особливості

Біопаливо – це вуглеводень, який виробляється живим організмом або з нього, та який люди можуть використовувати як паливо. Будь-яке паливо, отримане з органічних матеріалів, вироблене за короткий проміжок часу, наприклад, за дні, тижні або місяці, вважається біопаливом. Воно відрізняється від палива, виробленого з викопних ресурсів, що утворювались мільйони років, таких як нафта.

Біопаливо також можна отримувати за допомогою хімічних реакцій, що проводяться в лабораторіях або на промислових умовах, що використовують органічну речовину (біомасу) для виробництва палива. Крім того, біопаливо має вироблятися швидко, а не створюватися мільйони років як традиційне.

Біомаса може використовуватися як джерело енергії, і вона найчастіше відноситься до рослин або рослинних матеріалів, які не використовуються для їжі чи корму. Перетворення біомаси на біопаливо можна здійснити за допомогою процесу, який викликається термічною, хімічною або біохімічною обробкою. Ці методи використовуються для створення різних джерел палива. Пряме використання біомаси як енергії не потребує майже ніякої обробки, тоді як непряме використання вимагає хімічного або біохімічного процесу [1].

Ядра кукурудзи, стебла цукрової тростини та купи водоростей вважаються біомасою. Раніше люди не вважали джерело енергії головною проблемою виникнення глобального потепління через викопне паливо, але турбувалися, що в наступному столітті викопне паливо закінчиться. Вважалося, що якщо ми зможемо швидко отримати вуглеводні іншим способом, то зможемо задовольнити наші потреби в енергії з невеликими зусиллями, і це

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Год	Дат
-----	-----	----------	-----	-----

ТС 21510185

Арк
8

залишились після збору їстівної частини врожаю, тому його ще називають целюлозним біопаливом. Дерево та солома є прикладами матеріалів, що використовуються для виробництва целюлозного біопалива.

Біопаливо третього покоління виробляють з певних видів водоростей. Деякі види водоростей можуть синтезувати жирні речовини і їх можна використовувати як біопаливо. Водорості фотосинтезують, а отже, створюють велику біомасу і власну енергію. Ось чому вони розглядаються як недороге високоенергетичне джерело для виробництва біопалива.

Однак широкомасштабне біопаливо з водоростей все ще дуже дороге у виробництві. Дослідники намагаються розробити кращі методи збирання та біореактори.

Біопаливо четвертого покоління становить найновіший сектор технології виробництва біопалива, в якому вчені намагаються знайти джерело біоенергії, яке одночасно є методом уловлювання та зберігання CO₂. Це біопаливо зазвичай створюється за допомогою передових технологій біохімії або нафтоподібної гідропереробки [3].

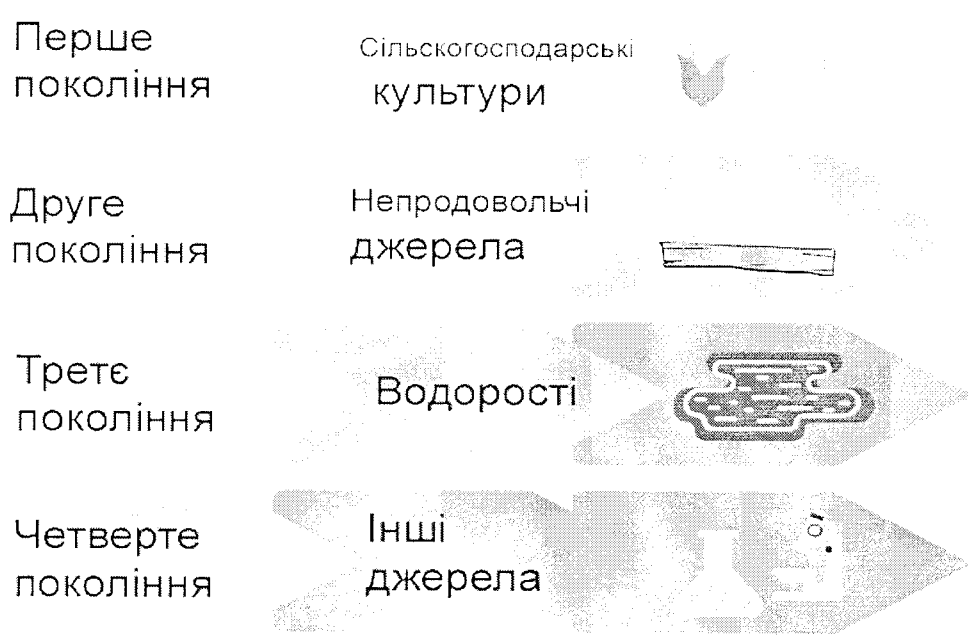


Рисунок 1.1 – Види поколінь біопалива

Підп. і дата	
Інв. №дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. №подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат	ТС 21510185	Арк
						10

1.2 Види біопалива

Біопаливо можна класифікувати за джерелом і типом. Вони можуть бути отримані з лісових, сільськогосподарських або рибних продуктів або міських відходів, а також з агропереробної промисловості, харчової промисловості та харчових побічних продуктів і відходів. Вони можуть бути твердими, такими як дрова, деревне вугілля; рідкими, такими як етанол, біодизельне паливо та піролізне масло; або газоподібними, такими як біогаз.

Хімічна структура біопалива може бути різною, як і хімічна структура викопного палива. Наш інтерес полягає в першу чергу в рідкому біопаливі через його легкість транспортування.

У таблиці 1.1 наведено порівняльну таблицю викопних відів палива та їх екологічних альтернатив.

Таблиця 1.1 – Порівняльна характеристика різних видів палива.

Біопаливо	Викопне біопаливо	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.

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата

						ТС 21510185	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат			11

Продовження таблиці 1.1

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 – найкращий спосіб скоротити викиди парникових газів. Також їх можна розглядати як спосіб енергетичної безпеки, який є альтернативним викопному паливу, доступність якого обмежена. Сьогодні використання біопалива розширилося в усьому світі. Азія, Європа та Америка є одними з основних виробників і споживачів біогазу.

Теоретично біопаливо можна легко отримати з будь-якого джерела вуглецю, що робить фотосинтетичні рослини найбільш часто використовуваним виробничим матеріалом. Майже всі види матеріалів рослинного походження використовуються для виробництва біогазу. Однією з найбільших проблем, з якою стикаються дослідники в цій галузі, є те, як перетворити енергію біомаси в рідке паливо [4].

В даний час для вирішення вищезазначених проблем використовуються два методи.

Спочатку вирощують цукрові культури, або крохмаль, для отримання етанолу під час бродіння. У другому способі вирощують рослини, які природно виробляють олію, наприклад ятрофу та водорості.

Ці масла нагрівають для зменшення їх в'язкості, після чого безпосередньо використовують як паливо для дизельних двигунів.

Цю олію можна додатково переробити для отримання біодизелю, який можна використовувати для різних цілей.

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №зубл.	Підп. і дата

						ТС 21510185	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат			12

Більшість біопалива отримують з біомаси або біологічних відходів.

Біомасу можна назвати матеріалом, що походить від нещодавно живого організму. Більшість біомаси надходить від рослин і тварин, включаючи бжу.

Найважливішою особливістю біомаси є те, що вона є відновлюваним джерелом енергії, на відміну від інших природних ресурсів, таких як вугілля, нафта чи навіть ядерне паливо. Деякі з культур, які вирощуються виключно для виробництва біопалива в Сполучених Штатах Америки (США), це трави, соєві боби та кукурудза. Бразилія виробляє цукрову тростину, Європа виробляє цукровий буряк і пшеницю, Китай виробляє маніок і сорго, Південно-Східна Азія виробляє міскантус і пальмову олію, Індія виробляє ятрофу [5].

Тепер, коли авіаційне біопаливо схвалено для використання на комерційних рейсах, однією з найбільших проблем є збільшення необхідної кількості сировини. Світова авіаційна промисловість споживає від 1,5 до 1,7 мільярдів барелів Jet A-1 (приблизно 250 мільярдів літрів або 70 мільярдів галонів) на рік. Аналіз показує, що лише 1% світового запасу реактивного палива замінюється біопаливом (іншими словами, 10 % світового флоту використовує 10 % паливної суміші), щоб підтримувати життєздатний ринок біопалива та 90 % Jet A-1). Це може статися, якщо процес комерціалізації піде добре, і він може бути реалізований вже в 2025 році. У деяких галузях авіаційної промисловості до 2035 року 25 % авіаційного флоту планується використовувати на біопаливі, а до 2040 року – 30 %. Однак для досягнення цих цілей необхідно виробляти стійку сировину в комерційних кількостях.

1.3 Екологічні аспекти виробництва і використання біопалива

В останні десятиліття людство стурбоване питанням виснаження всесвітніх природних резервів палива. Стало актуальним питання про створення і розробці альтернативних енергетичних ресурсів. Одним з варіантів оптимального рішення проблеми є активний перехід на котельні для житлових і

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

ТС 21510185

Арк

13

Вип. Арк. № докум. Підп. Дат

нежитлових приміщень, які працюють на біопаливі. Динамічно зростає попит на такі системи обігріву в країнах Північної Америки, Європи.

Біопаливо в Україні також стає все більш популярним через його дешевизну, ефективність, екологічність, практично безвідходність.

Виробництво і споживання біопалива всіляко підтримується Європою через ряд прийнятих стратегічних рішень. Система регулювання виробництва біопалива розвивалася в Європі протягом останніх років. У 2003 році була прийнята Директива, що встановлювала цілі заміщення рідкого палива біопаливом 2 % до 2005 року і 5,75 % до 2010 року. Інший документ створював основу оподаткування на біопаливо: воно повинно повністю або частково звільнятися від податків з метою забезпечення його конкурентоспроможної ціни.

Однак прогнози, щодо темпів зростання ринку біопалива не виправдали себе. У січні 2007 року ЄС були оголошені стратегічні цілі щодо забезпечення енергетичної безпеки і пріоритети екологічної політики, орієнтовані до 2020 р.:

1. Необхідність зниження викиду парникових газів на 20 %;
2. Доведення частки альтернативних джерел в енергетичному балансі до 20 відсотків;
3. 10 % біопалива в транспортній структурі паливного балансу.

Для доведення частки біопалива в енергетичному балансі до 5,75 % необхідно було довести рівень його виробництва до 24 млн. тонн, замінивши тим самим 18,6 млн. тонн викопного палива. Це означає, що 20 % від загальної площі орних земель необхідно віддати під біопаливо, що є досить вагомим показником. Плюс до всього, все більше число фахівців приходить до висновку про те, що перехід на біопаливо призведе до продовольчої кризи і поступового знищення тропічних лісів. Також з'явилися дослідження, що деякі сорти біопалива не призводять до скорочення викидів парникових газів. Ці фактори негативно позначилися на розвитку біопаливного ринку.

Інв. № подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510185

Арк

14

Керівництво ЄС має намір скоротити використання біодизеля з пальмових дерев, оскільки масове виробництво такого палива спричинило знищення тропічних лісів в Індонезії.

Звичайно, не можна говорити про те, що ЄС та інші країни в найближчій дні може повністю відмовитися від ідеї розширення виробництва біопалива. Єврокомісія має намір сприяти розробці так званого біопалива другого покоління, яке виготовляється з відходів деревообробної промисловості, соломи, гною та ін. Ставка на нього робиться так як, згідно з дослідженнями, воно здатне виробляти більше енергії і знижує викиди парникових газів.

Для подальшого розвитку ринку біопалива в Європі необхідне дотримання ряду умов: вдосконалення існуючих технологій його виробництва, розробка і комерційна реалізація біопалива другого покоління, а також забезпечення координації між великими європейськими учасниками по впровадженню інноваційних розробок.

Отже, переваги і недоліки виробництва і використання біопалива зводяться до наступного.

Переваги використання біопалива:

1. Мобільність в порівнянні з іншими альтернативними джерелами енергії. В даний час, у більш «радикальних» альтернативних енерготехнологій, таких як сонячна енергетика і вітроенергетика є одна велика проблема - мобільність. Оскільки сонце і вітер не мають постійного характеру, для забезпечення великих потужностей в таких енерготехнологіях, доводиться використовувати відносно важкі акумуляторні батареї (але з вдосконаленням технологій, ця проблема поступово вирішується).

З іншого боку біопаливо, яке досить легко транспортувати, має стабільність і досить велику «енергощільність», це біопаливо можна використовувати з незначними модифікаціями існуючих технологій та інфраструктури.

2. Зниження вартості. В даний час на ринку біопаливо коштує майже

Інв. № подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат	ТС 21510185	Арк
						15

стільки ж, скільки і бензин. Проте, в використанні біопалива більше переваг, оскільки це більш чистий вид палива, він виробляє менше викидів при спалюванні.

3. Біопаливо можна пристосувати до конструкції існуючих двигунів, щоб вони добре працювали в усіх умовах.

Однак це паливо краще для двигунів, воно знижує загальну вартість контролю забруднення двигуна, а отже, вимагає менших витрат на технічне обслуговування. Зі збільшенням попиту на біопаливо є ймовірність, що в майбутньому воно стане дешевше.

4. Біопаливо вирощується на полях. Бензин отримують з сирої нафти, яка не відноситься до відновлюваних ресурсів. Хоча сучасних запасів викопного палива вистачить ще на багато років, вони в кінцевому підсумку колись закінчаться.

Біопаливо виготовляється з різної сировини, такої як гній, відходи сільськогосподарських культур і рослин, вирощених спеціально для палива. Це поновлювані ресурси, які, ймовірно, не закінчаться найближчим часом.

5. Скорочення викидів парникових газів. Біопаливо більш екологічне паливо, в порівнянні з викопними видами палива. При спалюванні, викопне паливо виробляє велику кількість вуглекислого газу, який вважається парниковим газом і причиною утримання сонячного тепла на планеті. Спалювання вугілля і нафти підвищує температуру і викликає глобальне потепління. Щоб зменшити вплив парникових газів, можна використовувати біопаливо.

Дослідження показують, що біопаливо знижує викиди парникових газів до 65 %. Крім того при вирощуванні культур для біопалива вони частково поглинають оксид вуглецю, що робить систему використання біопалива ще більш стійкою.

6. Економічна безпека для країн, що не володіють великими запасами викопного палива. Імпорт нафти залишає істотний пролом в економіці країни.

Підп. і дата	Інв. № дубл.	Взаєм. інв. №	Підп. і дата	Інв. № подл.

ТС 21510185

Арк

16

Вип. Арк. № докум. Підп. Дат.

Якщо люди почнуть схилитися в бік використання біопалива, то залежність від імпорту буде знижуватися. Завдяки зростанню виробництва біопалива створиться більше робочих місць, що має позитивно позначитися на економіці країни.

Недоліки біопалива:

Обмеження регіональної придатності, наприклад місцевість з кліматом, що мало придатний для вирощування рослин для біопалива. Рослинна сировина для біопалива, найімовірніше, буде вирощуватися в певних регіонах. Це пов'язано з рядом причин, головна з яких – це те, що деякі культури просто краще ростуть в одних місцях і гірше в інших.

При виборі регіону для виробництва рослинної сировини треба враховувати:

- Водокористування – чим менше води використовується для вирощування сільськогосподарської культури, тим краще, так як вода є обмеженим ресурсом. Особливо це критично в більш посушливих місцях.

- Інвазивність – урожай, який вбиває місцеві рослини і який важко контролювати може поставити під загрозу біорізноманіття та серйозно пошкодити екосистему регіону.

- Родючість місцевих ґрунтів, можливість вилучати ґрунти під виробництво та використання добрив. Велика кількість олійних культур, що використовуються для виробництва біопалива, є культурами, що потребують великої кількості мінеральних речовин і при вирощуванні зменшують родючість ґрунтів. Тому дуже прискіпливо потрібно відноситися до обирання земель, які має сенс відводити під олійні технічні структури, не забираючи території, які придатні для використання інших цінних сільськогосподарських культур чи зайняті лісовими масивами. Також потрібно прораховувати вартість додаткового використання добрив з контролем їх кількості, щоб не спричинити хімічного забруднення ґрунтів, які використовуються.

Інв. № подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата	TC 21510185	Арк
						17
Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дат		

РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ БІОПАЛИВА З ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР

2.1 Сировина для отримання біодизелю

Як правило, сировина для виробництва біодизеля має високий вміст жиру, тоді як вміст ефірної олії в наступних культурах не дуже високий.

Ріпак – універсальна культура, на яку припадає близько 10 % загальної площі посівів олійних культур у світі. В Європі ріпак може конкурувати з соняшником. Ріпак дещо менш родючий, ніж соя, і дає стабільний урожай із середньорічною врожайністю 20–25 ц / га (соняшник в середньому 10–12 ц / га). Ріпак покращує структуру та фітосанітарний стан ґрунту, багатий азотом та іншими мікроелементами, є чудовим попередником зернових (особливо пшениці) і може значно підвищити врожайність.

- Соя (США, Аргентина) – 446 л / га;
- Канола (Канада) – 1000 л / га;
- Кастер (Бразилія) – 1410 л / га;
- Ятрофа (Індія) – 1900 л / га;
- Пальма (Індонезія, Філіппіни) До – 5900 л / га.

Пальмова олія використовується для виробництва біодизеля з 1987 року. Однак його висока температура помутніння (11 °С) обмежує його використання в країнах з тропічним кліматом. Можливість використання інших видів насіння олійних культур для виробництва біодизеля до кінця не вивчена.

Вживання горіхової олії розпочалося в Нікарагуа, а в Греції було проведено успішне дослідження використання бавовняної олії.

В Індії біопаливо отримують із зерен волоського горіха і росте на незручній, а тому невикористовуваній землі. У помірних регіонах біодизель можна отримувати з соняшникової, касторової олії та конопель.

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата	ТС 21510185	Арк
						18
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат		

У Великій Британії, окрім ріпакової, використовується також олія гуттера. Її обсяг становить 70 мільйонів літрів на рік.

Сировиною для виробництва біодизеля є і сировина м'ясопереробних підприємств (тваринний жир), риб'ячий жир і водорості.

До недавнього часу сільське господарство могло покладатися лише на частку грошей, які люди витрачають на їжу. Однак потреби підтримки аграрного сектору лягають важким тягарем на державний бюджет, тому цих доходів недостатньо для задоволення скромних цін і попиту.

Забезпечення споживачів чистою енергією відкриває нові напрямки розвитку сільського господарства. Виробництво біодизеля може циркулювати раніше невикористані сільськогосподарські угіддя та створювати нові робочі місця.

Для успішного промислового розвитку фермери повинні чітко слідувати сучасним ринковим тенденціям, перерозподіляти орні землі та відводити великі масиви землі для вирощування біодизеля (захист рослин). Це призводить до погіршення ґрунту та його якості.

В Україні ріпак в основному використовується для виробництва біодизеля (хоча лише 20 % урожаю йде на внутрішній ринок). В Україні є близько 3 млн га землі з потенціалом для вирощування цієї культури із середньою врожайністю 15–30 ц / га.

У країні переробка 75 % врожаю ріпаку забезпечує виробництво до 2,7 млн тонн біодизеля. Енергетична цінність цього біодизеля еквівалентна 2,3 мільйонам тонн звичайного дизельного палива, для переробки якого потрібно 7,7 мільйонів тонн нафти.

Відповідні умови для вирощування ріпаку мають Вінниця, Житомир, Івано-Франківськ, Київ, Львів та Волинь.

Зараз у більшості господарств ріпак безсистемно залишений попередниками і не сприяє одержанню високих урожаїв (як правило, не більше 9 – 12 т / га ріпаку).

Інв. № подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата

						ТС 21510185	Арк
Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дат			19

З іншого боку, чергування ріпаку (ярого та озимого) та пшениці (ярої та озимої) дозволяє значно підвищити врожайність цієї культури (до 25 ... 30 т/га).

Можна вирощувати ріпак у наступній сівозміні протягом 5 сезонів: Перелоговий озимий ріпак та ріпак. Озима пшениця, ярий ріпак та ріпак; ярі злаки. Насиченість певних сівозмін ріпаком становить 25 % та 40 % відповідно.

Цвітіння ріпаку видаляє з ґрунту в 1,5 рази більше поживних речовин, ніж зерно. Тому для одержання олійних культур 20 ц / га вносять комплексних добрив 1,5 ц / га (азот / фосфор / калій = 10:26:26) та аміачної селітри 3 ц / га в якості попередників попереднього парового виробництва вважається нормальним.

Забезпечивши захист від шкідників, хвороб та бур'янів, цілком реально виростити товарний ріпак на одному полі за рік-два. Водночас набагато менше територій та ферм спеціалізується на вирощуванні ріпаку.

2.2 Технологія отримання біодизеля

Технологія виробництва біопалива (переважно з ріпаку, сої чи пальмової олії) базується на впливі змін фізичних та хімічних властивостей в результаті дії багатофакторної імпульсної енергії.

Ріпакова олія найкраще підходить для виробництва біопалива. Ріпак містить 35–50 % жиру, 19–31 % білка, збалансований амінокислотний склад і 5–7 % клітковини. За вмістом жиру і наявністю жиру, білка він перевершує сою, але поступається соняшнику і гірчиці. Теоретично можна використовувати соняшникову олію, але ця олія має високу температуру замерзання, що негативно впливає на водіння взимку. Олія, що міститься в насінні та плодах соняшнику, ріпаку, сої та інших олійних культур, є окисленим вуглеводнем, переважно тригліцеридом, за теплотворною здатністю, близькою до дизельного палива.

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

ТС 21510185

Арк

20

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

З олійних культур олію видаляють пресуванням і екстракцією (трихлоретиленом або гексаном) і очищають шляхом нейтралізації, заморожування або фільтрації.

Загальна схема отримання біодизеля наведена на рисунку 2.1

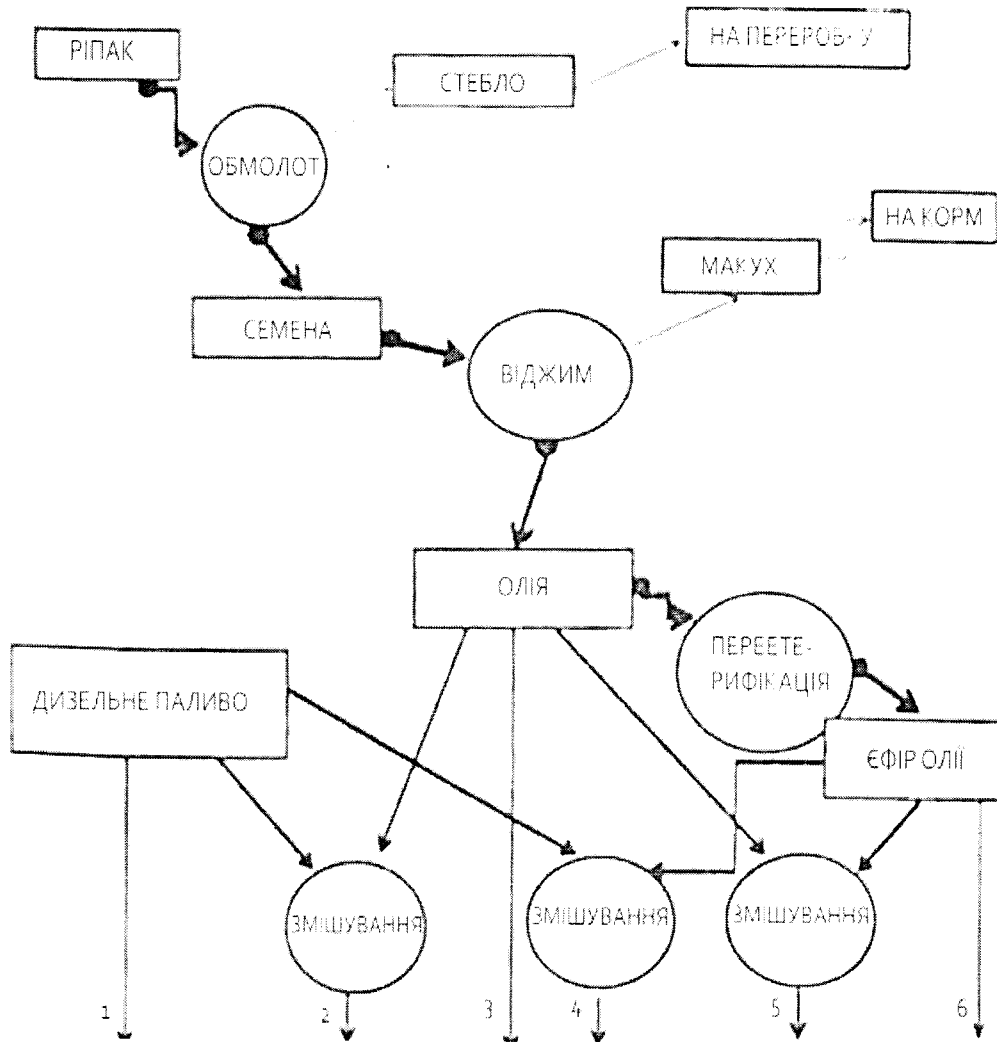


Рисунок 2.1 – Схема отримання біодизеля з ріпаку, де 1–6 – види палива з різним змістом біодизеля в якості добавки.

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510185

Арк

21

Рослинні олії нестійкі, мають підвищену в'язкість і коксівні властивості. Ці недоліки можна частково усунути шляхом перетворення на метиловий або діетиловий ефір.

Традиційні технології виробництва біопалива для дизельних двигунів базуються на етерифікації рослинних олій і метилових (етанолових) спиртів, а також виробництві метилових ефірів з використанням основних або кислотних каталізаторів.

У процесі етерифікації олія реагує з метилом (етанолом) у присутності каталізатора (зазвичай основний NaOH, NaOCH₃ або KOH).

При цьому утворюється складна фаза ефіру та гліцерину (56 % гліцерину, 4 % метанолу, 13 % жирної кислоти, 8 % води, 9 % неорганічних солей, 10 % ефіру).

Реакція відбувається за схемою, наведеною нижче.

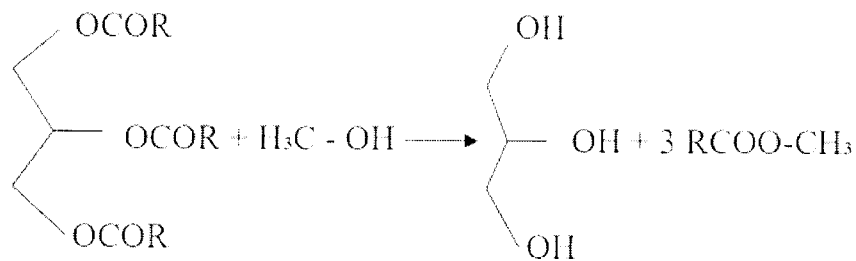


Рисунок 2.2 – Схема реакції отримання біодизелю

До очищеної від механічних домішок олії додають метанол і луг для каталізації реакції переетерифікації та нагрівають отриману суміш.

Після відстоювання і охолодження рідина розшаровується на дві фракції – легку і важку. Легка фракція – метиловий ефір, важка – гліцерин.

Щоб отримати 1000 кг (1136 л) біодизеля, потрібно спожити 50 кВт тепла та 25 кВт електроенергії.

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

ТС 21510185

Арк
22

Витрати на сировину такі:

- 1040 кг (1143 л) ріпакової олії;
- 144 кг (114 л) 99,8 % метанолу (має бути в надлишку)
- 88 % гідроксид калію (КОН) 19 кг
- 6 кг допоміжного фільтруючого матеріалу;
- 105 кг води.

Окрім кінцевого продукту, отримують 117 кг стічних вод і 200 кг сирого гліцерину, які використовують у косметичній та фармацевтичній промисловості.

Основними технологіями виробництва біодизельного палива є:

- технологія циркуляції з використанням лужного каталізатора (рисунок 2.2);
- технологія циркуляції без каталізатора
- багатореакторна неперервна технологія (рисунок 2.3).

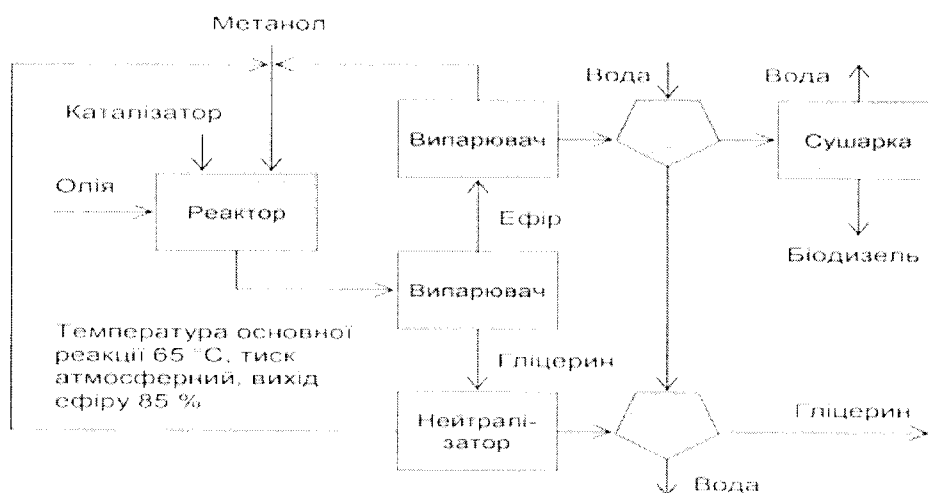


Рисунок 2.3 – Схема циклічної технології з використанням лужних каталізаторів

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

ТС 21510185

Особливостями технології і апаратурного використання замкнутого (малотоннажного) циклу виробництва біодизеля є:

- пресовий спосіб переробки олійних культур (рапс);
- розподіл фаз "біодизель – гліцерина вода" в полі гравітаційних сил (відстоєм) в реакторах;
- використання гомогенного (лужного) каталізатора.

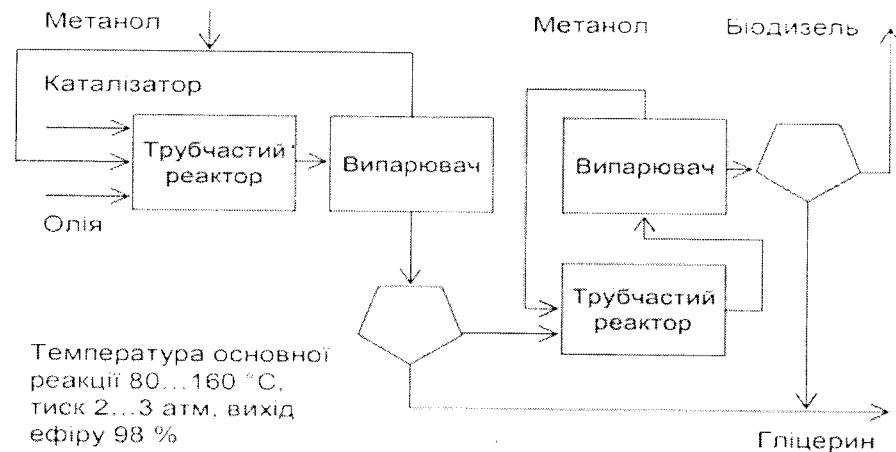


Рисунок 2.4 – Багатореакторна неперервна схема

Існуючі та перспективні технології виробництва багатотонного біодизелю в країнах ЄС характеризуються:

- пресовий спосіб переробки олійних культур (рапс);;
- розподіл фаз «біодизель – гліцерин вода» та «гліцерин вода» в полі відцентрових сил (на сепараторі);
- перехід на гетерогенний іммобілізований каталізатор при проведенні реакції «метанол тригліцерид» замість гомогенного каталізатора;
- удосконалення параметрів процесу для проведення реакції «етанол – тригліцериди» замість «метанол - тригліцерид» в промислових масштабах.

Вибір технології залежить від необхідної продуктивності, виду і якості сировини, способу очищення від спиртів і каталізаторів (таблиця 2.1).

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
------	-----	----------	-------	-----

ТС 21510185

Арк

24

Для промислових підприємств, які виробляють 500–5000 тонн біодизеля на рік, в тому числі і з неякісної сировини, найкраще використовувати просту технологію переробки каталізатора.

Для масового виробництва (понад 5000 тонн біодизельного палива на рік) повинні бути обрані реактори безперервної технології, що представляють суворі вимоги до якості сировини.

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата	ТС 21510185	Арк
						25
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат		

Таблиця 2.1 – Базові технології одержання біодизельного палива

Назва технології	Характеристика	Переваги	Недоліки
Циклічна із застосуванням каталізаторів	Температура реакції близько 65 °С, тиск атмосферний, тривалість реакції від 20 хв. до 2 год., кількість каталізатора – 1.5 % від маси олії, вихід ефіру – близько 85 % від загальної маси біодизеля	Відносна простота технологічного процесу невисока вартість технологічної лінії можливість використання сировини невисокої якості	Невисокий вихід ефіру тривалість реакції
Безкаталізаторна циклічна	Температура реакції 30 °С, тиск атмосферний, тривалість реакції 5...10 хв., розчинник – тетрагідрофуран, вихід ефіру – близько 98 % від загальної маси біодизеля	Високий вихід ефіру невисока температура та велика швидкість реакції частота продуктів	Потреба в дорогих і агресивних розчинниках необхідність використання додаткового обладнання
Багатореакторна безперервна	Температура реакції 80...160 °С, тиск 2...3 атм, тривалість реакції – від 6...10 хв., кількість каталізатора – до 1 % від маси олії, вихід ефіру – до 98 % від загальної маси біодизеля	Високий вихід ефіру неперервність процесу швидкість реакції	Складність технологічного процесу достатня висока вартість технологічної лінії висока чутливість до якості сировини

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата

Вип.	Арк	№ док. / ...	Підп.	Дат

ТС 21510185

Арк

26

У багатьох країнах технологія виробництва біодизеля вдосконалюється. У той же час вважається перспективним зосередитись на переробці біомаси у рідкі продукти за допомогою каталітичних процесів.

В Україні УкрНІНП «МАСМА» активно працює в цьому напрямку. І зокрема розробляються безвідходні технології отримання метилових ефірів з жирних кислот, рослинних жирів та тваринних жирів.

Через чистоту отриманого продукту виникають проблеми з видаленням каталізатора та продуктів омилення. Його суть полягає в розщепленні молекули тригліцеридів на чотири компоненти (гліцерин і три жирні кислоти) і подальшому з'єднанні молекул жирних кислот зі спиртом (етанолом, бутанолом та ін.).

Ефір масла має наступні переваги перед рослинним маслом: зменшення молекулярної маси призвело до вирівнювання в'язкості ефіру, а також ряду інших показників - значною мірою запобігає утворенню вуглецевих відкладень та утворенню поршневої групи на деталях циліндрів, це дозволяє використовувати ефіри олії в дизельних двигунах без нього.

Проте відкладення вуглецю та смоли все ще збільшуються порівняно з дизелем, що дестабілізує ефіри під час зберігання та негативно впливає на нафту. Крім того, значно зростає собівартість виробництва ефірів олійних культур.

Пропонується поліпшити фізико-хімічні показники біодизельного палива для його багатофакторної імпульсної енергетичної обробки.

Додавання модифікаторів, таких як диспергатори – отримані в результаті реакції алкенілянтарного ангідриду зі спиртами – рекомендується при використанні палива, отриманого з рослинних олій. Це зменшує ризик випадання осаду мазуту внаслідок високотемпературних паливних сумішей, у яких використовуються рослинні олії та їхні ефіри. Ці суміші можна використовувати для дизельних двигунів для змішування рослинної олії та її ефірів зі спиртами, такими як етанол і бутанол.

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата	TC 21510185	Арк
						27
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат		

РОЗДІЛ 3 ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ УДОСКОНАЛЕННЯ СПОСОБУ ОТРИМАННЯ БІОПАЛИВ З РОСЛИННИХ ОЛІЙ

3.1 Удосконалення технологічної схеми синтезу біодизеля з урахуванням екологічних аспектів

Створення біодизельного палива вимагає складного та енергоємного процесу. Сучасні методи виробляють побічні продукти, такі як гліцерин, стічна вода та масляна мікроемульсія.

З метою створення більш енергоефективного методу можна використовувати технологію, що підвищує емульгування ріпакової олії за допомогою емульгатора етанолу натрію. Це дозволяє створити суміш олії, етанолу та ріпакової олії, яка погано поєднується з іншими оліями. Потім змішану олію можна переетерифікувати, використовуючи надлишок етаноліату натрію. Це також дозволяє додатково етерифікувати гліцерин, який є одним із побічних продуктів, створених традиційними методами.

Олію, отриману етерифікацією гліцерину, називають етилгліцератами. Додавання етилового ефіру гліцерину до біодизеля робить його більш практичним і ефективним. Очищення кінцевого продукту необхідне перед поділом фаз гліцерину та біодизеля. Однак цей етап не потрібен для технологічного процесу.

Таким чином, є доцільність включення центрифугування в загальну технологічну структуру. Це дозволяє удосконалювати методи синтезу біодизеля завдяки доданій технології. Традиційні методи збору біодизеля вимагають зливу та фільтрації використаної промивної води через каналізацію, що неприпустимо для недопущення екологічних проблем, бо до складу вод входять залишки солей, сульфатної кислоти, етилового спирту та емульгатор неопол,

Інд. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510185

Арк

28

які утворюють стійку азеотропну суміш. Ці забруднення необхідно знешкоджувати, а саме етанол видаляється дистиляцією, а інші забруднювачі методом фізико - електрохімічної технології обробки вод в електропристр. перед тонкошаровим відстійником з послідуючою фільтрацією через цеолит.

Наведена безвідходна технологія періодичного процесу одержання біодизелю (рисунок 3.1) поєднує переестерифікацію та мікроемульгування. Використання в цьому процесі етанолу натрію для розщеплення гліцерину на етиловий ефір дозволяє створювати біодизель із побічних продуктів. Цей метод збільшує кількість олії, що виробляється в процесі. Неонол – 9 використовують як емульгатор для ріпакової олії при змішуванні її зі спиртом. Це забезпечує рівномірний розподіл фаз при змішуванні двох масел.

Крім зазначених у таблиці 3.1 трьох стадій, технологія отримання біодизелю включає такі стадії, як вилучення натрій сульфату, промивання біодизельної фази від непрореагованих етанолу, кислоти та емульгатора, центрифугування для вилучення залишків води та отримання чистого біодизелю. Матеріальний баланс наведений в табл. 3.2

Таблиця 3.1 – Технологічні параметри отримання біодизелю

№ з/п	Параметри технологічного процесу	Стадії технологічного процесу		
		Синтез етилату натрію	Модифікація ріпакової олії	Синтез біодизелю
1	Температура, К	351	353	348
2	Час, хв.	60	30	90
3	Інтенсивність перемішування, об./хв.	Не менше 80	Не менше 120	Не менше 80
4	Спирт: NaOH	2,1:1	–	–
5	Спирт: Ріпакова олія	–	–	6:1
6	Вміст неонолу, %	–	3	–

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

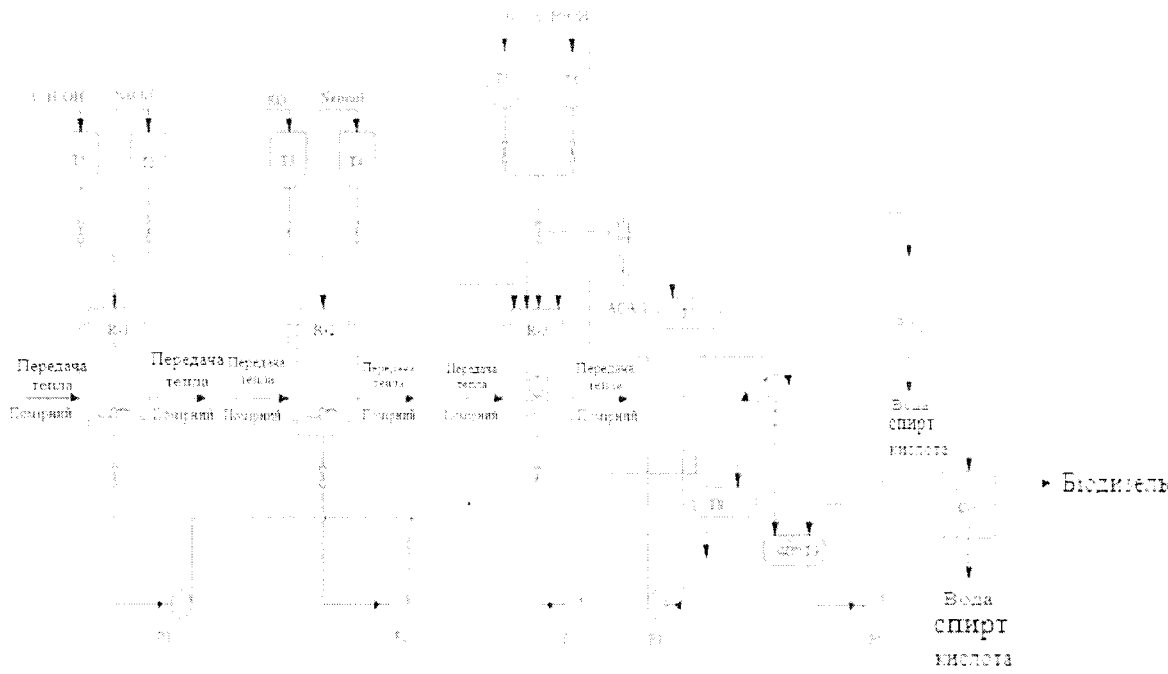


Рисунок 3.1 – Принципова технологічна схема періодичного процесу одержання біодизелю (Є-1 – ємність етанолу, Є-2 – ємність NaOH, P-1 – реактор синтезу етаноліату натрію, Є-3 – ємність PO, Є-4 – ємність неолу, P-2 – реактор підготовки PO, P-3 – реактор переестерифікації, Є-5 – ємність H₂SO₄, АПО-1 – апарат повітряного охолодження, Є-6 – ємність для етанолу, Є-7 – проміжна ємність для етанолу; Є-8 – ємність для Na₂SO₄, Ф-1 – фільтр, Є-9 – промивна ємність, В-1 – відстійник, Ц-1 – центрифуга, Н-1-5 – насос)

Таблиця 3.2 – Матеріальний баланс лабораторного синтезу біодизелю

№ з/п	Реагенти до реакції		Продукти синтезу			
	Назва	Маса, г	До перегонки		Після перегонки	
			Назва	Маса, г	Назва	Маса, г
1	NaOH	38,8	Фаза 1	430	Біодизель	315,7
2	C ₂ H ₅ OH	370,025	Фаза 2	150	C ₂ H ₅ OH	248,3
3	Олія + Неол (3%)	270	Солі	64,8	–	–

ТС 21510185

Арк

30

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № подл.

Вип. Арк. № докум. Підп. Дат

Таблиця 3.4 – Склад промивних вод, які утворюються під час синтезу біодизелю

№ з/п	Компонент	т, г	ω, %
1	Сульфатна кислота	0,3	0,2
2	Неонол	4,5	3
3	Етиловий спирт	15	10
4	Вода	130,2	86,8
5	Сума	150	100

Очищення стічних вод здійснюється за допомогою різноманітних технологій: механічної, флотаційної, хімічної, біологічної та ін. Очищення стічних вод здійснюється на невеликих високоефективних установках [7].

Враховуючи сучасні тенденції локального очищення стічних вод, необхідно проводити лабораторні дослідження їх очищення. Для цього створюється установка, що складається з ємності для забруднених стічних вод, електричного пристрою, випрямляча, тонкошарового відстійника, фільтра та колектора очищеної води. Цей електричний прилад має циліндричну структуру, що містить два електроди – один у центрі, а другий є внутрішньою циліндричною поверхнею корпусу електричного приладу.

При анодному розчиненні заліза утворюється гідроксид заліза, який має адсорбційну активність щодо колоїдів і зважених часток. Основні процеси, що відбуваються в об'ємі електроліту: зміна рН навколишнього середовища; зміна окисно-відновного потенціалу системи; фазові дисперсійні переходи домішок води (утворення або розчинення твердих фаз, поділ газових фаз; міграція частинок); термічні зміни. окисно-відновні реакції.

Перший етап очищення складається з 30-хвилинного пропуску стічної води. 5 дм³ потрапляє в тонкошаровий відстійник через електрообладнання з напругою 10 і 12 В, їх легкозавислі речовини відокремлюються у верхній частині за рахунок бульбашок кисню і водню. а важкі завислі речовини переміщуються знизу з укіє на дні ємності відстійника.

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

ТС 21510185

Арк

32

Електролітична обробка перед очисником призводить до того, що зважені речовини та органічні домішки спливають у верхню частину тонкошарового очисника з електролітичним газом. Очищення стічних вод на другому етапі проводиться методом фільтрації через цеоліткіноптоліт (таблиця 3.5). Після фільтрації визначали зміну вмісту завислих частинок та ХСК порівнюючи їх з початковими, показники стічної води визначалися за методиками описаними в [10, 11].

Таблиця 3.5 – Характеристики стандартних марок цеоліту [9]

№ з/п	Діаметр частинок фракції d, мм	Насипна густина, кг/дм ³	Питома поверхня, м ² /г
1	1 – 3	1,15	13,2
2	3 – 5	1,14	29,1
3	5 – 8	1,12	40,8

Для визначення впливу часу електрообробки на загальний вміст домішок проводяться дослідження ХСК, оскільки найбільший вплив на цей показник мають домішки у вигляді зважених та органічних сполук. Результати досліджень попереднього очищення стічних вод під впливом електрообробки та відділення завислих частинок з похилих пластинок тонкошарового відстійника наведені в таблиця 3.6.

Результати дослідження показали, що збільшення часу обробки в електрообладнанні до п'яти хвилин максимально збільшило ступінь очищення за рахунок зміни потоку стічних вод через електрообладнання, а в результаті експериментальних досліджень – встановлено, що при очищенні стічних вод за новою технологією ХСК знизився на 86,8 – 92,5 %.

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № годл.	

						ТС 21510185	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат			33

Таблиця 3.6 – Результати очищення промивних вод електрохімічною технологією

№ з/п	До очищення		Параметри		Після очищення		Ступінь очищення в, %
	Завислі частинки, мг/дм ³	ХСК ₁ , мгО ₂ /дм ³	Напруга в елетропристрої, В	Витрата дм ³ /год	Завислі частинки, мг/дм ³	ХСК ₂ , мгО ₂ /дм ³	
1	10,4	172,6	10	8	3,1	22,8	86,8
2	15,5	255,5	12	8	3,2	28,4	88,9
3	19,8	381,4	12	10	2,3	30,1	92,1
4	15,4	317,8	14	10	3,2	27,5	91,3
5	12,6	285,1	12	8	3,3	21,3	92,5

Встановлено, що якість стічних вод підвищується шляхом зменшення в них шкідливих компонентів, за рахунок електро-флотації на першій стадії очищення та фільтрації через цеоліт/клинотилоліт на другій стадії, що впливає на ХСК, який вказує на забруднення води органічними забруднювачами.

Підп. і дата	Інв. № дубл.	Взаєм. інв. №	Підп. і дата	Інв. № подл.	ТС 21510185	Арк
						34
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат		

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Аналіз шкідливих та небезпечних факторів при технології отримання біопалива з сільськогосподарських олійних культур

Технологія отримання біопалива з сільськогосподарських олійних культур передбачає наявність відповідного обладнання, а саме: гідродинамічного кавітаційного реактору та реактору з механічним перемішуванням.

Гідродинамічний кавітаційний реактор запроектований таким чином, що діючи як насос, прокачує суміш рідин із накопичувального бака (або безпосередньо із трубопроводів) через кільцевий зазор між ротором і статором. Завдяки наявності на поверхнях ротора і статора подовжніх канавок, перетин проходу то зростає, то зменшується, і це викликає коливання тиску і, як наслідок, виникнення кавітаційного ефекту, що призводить до інтенсивного перемішування компонентів.

Реактор з механічним перемішуванням являє собою циліндричну місткість (найчастіше виготовляють із нержавіючої сталі), висота якої в 2 – 2,5 рази перевищує діаметр. Температурний режим в апараті підтримує водяна сорочка або теплообмінник типу «змійовик».

Реактор обладнаний арматурою і трубопроводами для подачі реагентів і видалення продуктів реакції. Степінь перемішування реагентів є визначальним фактором, що впливає на якість кінцевого продукту. Для їх ефективного перемішування застосовують механічну мішалку різних форм.

Привод мішалки здійснюється від електродвигуна через редуктор.

– Працівники, задіяні на роботах, пов'язаних застосуванням технології піддаються впливу факторів виробничої безпеки, основними з яких є:

Інв. № подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата
--------------	--------------	---------------	--------------	--------------

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

ТС 21510185

Арк

35

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

При забезпеченні прийнятних умов мікроклімату температура внутрішніх поверхонь огорожувальних конструкцій робочої зони (стін, підлоги, стелі тощо) не повинна перевищувати допустимі значення температури повітря. При обслуговуванні обладнання роботи працівників відносять до категорії робіт середньої тяжкості. Оптимальні умови роботи для цієї категорії в виробничих приміщеннях надані у 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.

Таблиця 4.1 – Оптимальні параметри мікроклімату при виконанні робіт середньої важкості

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

Вентиляція – важливий засіб, який використовується для створення належних санітарно – гігієнічних метеорологічних умов у виробничих приміщеннях і повинна відповідати ДБН В.2.5–67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування [13].

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.

Підп. і дата	
Інв. №дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. №подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

ТС 21510185

Арк

37

Основні типи вентиляції: природна та штучна. Природна вентиляція справджується в результаті різниці щільності повітря зовні та всередині приміщення.

Повітря в виробничому приміщенні, як правило, має більш високу температуру (відведення тепла за технологічними процесами, обладнанням, людьми), ніж зовнішнє. Для підвищення теплового тиску в будівлі та приміщенні споруджуються висновки і встановлюються на них дефлектори. Штучна (механічна) вентиляція здійснюється завдяки тиску повітря, створюваному вентилятором, який обертається електродвигуном.

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.

Освітлення виробничого приміщення здійснюється природним і штучним світлом, відповідаючи вимогам ДБН В.2.5.-28:2018 [14].

Природне освітлення проводиться за комбінованою схемою: через світлові прорізи в бічних стінах і в світлових ліхтарях. Загальне штучне освітлення здійснюється світильниками з лампами денного світла, застосування яких дозволено діючим стандартом. На даний час існує велика кількість сучасних економічних світильників. Для місцевого освітлення застосовуються світильники, встановлені безпосередньо на робочому місці, типу прожектор. На робочому місці оператора верстата повинно бути забезпечено освітленість робочої зони не менше як 150 – 200 Лк.

Інв. № подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата	TC 21510185	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат		

Експлуатація застосованого технологічного обладнання пов'язана з виникненням шумів та вібрації різної частоти та інтенсивності, котрі справляють несприятливий вплив на організм людини.

Норми шуму на робочих місцях регламентуються Санітарними нормами виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку ДСН 3.3.6.037-99 [15]. При нормуванні шуму враховується характер роботи та умови технологічного процесу. Шум на робочих місцях не повинен перевищувати допустимих рівнів 80 дБА згідно ДСН 3.3.6.037-99 [15].

Для запобігання ураження електричним струмом обладнання, що використовується в запропонованій технології, підлягає захисту неструмопровідних частин обладнання, які можуть опинитися під напругою в результаті пошкодження ізоляції згідно Правила улаштування електроустановок [16]. Захисне заземлення реалізується у вигляді спеціального електричного сполучення із землею або її еквівалентом струмовідних елементів обладнання, які не повинні перебувати під напругою, але в процесі експлуатації можуть опинитися під напругою, наприклад, у разі пошкодження ізоляції, дефектів дугогасних пристроїв, комутаційних апаратів, в аварійних випадках тощо. Захисне заземлення є простим, ефективним і поширеним способом захисту людини від ураження електричним струмом при дотику до металевих поверхонь, які виявились під напругою. Це забезпечується зниженням різниці потенціалів між обладнанням, що виявилось під напругою, і землею до безпечної величини. Використовується в трифазній трипровідній мережі з напругою до 1000 В з ізолюваною та глухозаземленою нейтраллю і вище від 1000 В – з довільним режимом нейтралі відповідно до ДНАОП 0.00-1.32-01. Правила улаштування електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок [17].

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата

Вип	Арк	№ док.м.	Підп.	Дат

ТС 21510185

Арк
39

4.2 Визначення повітрообміну згідно кратності повітрообміну в приміщенні реактора з механічним перемішуванням

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, L повітрообмін визначають за кратністю:

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

де $V_{\text{прим}}$ – об'єм приміщення, м^3 ; K_p – мінімальна кратність повітрообміну.

Необхідно розрахувати загальний об'єм приміщення в кубічних метрах.

Для цього використовується формула:

$$\text{Довжина} \times \text{ширина} \times \text{висота} = \text{об'єм приміщення} \text{ м}^3$$

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

Приміщення, в якому встановлено реактор з механічним перемішуванням, має довжину 7 м, ширину 4 м та висоту 2,8 м. Для визначення об'єму повітря, необхідного для вентиляції цього приміщення, розраховуємо об'єм приміщення: $V_{\text{прим}} = 7 \times 4 \times 2,8 = 78,4 \text{ м}^3$.

Використовуючи наведену нижче таблицю рекомендованої кратності повітрообміну (див. табл. 4.2), визначаємо необхідну повітропродуктивність вентилятора.

Таблиця 4.2 – Кратність повітрообміну

Приміщення	Кратність повітрообміну
Житлова кімната (у квартирі або гуртожитку)	3 м ³ /год на 1 м ²
Кухня квартири або гуртожитку	6–8
Ванна кімната, душова (побутова)	7–9
Туалет	8–10
Гардеробна кімната	1.5
Комора, склад	1–2

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип.	Арк	№ докум.	Г. зн.	Дат
------	-----	----------	--------	-----

ТС 21510185

Арк
40

Продовження таблиці 4.2

Гараж	4-8
Конференц-зал	20-40 м³ на людину
Навчальний клас, офісне приміщення	5-7
Універсальний магазин	1,5-3
Аптека (торговельний зал)	3
Гараж і авторемонтна майстерня	6-8
Серверна	5-10
Промисловий фарбувальний цех	25-40
Механічна майстерня	3-5

В нашому випадку мінімальна кратність повітрообміну $K_p = 4 \text{ м}^3/\text{год}$;

Розрахуємо повітрообмін $L = V_{\text{прим}} \times K_p \text{ (м}^3/\text{год)}$;

$$L = 78,4 \text{ м}^3 \times 4 \text{ м}^3/\text{год} = 313,4 \text{ м}^3/\text{год}$$

Визначення повітрообміну при виділенні вологи:

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

де L_1 – норма повітря на одну людину, $\text{м}^3/\text{год} \times \text{чол}$;

NL – кількість людей в приміщенні.

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

45 $\text{м}^3/\text{год}$ на одну людину при легкій фізичній роботі 60 $\text{м}^3/\text{год}$ на одну людину при важкій фізичній роботі.

Візьмемо 3 працівника котрі при легкій фізичній роботі працюють в механічній майстерні, отже повітрообмін при виділенні вологи буде дорівнювати:

$$L = L_1(45\text{м}^3/\text{год} \times 3) \times 3\text{м}^3/\text{год} = 405\text{м}^3/\text{год}$$

Ідент. і дата	Ідент. і дата	Ідент. і дата	Ідент. і дата	Ідент. і дата
Ідент. і дата	Ідент. і дата	Ідент. і дата	Ідент. і дата	Ідент. і дата
Ідент. і дата	Ідент. і дата	Ідент. і дата	Ідент. і дата	Ідент. і дата
Ідент. і дата	Ідент. і дата	Ідент. і дата	Ідент. і дата	Ідент. і дата

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

ТС 21510185

Арк
41

4.3 Безпека в надзвичайних ситуація

Пожежа – неконтрольоване горіння що розповсюджується в часі та просторі та загрожує життю та здоров'ю людини, матеріальним цінностям та навколишньому середовищу.

Зазвичай, пожежа починається з раптового загорання невеличкої ділянки території чи приладу. Володіючи необхідними знаннями та навичками, ліквідувати пожежі на її початку може й одна людина. Тому, усі працівники підприємства мають бути ознайомлені з правилами поведінки під час пожежі, знати план евакуації з будівлі, місця розташування засобів пожежогасіння та володіти навичками їх застосування.

Під час пожежі небезпечними факторами є відкритий вогонь, висока температура, задимленість (як наслідок – обмежена видимість), обвали частин будівлі, вибух технологічного обладнання та приладів, провали підлоги.

До причин виникнення пожежі належать:

- недотримання вимог роботи з електрообладнанням чи його несправність;
- порушення чи недотримання вимог технологічних регламентів;
- порушення норм протипожежної безпеки, таких як куріння в недозволеному місці, розведення багаття тощо;
- недотримання норм поводження з вогнем.

Досить часто виникнення пожежі супроводжується вибухом обладнання.

Вибух – це процес швидкого вивільнення великих об'ємів теплової енергії.

У наслідок вибуху утворюється та швидко поширюється вибухова хвиля, яка спричиняє механічні пошкодження довкілля. Небезпечними факторами вибуху являються:

- звуковий вплив високих частот;

ТС 21510185

Арк

42

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № родл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

- вибухова хвиля;
- уламки утворені вибухом.

Під час пожежі на підприємстві працівники мають:

- зберігати спокій;
- якщо існує небезпека вибуху впасти на землю животом до низу, накрити голову руками, подалі від дверей, вікон проходів та сходів;
- не допускати виникнення паніки;
- якщо існує потреба надати першу допомогу потерпілим;
- викликати пожежну службу (телефон «101»), зазначивши адресу, місцевиникнення пожежі та персональні дані;
- якщо це можливо переконатися в безпеці матеріальних цінностей;
- слід рухатися не в протилежний від вогню бік, а долати крайку вогнюпроти вітру, прикривши голову і обличчя одягом;
- з безпечної зони, до якої наближається полум'я слід рухатися перпендикулярно напрямку поширення вогню.

Під час пожежі на підприємстві керівники та уповноважені особи мають:

- повторно набрати пожежну службу та за необхідності звернутися доінших служб спасіння (швидка допомога, служба газу, тощо);
- довести до відома керівництва факт виникнення пожежі;
- організувати процес евакуації людей та назначити відповідальних;
- перевірити справність протипожежних систем на підприємстві та чизреагували вони;
- якщо це необхідно, відключити системи живлення електроенергії, з мету недопущення вибуху обладнання;
- вжити заходів, щодо стримування пожежі;
- зупинити всі виробничі процеси, за виключенням тих котрі стримуютьта протидіють пожежі;
- слідкувати за дотриманням заходів безпеки працівниками задіяними упожежогасінні;

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	
Інв.№дубл.	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

ТС 21510185

- вжити заходів, щодо збереження матеріальних цінностей;
- забезпечити пожежну службу швидким та зручним під'їздом;
- якщо на підприємстві наявні вибухові та швидко займисті речовини повідомити про це пожежну службу;
- якщо на людині спалахнув одяг, то необхідно накрити його обмеживши приток кисню та його концентрацію, знявши його та притиснувши до підлоги.

При порятунку людей з палаючих приміщень, слід пам'ятати:

- необхідно прикрити ніс та розмокрою тканиною, що щільно прилягає до обличчя;
- двері чи вікна слід відкривати повільно і обережно, щоб уникнути займання внаслідок притоку свіжого повітря;
- у задимленому приміщенні слід рухатися на колінах чи повзком, якомога ближче до підлоги;
- покидаючи осередок пожежі, необхідно рухатися у сторону протягу;
- при займанні власного одягу, впадїть на землі і покачайтесь, щоб затушити його, нів'якому разу не біжіть;
- якщо на іншій людині загорівся одяг, повалїть її на землю та швидко накиньте щільну тканину зверху, що б перекрити доступ кисню;
- під час гасіння пожежі слід користуватися вогнегасниками, пожежними гідрантами, а також застосовувати воду, пісок, землю, тощо;
- бензин, органічні масла, розчинники та інші небезпечні хїмічні речовини слід гасити із застосуванням спеціально призначених вогнегасників;
- у разі загорання електричного обладнання необхідно, в першу чергу, вимкнути електропостачання, а вже потїм приступити до гасіння пожежі [18,19]

Охорона праці на підприємствах 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

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510185

Арк
44

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».

Инв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Инв.№дубл.	Підп. і дата	TC 21510185	Арк
						45
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат		

ВИСНОВОК

Велика кількість наукових праць на тему дослідження можливостей отримання і використання біопалива свідчить про явну нестачу традиційних енергетичних ресурсів у світі. Отже, розроблення і вдосконалення шляхів отримання біопалива є доволі актуальним питанням.

В Україні виробництво рідкого біопалива доволі мало розвинене. Український транспорт майже не використовує рідкого моторного палива, хоча біодизель пропонує багато екологічних та експлуатаційних переваг перед традиційним паливом. Однак ці переваги не повинні компенсуватися потенційним впливом на навколишнє середовище, пов'язаним із невідповідним використанням землі та використанням застарілих технологій.

Впровадження біодизельного палива вимагає вирішення багатьох проблем, зокрема:

Практичний аналіз можливості використання насіння ріпаку як відновлюваного джерела енергії показує, що найбільш прийнятним використанням є глибока переробка цієї сировини, а кінцевим продуктом є дизель-метиловий ефір.

Для отримання олії з різних культур в Україні розроблено ефективні технічні засоби, зокрема малотоннажні, великотоннажні та комплексно-шнекові преси. Вони відрізняються великим виходом масла, гарною якістю, простим управлінням і безперервною роботою. Важливим етапом виробництва олії є очищення від фосфоліпідів, механічних та інших небажаних домішок.

Традиційна технологія синтезу біодизеля має багато недоліків, найважливішим з яких є наявність побічних продуктів у вигляді водно-спирт-гліцеринової фази.

Застосування технології мікроемульсій ріпакової олії та етанолу може здійснити процес синтезу біодизеля більш ефективно, оскільки утворення

Підп. і дата		Підп. і дата		Взаєм. інв. №		Інв. № дубл.		Інв. № подл.	
Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дат	ТС 21510185				Арк
									46

менших крапель може збільшити площу реакційної поверхні, тим самим збільшуючи конверсію ріпакової олії.

Удосконалення процесу переетерифікації ріпакової олії та плану процесу, збільшує вихід біодизеля на 10–15 %, а кількість побічних продуктів і відходів відповідно зменшилася.

Дослідження доводять, що додаткова фізична, електрохімічна техніка очищення промивних вод, що утворюються під час синтезу біодизеля, дозволяє зменшити ХСК на 86,8–92,5 %, що вказує на можливість зменшення забруднення ХСК у загальну систему стічних вод.

Застосування неефективних енергозберігаючих технологій все ще не знижує високу вартість виробництва біопалива порівняно з традиційними видами палива.

Будь-яке біопаливо має обмежену підтримку з боку споживачів (оскільки його експлуатаційні та економічні властивості потребують покращення), автовиробників (головним чином стурбованих його корозійною активністю), виробників нафти та нафтопереробників (які бачать у них конкурентів).

Для сталого розвитку біопаливної промисловості Україні потрібен послідовний та системний план дій, який включає інтегровані кроки в таких сферах: фінансова та нормативна підтримка, регіональний та інфраструктурний розвиток, екологічне обґрунтування, інформація та освіта.

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № годл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510185

Арк
47

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

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. Biofuel: An Alternative energy source
URL:<https://letstalkscience.ca/educational-resources/stem-in-context/biofuels-alternative-energy-source>
4. Протоєрейський О.С. Охорона праці: Практикум для студентів усіх спеціальностей: – К.: НАУ, 2001 – 164 с.
5. 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.
6. L. I. Cheladyn et al. Wastewater purification technology by two-stage treatment in electrical device of a compact local installation. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2020. V.3 (10). P. 63-70
URL:<https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.206815>.
7. V. L. Cheladyn et al. Sludge of oil refining units and their processing. Journal of Ecological Engineering.2020. V. 21 (7). P. 169-177
URL:<https://doi.org/10.12911/22998993/125556>.
8. Micropollutant adsorption from water with engineered porous ceramic architectures produced by additive manufacturing and coated with natural zeolite/ R. Konig at al.. Journal of Cleaner Production. 2020. V. 258. P. 120500
URL:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120500>.

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

TC 21510185

9. ДСТУ ISO 6060:2003. Якість води. Визначення хімічного спожиння кисню.

10. Ю. Ю. Лурье. Аналитическая химия промышленных сточных вод. М.: 1984, 448 с.

11. S. Wang, Y. Peng. Natural zeolites as effective adsorbents in water and wastewater treatment. Chemical Engineering Journal. 2010. V. 156 (1). P. 11-24 (2010) URL:<https://doi.org/10.1016/j.cej.2009.10.029>.

12. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99 URL:<https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text>.

13. Про затвердження ДБН В.2.5-67:2013 "Опалення, вентиляція та кондиціонування" URL:<https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0024858-13#Text>.

14. Природне і штучне освітлення ДБН В.2.5-28:2018 URL:https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2018/09/DBN_Osvitlennya-ostatochna.pdf.

15. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвук та інфразвук, URL:<https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va037282-99#Text>.

16. Про затвердження Правил улаштування електроустановок URL:<https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0476732-17#Text>.

17. Про затвердження "Правил будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок" (ДНАОП 0.00-1.32-01) URL:<https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0272203-01#Text>.

18. Інструкція з охорони праці «Про заходи пожежної безпеки» / URL:<https://oppb.com.ua/docs/instrukciya-z-ohorony-praci-pro-zahody-pozhezhnoyi-bezpeky-v-prymishchennyah-garazh>.

19. Дії у разі виникнення пожежі / URL:<https://old.kyivcity.gov.ua/content/pamyatka-shchodo-diy-u-razi-vynyknennya-pozhezhi.html>.

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510185

Арк

49