

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра екології та природозахисних технологій

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

зі спеціальності 101 “Екологія”

Тема: Комплексна тема: Аналіз екологічної безпеки довкілля під час виробництва та використання біопалива: біоетанол другого покоління

Завідувач кафедри Пляцук Л. Д. _____

Керівник роботи Аблєєва І. Ю. _____

Консультант
з охорони праці Васькін Р. А. _____

Виконавець
студентка групи ОС-81 Бартош Е. Ю. _____

Суми 2022

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра екології та природозахисних технологій
Спеціальність 101 „Екологія”

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою _____

“ ____ ” _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Студентці _____ Бартош Елізі Юріївні _____ Група ОС-81

1. Тема кваліфікаційної роботи Комплексна тема: Аналіз екологічної безпеки довкілля під час виробництва та використання біопалива: біоетанол другого покоління
2. Вихідні дані Якісний та кількісний склад пилогазових викидів, що надходять до атмосферного повітря під час спалювання біоетанолу другого покоління. Сировина для виробництва біоетанолу другого покоління. Відходи виробництва, їх структура та склад.
3. Перелік обов'язково графічного матеріалу:
 1. Технологічні схеми виробництва біоетанолу другого покоління.
 2. Структура впливів на навколишнє середовище від використання біоетанолу другого покоління.

4. Етапи виконання кваліфікаційної роботи:

№	Етапи і розділи проектування	ТИЖНІ					
		1	2	3	4	5	6
1	Літературний огляд	+	+				
2	Аналіз проблеми			+			
3	Оброблення результатів				+		
4	Розділ з охорони праці					+	
5	Оформлення роботи						+

Дата видачі завдання 18 квітня 2022 р.

Керівник _____

к.т.н., доц., ст. викл. Аблеєва І. Ю.

РЕФЕРАТ

Робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку джерел посилання, який містить 37 найменування. Загальний обсяг бакалаврської роботи становить 56 сторінки, у тому числі 1 таблицю, 16 рисунків, перелік джерел посилання на 5 сторінках.

Мета роботи – визначити екологічні аспекти діяльності підприємства з виробництва біоетанолу другого покоління та встановити вплив на довкілля під час використання цього біопалива.

Завдання роботи – проаналізувати перспективи виробництва біопалива та надати оцінку життєвому циклу біоетанолу другого покоління та його впливу на навколишнє середовище.

Об'єкт дослідження – біоетанол другого покоління як перспективне біопаливо та альтернатива традиційним видам палива.

Предмет дослідження – стан екологічної безпеки довкілля під час виробництва та використання біоетанолу другого покоління.

Одержані результати – здійснено патентний огляд технологій отримання біоетанолу другого покоління, проаналізовано правове підґрунтя використання біопалив в Україні, вивчено та проаналізовано технологію отримання біоетанолу, надано оцінку життєвому циклу біоетанолу другого покоління.

Ключові слова: БІОЕТАНОЛ ДРУГОГО ПОКОЛІННЯ, БІОПАЛИВО, ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА, ЗАХИСТ ДОВКІЛЛЯ, ВИКИДИ, ВІДХОДИ.

ЗМІСТ

	С.
ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 ЛІТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНИЙ ОГЛЯД ДОСЛІДЖУВАНОЇ ТЕМИ ...	7
1.1 Стан розвитку біоенергетики в Україні та закордоном	7
1.2 Нормативно-правова база щодо використання біопалива в різних секторах	12
1.3 Зниження техногенного впливу на довкілля під час виробництва та використання біопалива	14
1.4 Патентний пошук технологій виробництва біопалива для автотранспорту ...	16
1.5 Постановка задач дослідження	21
РОЗДІЛ 2 ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ	23
2.1 Біоетанол другого покоління як об'єкт дослідження	23
2.2 Методи аналізу складу біопалива та викидів	25
2.3 Методика оцінки життєвого циклу	26
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ	31
3.1 Технологія виробництва біоетанолу другого покоління	31
3.2 Аналіз зниження техногенного впливу на атмосферне повітря при використанні біоетанолу другого покоління.....	34
3.3 Оцінка життєвого циклу біоетанолу другого покоління	40
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	44
4.1 Безпека праці при поводженні з паливними матеріалами	44
4.2 Особливості реагування при виникненні пожежі.....	46
ВИСНОВКИ.....	49
ПЕРЕЛІК ДжЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	51
ДОДАТКИ.....	56

Підп. і дата		Підп. і дата		Взаєм.інв.№		Інв.№дубл.			
Підп. і дата		Підп. і дата		Взаєм.інв.№		Інв.№дубл.			
Інв.№поплд.		Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			
		Розроб.	Бартош						
		Перев.	Аблеєва						
		Н.Контр	Батальцев						
		Затв.	Пляцук						
ОС 18510146									
							Літ.	Аркуш	Аркушів
							4	51	
							СумДУ, ф-т ТеСЕТ гр. ОС-81		
							Аналіз екологічної безпеки довкілля під час виробництва та використання біопалива: біоетанол другого покоління		

ВСТУП

Актуальність роботи. Енергетика займає чільне місце серед галузей промисловості, які створюють значне техногенне навантаження на навколишнє середовище, зокрема через забруднення атмосферного повітря небезпечними викидами. Тому все ширшої популярності та більшої актуальності набувають відновлювальні джерела енергії, використання яких задовольняє вимогам раціонального природокористування та охорони довкілля. За інформацією International Energy Agency (IEA) біоенергетика становить приблизно десяту частину загального обсягу первинної енергії у світі. Біоенергетика є найбільшим відновлювальним джерелом тепла.

Біоетанол другого покоління – це спирт, отриманий шляхом ферментації, з вуглеводів целюлозної біомаси, отриманої з нехарчових джерел, таких як дерева та трава. Етанол може використовуватися як паливо для транспортних засобів у чистому вигляді (E100), але зазвичай він використовується як добавка до бензину для підвищення октанового числа та поліпшення викидів транспортних засобів.

Тому біоетанол другого покоління є актуальним об'єктом досліджень, використання якого допомагає зменшити техногенне навантаження на навколишнє середовище та протидіяти змінам клімату відповідно до Глобальних Цілей сталого розвитку. .

Мета роботи – визначити екологічні аспекти діяльності підприємства з виробництва біоетанолу другого покоління та встановити вплив на довкілля під час використання цього біопалива.

Для досягнення зазначеної мети було поставлено та вирішено такі завдання:

- вивчити стан розвитку біоенергетики в Україні та закордоном;
- дослідити нормативно-правову базу, щодо використання біопалива в різних секторах;

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ОС 18510146

Арк

5

- вивчити методи аналізу складу біопалива та викидів;
- проаналізувати методику оцінки життєвого циклу;
- дослідити технологію виробництва біоетанолу другого покоління;
- проаналізувати зниження техногенного впливу на атмосферне повітря при використанні біоетанолу другого покоління;
- надати оцінку життєвому циклу біоетанолу другого покоління;
- вивчити нормативи у забезпеченні охорони праці;
- проаналізувати особливості реагування на надзвичайні ситуації на підприємствах.

Об'єкт дослідження – біоетанол другого покоління як перспективне біопаливо та альтернатива традиційним видам палива.

Предмет дослідження – стан екологічної безпеки довкілля під час виробництва та використання біоетанолу другого покоління.

Методи дослідження:

Інформаційну базу для виконання роботи склали наукові праці зарубіжних та вітчизняних вчених, матеріали науково-практичних конференцій, ряд законодавчих та нормативних актів України.

Апробація результатів роботи на студентських науково-практичних конференціях:

- Міжнародній науковій конференції молодих вчених «Екологічні аспекти використання біоетанолу другого покоління та «зеленого» водню для автотранспорту» (Харків, Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, 25-26 листопада 2021 р.);

- Всеукраїнській науково-технічній конференції «Технології гнучкої біоенергетики у транспортному секторі» (Суми, Сумський державний університет, 19–22 квітня 2022 р.).

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ОС 18510146	Арк
						6

РОЗДІЛ 1 ЛІТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНИЙ ОГЛЯД ДОСЛІДЖУВАНОЇ ТЕМИ

1.1 Стан розвитку біоенергетики в Україні та закордоном

Біоенергетика – це галузь електроенергетики, що використовує біопаливо, яке виробляють з біомаси. Біомасу використовують в енергетичних цілях для виробництва палива, електроенергії, тепла.

За інформацією International Energy Agency (IEA) біоенергетика становить приблизно десяту частину загального обсягу первинної енергії у світі [1].

Біоенергетика є найбільшим відновлювальним джерелом тепла. Згідно з прогнозами європейських експертів зросте на 12 % (1,7 ЕДж) у період 2019–2024 років (рисунок 1.1). Дві третини всієї біоенергії використовують у промисловому секторі.

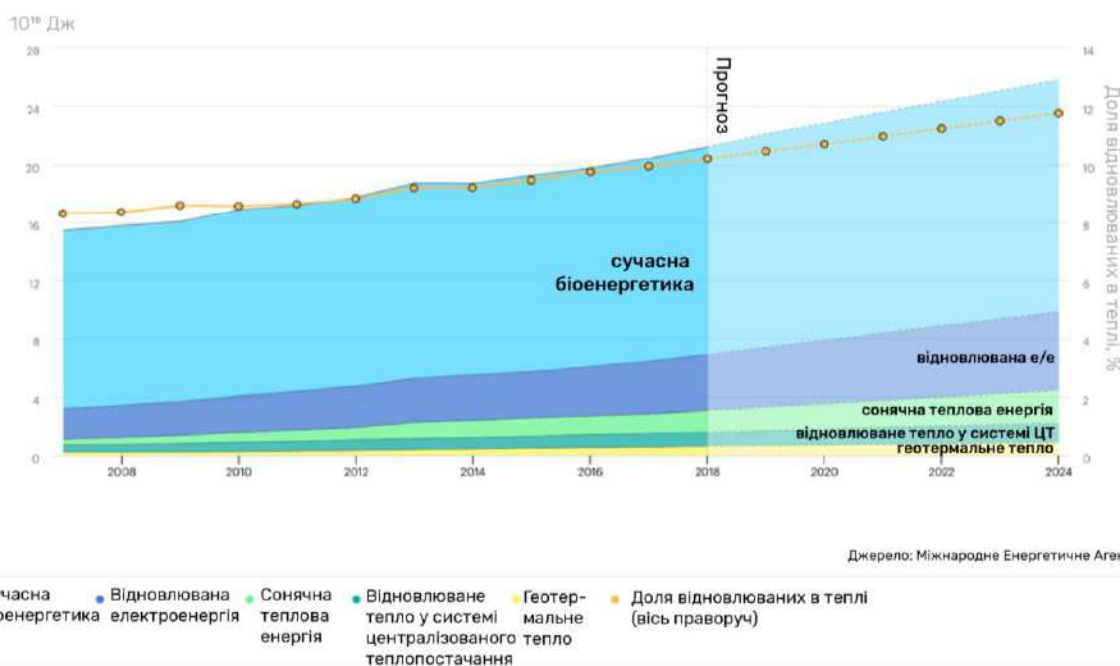


Рисунок 1.1 – Споживання відновлюваного тепла у 2007–2024 рр.

У Європі як і в інших передових світових спільнотах розвиток сучасної біоенергетики є важливою складовою для забезпечення енергетичної безпеки та

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

попередження глобальних змін клімату. Особливо це актуально у зв'язку з російською агресією та зростанням ціни на енергоносії.

«Сучасна біоенергетика» включає сучасні технології спалювання біомаси в котлах, ТЕС та ТЕС, біометанові та біогазові технології, технології виробництва рідкого біопалива першого та другого покоління.

Є численні приклади успішної реалізації сучасних біоенергетичних проектів у ЄС та у всьому світі.

Одним з них є Fortum Värtaverket KVV8 (рисунок 1.2), розташований у центрі Стокгольма (Швеція), з населенням 2,3 мільйона. Це одна з найбільших когенераційних установок на біомасі в світі (130 МВт + 280 МВт). Fortum Värtaverket KVV8 забезпечує 80% теплової енергії міста та 20% транспортної енергії з біомаси. До 2030 року місто планує на 100% використовувати відновлювані джерела енергії (ВДЕ).

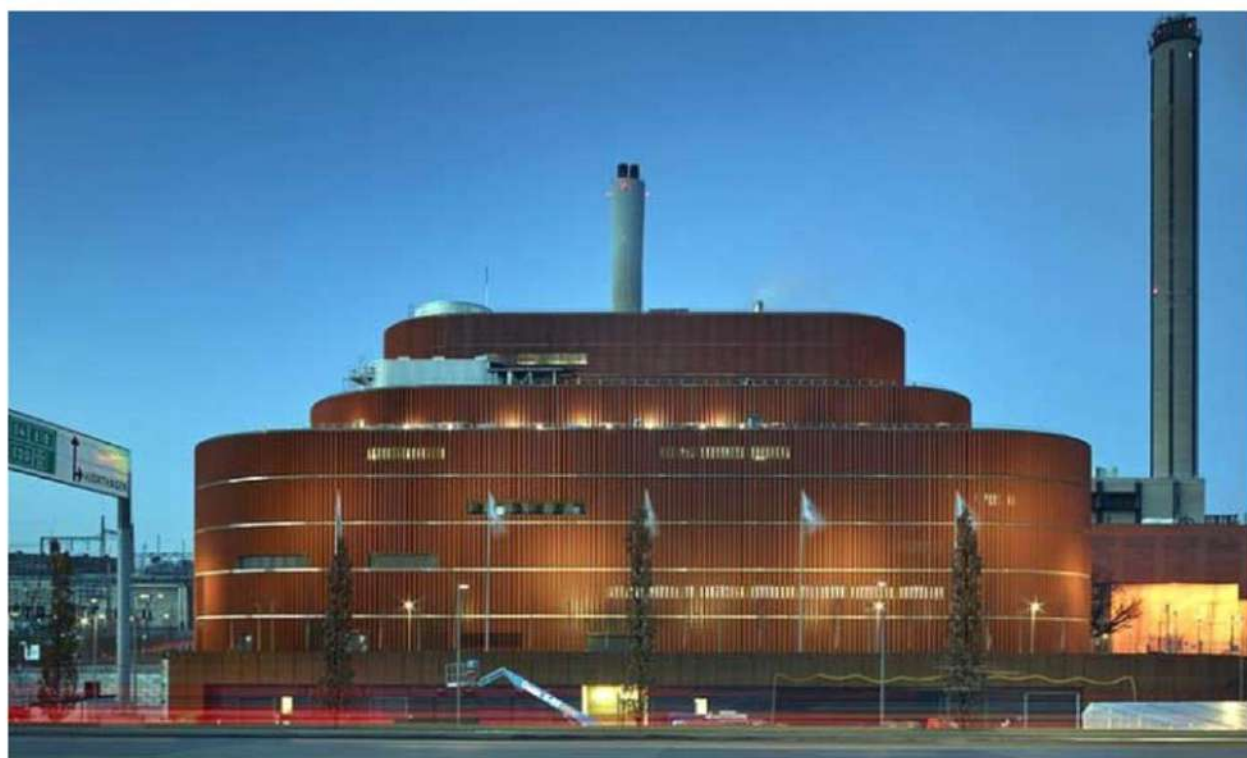


Рисунок 1.2 – ТЕЦ Fortum Värtaverket KVV8 в Стокгольмі (Швеція)

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ОС 18510146

Арк
8

Вільнюс (550 000 осіб) має найбільшу ТЕЦ на біомасі у Східній Європі (рисунок 1.3) (70 МВт + 164 МВт). Біоенергія забезпечує 85% потреб міста в теплі та 25% потреби в електроенергії. До 2040 року Вільнюс планує отримати 100% теплової енергії з ВДЕ.



Рисунок 1.3 – ТЕЦ Vilnius CHP Вільнюс (Литва)

У Копенгагені 98 % житлового фонду підключено до системи централізованого теплопостачання. В місті розміщено 2 ТЕЦ на біомасі загальною тепловою потужністю яких складає 1,3 ГВт. Одна з них Avedøre Coal to biomass conversion, Amager Bakke Wte (рисунок 1.4).

Біомаса забезпечує 90 % потреб Копенгагену у теплі та 20 % енергії у секторі транспорту. До 2040 р. планується досягти 100 % всієї енергії з ВДЕ [1].

Для України біоенергетика – це один із важливіших стратегічних напрямів розвитку сектору відновлюваних джерел енергії, беручи до уваги високу залежність країни від імпорتنих енергоносіїв, включно, природний газ. Окрім цього в Україні доступний великий потенціал біомаси, що можна використати для виробництва енергії [2].

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ОС 18510146



Рисунок 1.4 – Avedøre Coal to biomass conversion, Amager Bakke Wte (Данія)

Роль біоенергії у виробництві теплової енергії важлива, оскільки біомаса та біопаливо можуть замінити традиційні палива та джерела енергії у виробництві теплової та електричної енергії, а також на транспорті.

У 2018 році біоенергетика замінила загалом 4 млрд кубометрів природного газу. Завдяки використанню біомаси він може замінити природний газ і зріджений газ, бензин, дизельне паливо, гас у двигунах внутрішнього згоряння.

Що стосується електроенергетики, то варто зазначити, що виробництво електроенергії з біомаси/біогазу є більш стабільним порівняно з сонячною та вітровою енергією, оскільки не залежить від кліматичних умов, тому вони можуть брати участь у збалансованому ринку електроенергії України. [3].

Перспектива біоенергетики в електроенергетичному секторі вбачаються у суміжному виробництві як теплової так і електричної енергії (ТЕЦ на біомасі), а також через використання біометану для балансування енергосистем з високою часткою ВДЕ.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ОС 18510146

Сьогодні у світі існує 575 заводів з виробництва етанолу загальна продуктивність яких складає 80,6 мільйона тон. Основна сировина цих підприємств – кукурудза, цукрові буряки, цукрова тростина, пшениця. Найбільшими виробниками етанолу є США – 55 %, Бразилія – 27 %, ЄС – 5 %, Китай – 3 % і Канада – 2 % [4].

1.2 Нормативно-правова база щодо використання біопалива в різних секторах

Нормативно-правова база що стосується використання біопалива в Україні тільки опановується і при цьому вже є перші напрацювання у цьому напрямку. До законів що регулюють використання біопалива Україні відносять:

- ДСТУ EN 15376:2015 Палива автомобільні. Етанол як складник бензину. Вимоги та методи випробування (EN 15376:2014, IDT)
- Законопроект №3356-д про обов'язкове використання рідкого біопалива (біокомпонентів).
- Закон України №1391-VI Про внесення змін до деяких законів України щодо сприяння виробництву та використанню біологічних видів палива
- Закон України Про альтернативні види палива.

Звісно, у порівнянні з українськими європейське законодавство має більш розширений формат, але теж заслуговує на окрему увагу.

Європейські закони що стосуються біопалива:

- Директива ради 2003/30/ЄС Європейського Парламенту та Ради
- Від 8 травня 2003 року про сприяння використанню біопалива або іншого відновлюваного палива для транспорту
- Положення про скорочення викидів CO₂ транспортними засобами
- Директива про розбудову інфраструктури для альтернативного палива
- Директиви ЄС 2009/2028/ЄС, норма вмісту біоетанолу в автомобільному пальному не повинна бути нижче 10 %.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ОС 18510146	Арк
						12

Так як найбільша частка біопалива припадає саме на Америку, її законодавство одне з найактуальніших, включає в себе наступні законодавчі акти по підтримці виробництва, продажу та популяризації біопалива:

- Alternative Fuel Definition – визначення альтернативного палива.
- Alternative Fuel Labeling Requirements – вимоги до маркування альтернативного палива.
- Biofuel Compatibility Requirements for Underground Storage Tanks (USTs) – вимоги щодо сумісності біопалива для підземних резервуарів.
- High Occupancy Vehicle (HOV) Lane Exemption – звільнення від смуги руху транспортних засобів із великою кількістю пасажирів (HOV). Дозвіл екологічним автомобілям рухатися по окремим дорожніми смугами.
- Renewable Fuel Standard (RFS) Program – програма стандартів відновлюваного палива (RFS).
- Vehicle Acquisition and Fuel Use Requirements for Federal Fleets – вимоги щодо придбання транспортних засобів і використання палива для федеральних флотів.

– Відповідно до Закону про енергетичну політику (EPA Act) 1992 року, 75 % нових легкових транспортних засобів, придбаних критими федеральними автопарками, мають бути транспортними засобами на альтернативному паливі (AFVs). Автопарки, які використовують паливні суміші, що містять принаймні 20 % біодизеля (B20), можуть отримувати кредити на покриття своїх річних потреб.

Окрім цього постановами штатів США затверджені чисельні програми по наданню грантів, компенсації та стимулюванні виробництва та використання біопалива [5].

Інв. № по одл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата

1.3 Зниження техногенного впливу на довкілля під час виробництва та використання біопалива

Важливою причиною розвитку біоетанолу та іншого біопалива є їх здатність зменшувати викиди парникових газів, замінюючи викопне паливо. Традиційне біопаливо, таке як етанол, може зменшити викиди парникових газів на 19-48 % порівняно з бензином, тоді як сучасне або целюлозне біопаливо може зменшити викиди більш ніж на 100 відсотків. Менш визнаною перевагою біопалива є його здатність зменшувати інші шкідливі викиди, які містяться у вихлопних газах бензину.

Нове дослідження, проведене швейцарськими федеральними лабораторіями, кількісно оцінює скорочення викидів, яких досягають суміші етанолу, такі як E10 (10 відсотків етанолу) і E85 (85 відсотків етанолу), порівняно з традиційним бензином, або E0. У дослідженні проаналізовано та порівняно викиди наночастинок, поліциклічних ароматичних вуглеводнів (ПАВ). Автори виявили, що використання сумішей етанолу значно зменшило ці шкідливі викиди. Для експериментів використовувався автомобілі Flexible-fuel vehicle (такі автомобілі, що можуть використовувати як чистий бензин так із додаванням біоетанолу) [6].

Дрібні тверді частинки є один із видів викидів, які розглядалися в дослідженні. Дрібні тверді частинки мають розмір менше 0,1 мікрметра. Вони можуть бути канцерогенними і пов'язані з розладами розвитку та нейродегенеративними захворюваннями, раком та серцево-легеневими захворюваннями [7].

Поліциклічні ароматичні вуглеводні, або ПАВ, є органічними забруднювачами, дозволеними при спалюванні моторного масла, вугілля або сигарет, виробництва шин та інших джерел. ПАУ складаються з шести атомних бензольних кілець з багатьма різними конфігураціями та різновидами. Ті з меншою кількістю кілець зазвичай більш токсичні, розчинні та леткі, тоді як

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

ПАВ з більшою кількістю кілець є канцерогенними і легше приєднуються до осадів.

Залежно від хімічної конфігурації ПАУ деякі з них класифікуються як алкільні поліциклічні ароматичні вуглеводні або поліциклічні ароматичні вуглеводні. Алкіл-ПАВ в більшій кількості і вони виживають у навколишньому середовищі протягом більш тривалого періоду часу [8].

Автори дослідження порівнювали викиди від транспортного засобу який заправляли E0, E10 та E85. E10 вже є найбільш часто використовуваним паливом у Сполучених Штатах в результаті застосування стандарту Renewable Fuel Standard (RFS). I E10, і E85 зменшили викиди твердих частинок більш ніж на 95 відсотків у порівнянні з E0, забезпечуючи значну користь для здоров'я [9].

Крім того, викиди ПАВ від бензину E10 були на 67-96 % нижчими, ніж E0, тоді як викиди ПАВ від E85 були на 82-96 % нижчими, ніж E0. Відносна токсичність цих викидів також зменшилася — на 72 % з E10 і на 83 % з E85. Ці результати свідчать про те, що перехід на суміші з високим вмістом етанолу в бензині може мати позитивний вплив на здоров'я людини, а також позитивний вплив на викиди парникових газів.

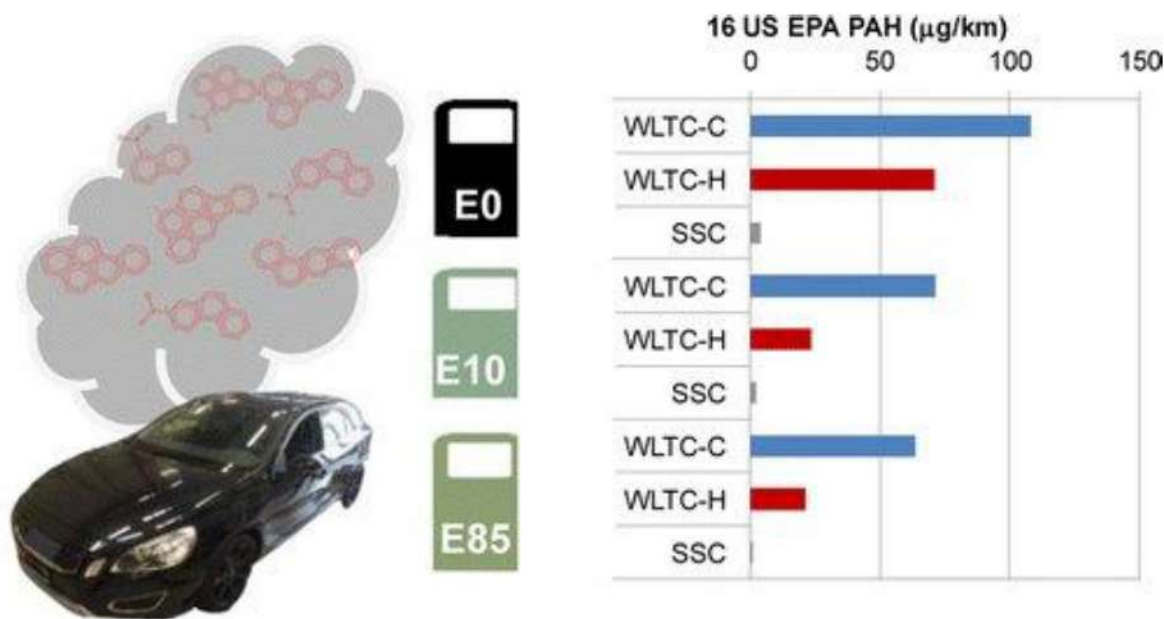


Рисунок 1.6 – Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Cycle (Всесвітній гармонізований цикл випробувань легких транспортних засобів)

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

Біоетанол складається з природної органічної сировини, тому паливо з таким біологічним компонентом має змогу розкладатися у довкіллі, що зменшує його негативний вплив у порівнянні зі звичайним бензином.

Окрім цього в Америці наразі експлуатуються автомобілі, що використовують паливо із дуже високим вмістом біоетанолу (E85 та E100) та ED95 (96,5 % біоетанолу та 3,5 % добавок). Тобто, використовують повністю відновлюване паливо, що здійснює мінімальний вплив на довкілля.

Тому наразі використання та розвиток біопалива є важливою складовою у переході світу на відновлювані джерела палива. Що окрім цього є набагато безпечнішими ніж використання традиційних видів палива [10].

1.4 Патентний пошук технологій виробництва біопалива для автотранспорту

Біопаливо – це паливо, яке виробляється за короткий проміжок часу з біомаси, а не за допомогою дуже повільних природних процесів, що беруть участь в утворенні викопного палива, такого як нафта. Оскільки біомасу можна використовувати як паливо безпосередньо (наприклад, колоди деревини), деякі люди використовують слова біомаса та біопаливо як взаємозамінні. Однак слово біопаливо зазвичай використовується для рідкого або газоподібного палива, що використовується для транспортування.

Біопаливо можна виробляти з рослин або з сільськогосподарських, побутових або промислових біовідходів. Потенціал біопалива пом'якшити викиди парникових газів значно варіюється, від рівнів викидів, порівнянних з викопним паливом в одних сценаріях, до негативних викидів в інших.

Двома найпоширенішими типами біопалива є біоетанол і біодизельне паливо. США є найбільшим виробником біоетанолу, а ЄС – найбільшим виробником біодизельного палива.

Біоетанол – це спирт, отриманий шляхом ферментації, в основному з вуглеводів, що виробляються в цукрових або крохмальних культурах, таких як

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ОС 18510146	Арк
						16

кукурудза, цукрова тростина або солодке сорго. Целюозна біомаса, отримана з нехарчових джерел, таких як дерева та трави, також розробляється як сировина для виробництва етанолу. Етанол може використовуватися як паливо для транспортних засобів у чистому вигляді (E100), але зазвичай він використовується як добавка до бензину для підвищення октанового числа та поліпшення викидів транспортних засобів.

Біодизельне паливо виробляють з масел або жирів за допомогою трансестерифікації. Його можна використовувати як паливо для транспортних засобів у чистому вигляді (B100), але зазвичай він використовується як добавка до дизельного палива для зниження рівня твердих частинок, чадного газу та вуглеводнів у автомобілях з дизельним двигуном [11].

Покоління біопалива.

Біопаливо першого покоління – це паливо, що виготовляється з продовольчих культур, вирощених на ріллі. Вміст цукру, крохмалю або олії в культурі перетворюється на біодизель або етанол за допомогою трансестерифікації або дріжджового бродіння. Дослідники розходяться в думках щодо впливу біопалива першого покоління на клімат. Наприклад, у Сполучених Штатах деякі стверджують, що викиди від етанолу на основі кукурудзи вищі, ніж від нафти, в той час як інші стверджують, що вони нижчі (ВДЕ)

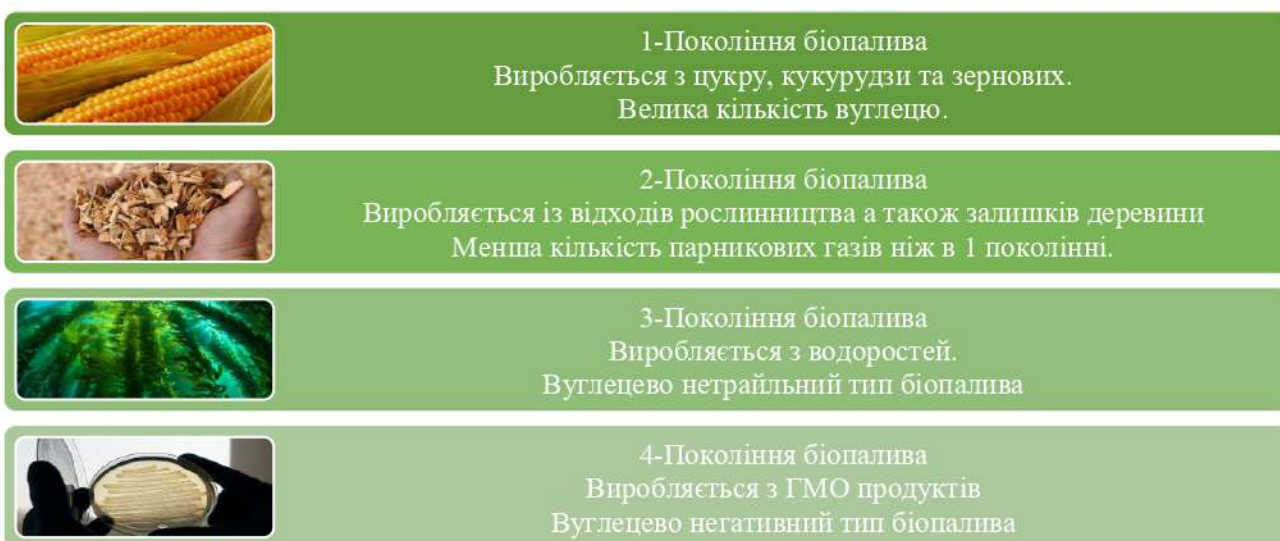


Рисунок 1.7 – Покоління біопалива

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

Біопаливо другого покоління – це паливо, виготовлене з лігноцелюлозної або деревної біомаси, або сільськогосподарських відходів. Сировина, яка використовується для виробництва палива, або вирощується на ріллі, але є побічним продуктом основної культури, або вирощується на маргінальних землях. До вихідної сировини другого покоління належать солома, багасса, багаторічні трави, ятрофа, відходи рослинної олії, тверді побутові відходи тощо. Вважається, що використання цього класу біопалива підвищує екологічну стійкість, оскільки нехарчова частина рослин використовується для виробництва біопалива другого покоління, а не утилізується.

Біопаливо третього покоління виробляється з водоростей. Водорості можна виробляти в ставках або резервуарах на суші, а також у морі. Паливо з водоростей має високу врожайність, його можна вирощувати з мінімальним впливом на ресурси прісної води, можна виробляти з використанням солоної води та стічних вод, має високу точку займання і є біорозкладним і відносно нешкідливим в навколишнє середовище у разі розливу.

Біопаливо четвертого покоління включає електропаливо і сонячне паливо. Електропаливо отримують шляхом накопичення електричної енергії в хімічних зв'язках рідин і газів. До нього відносять бутанол, біодизель і водень, але включають інші спирти та вуглець-вмісні гази, такі як метан і бутан. Сонячне паливо – це синтетичне хімічне паливо, що виробляється з сонячної енергії. Світло перетворюється на хімічну енергію, як правило, шляхом відновлення протонів до водню або вуглекислого газу до органічних сполук [12].

Розглянемо патент Dsmz 24726 for second generation bioethanol production WO2012059105A1. Винахідники: Irini Angelidaki, Ana F. TOMÁS, Dimitar Borisov Karakashev. Цей винахід стосується нової анаеробної, надзвичайно термофільної, етанолової високопродуктивної бактерії. Винахід ґрунтується на виділенні бактеріального штаму, названого «DTU01», який виробляє етанол як основний продукт ферментації та для виділення ацетату і лактату. Цей штам дуже перспективний для налагодження сталого процесу виробництва

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

біоетанолу. Крім того, винахід відноситься до способу отримання продукту ферментації, такого як етанол.

Сільськогосподарські залишки, такі як солома, кукурудза, багасса, та відходи, такі як побутові відходи, також містять ферментовані вуглеводи і можуть бути використані для виробництва етанолу в так званих процесах «другого покоління». Однак часто сільськогосподарські органічні залишки мають лігноцелюлозну структуру, а отже, вуглеводи не є легкодоступними для традиційно використовуваних ферментуючих мікроорганізмів. Крім того, після ефективної попередньої обробки лігноцелюлозна біомаса може давати більше 20 % пентозних цукрів, таких як ксилоза та арабіноза, які не можуть бути використані нативними штамами *Saccharomyces cerevisiae*, найбільш використовуваного організму у виробництві біоетанолу першого покоління.

Таким чином, на відміну від крохмалю, гідроліз лігноцелюлозної біомаси призводить до вивільнення цукрів пентози на додаток до цукрів гексози. Це означає, що корисні ферментуючі організми повинні бути здатні перетворювати як гексозний, так і пентозний цукру в бажаний продукт ферментації, такий як етанол.

Грампозитивні термофільні бактерії мають унікальні переваги перед звичайними штамами, що виробляють етанол, такими як *Saccharomyces cerevisiae* та *Zygomonas mobi/is*.

Основними перевагами є їх широка специфічність субстрату та висока природна здатність до виробництва етанолу. Більше того, етанольне бродіння при високих температурах (55-80 °C) має багато переваг перед мезофільним бродінням. Однією з переваг термофільного бродіння є мінімізація проблеми контамінації в безперервних культурах, оскільки лише кілька мікроорганізмів здатні рости при таких високих температурах у недетоксикованому лігноцелюлозному гідролізаті.

В даний час, залежно від методу попередньої обробки, целюлази та геміцелюлази часто доводиться додавати до попередньо обробленого

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

лігноцелюлозного гідролізату, щоб вивільнити мономери цукру. Ці ферменти вносять значний вклад у вартість виробництва продуктів бродіння. Однак багато термофільних грампозитивних штамів мають ряд відповідних ферментів, і додаткові добавки можуть стати менш дорогими, якщо використовується термофільний грампозитивний штам. Ферментація при високій температурі також має додаткові переваги високої продуктивності та високої якості субстрату перетворення та полегшення відновлення продукту.

Гідролізати лігноцелюлози містять інгібітори, такі як фурфурол, феноли та карбонові кислоти, які потенційно можуть пригнічувати ферментуючий організм. Тому організм також повинен бути толерантним до цих інгібіторів. Інгібуючий ефект гідролізатів можна зменшити шляхом застосування процесу детоксикації перед ферментацією. Однак включення цього додаткового етапу процесу значно збільшує загальну вартість продукту бродіння і бажано уникати. Тому бажано, щоб мікроорганізм був здатний виробляти продукти ферментації з недетоксикованих гідролізатів геміцелюлози або голоцелюлози, щоб зробити їх придатними для промислового процесу ферментації на основі лігноцелюлози через високу вартість процесу детоксикації.

Також особливо вигідно, якщо потенційний мікроорганізм здатний рости на високих концентраціях лігноцелюлозних гідролізатів, тобто лігноцелюлозних гідролізатів з високим вмістом сухої речовини. Це особливо важливо, коли мікроорганізм призначений для виробництва спирту, наприклад, для виробництва етанолу, оскільки витрати на перегонку збільшуються зі зменшенням концентрації спирту.

Сконструйовані штами *Thermoanaerobacter mathranii* [13], *Geobacillus thermoglucosidasius* [14] і *Thermoanaerobacterium saccharolyticum* [15] можуть виробляти 4 до 40 г спожитого g^{-1} цукру, що відповідає 86 % теоретичного виходу (0,51 г етанолу g^{-1} цукру, спожитого на глюкозу та ксилозу). Однак ці організми ще не досягли високої врожайності та толерантності до етанолу, які є характерними для широко використовуваних мезофільних видів, таких як

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

Saccharomyces cerevisiae або *Zymomonas mobilis*. Останній, як правило, може досягати зростання до 12–14 % мас./мас. етанолу і виробляти до 0,5 г етанолу г⁻¹ цукру, що споживається, тобто майже 100 % від теоретичного виходу.

Даний винахід відноситься до нової анаеробної, надзвичайно термофільної високопродуктивної бактерії (номер доступу DSMZ 24726), виділеної з побутових відходів та їх мутантів. Винахід заснований на виділенні бактеріального штаму, названого тут «DTU01», який виробляє етанол як основний продукт ферментації, а потім ацетат і лактат.

Негенетично модифікований штам DTU01 відповідно до цього винаходу може виробляти до 1,28 моль спожитого етанолу/моль ксилози (0,39 г спожитого етанолу г⁻¹ цукру), що відповідає 77 % від теоретичного виходу. Серед негенетично модифікованих організмів це поки що найвищий вихід етанолу з пентоз.

Таким чином, цей організм є надзвичайно цікавим і дуже перспективним для встановлення сталого процесу виробництва етанолу [16].

1.5 Постановка задач дослідження

Визначивши важливість біоетанолу другого покоління, як альтернативи викопному паливу нами було обрано його як об'єкт наших досліджень. Для дослідження біоетанолу другого покоління було поставлено та вирішено такі завдання:

- вивчити стан розвитку біоенергетики в Україні та закордоном;
- дослідити нормативно-правову базу, що до використання біопалива в різних секторах;
- вивчити методи аналізу складу біопалива та викидів;
- проаналізувати методик оцінки життєвого циклу;
- дослідити технологію виробництва біоетанолу другого покоління;

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ОС 18510146

Арк
21

- проаналізувати зниження техногенного впливу на атмосферне повітря при використанні біоетанолу другого покоління;
- надати оцінку життєвому циклу біоетанолу другого покоління;
- вивчити нормативи у забезпеченні охорони праці;
- проаналізувати особливості реагування на надзвичайні ситуації на підприємствах.

Окремої уваги заслуговує дослідження технологія виробництва біоетанолу другого покоління та оцінки життєвого циклу для визначення його актуальності для використання в Україні. При цьому нами була визначена охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях для попередження виникнення техногенних катастроф та травматизму на виробництві біоетанолу.

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
ОС 18510146				Арк
				22

РОЗДІЛ 2 ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Біоетанол другого покоління як об'єкт дослідження

Біоетанол – спирт етиловий зневоднений, який використовується у якості біопалива та як компонент моторного палива.

Біоетанол розділяють на 2 покоління в залежності від типу сировини. До першого покоління відносять біоетанол що вироблений із сільськогосподарських культур, що мають у своєму складі високий вміст цукру або крохмалю. До них відноситься цукровий буряк, пшениця, цукрова тростина, кукурудза.

Біоетанол другого покоління зазвичай виробляється з лігноцелюлозної біомаси (рисунок 2.1), але також можна використовувати промислові побічні продукти, такі як сироватка або неочищений гліцерин. Така біомаса зазвичай є відносно недорогою, а також легкодоступною. Лігноцелюлоза вважається відновлюваним і стійким джерелом вуглецю. Кількість доступної лігноцелюлозної біомаси залежить від кліматичних умов. Перетворення цукру в лігноцелюлозі є складнішим, ніж перетворення крохмалю [17].

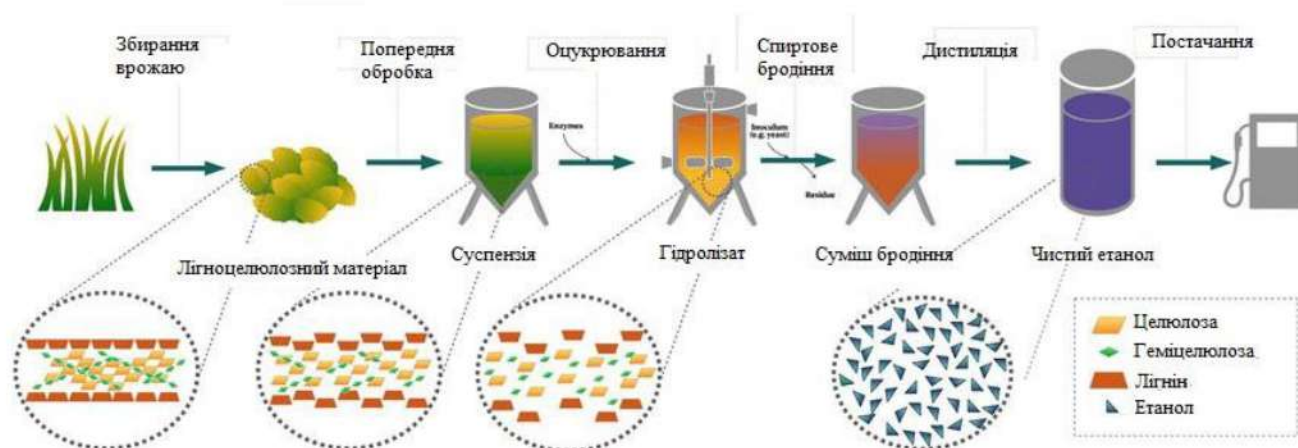


Рисунок 2.1 – Виробництво біоетанолу другого покоління

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ОС 18510146	Арк
						23

Різні види рослинної біомаси розглядалися дослідниками для використання у виробництві біопалива. Сюди входять спеціальні енергетичні культури, які ростуть на низькоякісному ґрунті (наприклад, трав'янисті культури та багаторічні трави, такі як *Miscanthus sinensis* і *M.giganteus* або switchgrass. Сільськогосподарські відходи, такі як солома зернових культур, солома пшениці, кукурудзяні качани, рисове лушпиння та стеблі цукрового тростнику, також розглядалися як потенційні джерела лігноцелюлозної біомаси. Інші дослідження були зосереджені на лісових відходах деревини та лісова біомаса (кора, тирса, обрізки хвойних порід (сосна) і кора листяних порід (дуб), або на відходах парків і садів (листя, трави). Також розглядалися промислові відходи, такі як відпрацьоване зерно пивоварного виробництва та відпрацьоване зерно винокурних заводів. Розглядалися навіть тверді комунальні відходи, а саме харчові відходи, крафт-папір та паперовий шлам, що містить целюлозу [18].

Через високе органічне навантаження сироватка, отримана як побічний продукт сирної промисловості, є токсичною для навколишнього середовища і вимагає обробки перед видаленням як відходи. Використання сироватки як субстрату для виробництва етанолу може зменшити витрати, пов'язані з очищенням стоків на молокозаводах. Сирий гліцерин, який утворюється під час трансестерифікація тваринних жирів і рослинних олій, є значним побічним продуктом біодизельної промисловості. Ферментація сирого гліцерину, отриманого з відходів, дозволяє зменшити цей надлишок. Ферментація гліцерину здійснюється шляхом перетворення на фосфоенолпіруват (PEP) або піруват, що призводить до збільшення вмісту відновних еквівалентів і більшого виходу біоетанолу, ніж ферментація глюкози та ксилози з біомаси. Лігноцелюлозний біоетанол створює нижчі рівні парникових газів, ніж біоетанол першого покоління, і спричиняє менше забруднення повітря [10].

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

2.2 Методи аналізу складу біопалива та викидів

Аналіз викидів автотранспорту здійснюється в 2 шляхи: стаціонарно, тобто ті що постійно відслідковують загальний стан повітря, у фіксованому місці та з допомогою прямих вимірювань, такі вимірювання що здійснюються методом прямих вимірювань вмісту забруднюючих речовин та параметрів газопилового потоку, саме на джерелах утворення та джерелах викидів (забруднюючих речовин) або у відібраних пробах, заснований на використанні спеціалізованих засобів вимірювальної техніки.

Для визначення різниці поміж звичайними бензиновими двигунами та бензиновими з додаванням біоетанолу потрібно здійснювати точкові заміри у місці утворенні викидів. Для такого дослідження нам потрібно виконати прямі вимірювання забруднюючих речовин. Окрім цього замірів потрібно використовувати системи що мають змогу відслідковувати основні продукти горіння палива, а саме CO, NO_x, PM2,5 та PM10. Однією з таких систем є комплекс Outdoor Air Quality Test Kit (Pro) (рисунок 2.2).



Рисунок 2.2 – Outdoor Air Quality Test Kit (Pro)

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	
ОС 18510146					

Outdoor Air Quality Test Kit (Pro) здатний відслідковувати широкий спектр забруднюючих речовин, основні з яких:

- тверді частинки PM_{2,5} та PM₁₀,
- NO₂,
- O₃,
- CO,
- VOC (леткі органічні речовини)

Здійснюється визначення певного типу речовини шляхом автоматичної заміни датчика речовини. Даний комплекс обладнаний датчиком метеорологічних показників до яких відноситься: температура, вологість, швидкість вітру. Що допомагає при замірах відразу враховувати кліматичні умови [19].

2.3 Методика оцінки життєвого циклу

Визначення згідно методології оцінки життєвого циклу (ДСТУ ISO 14040:2013):

Оцінка життєвого циклу – LFS – це збір та оцінка інформації про вхідні, вихідні та потенційні впливи на навколишнє середовище протягом життєвого циклу виробничої системи.

Життєвий цикл - послідовні і взаємопов'язані етапи виробничої системи - від придбання сировини або від виробництва природних ресурсів до остаточної утилізації.

LFM моделює життєвий цикл продукту як виробничу систему, яка виконує одну або декілька визначених функцій. Основний атрибут виробничої системи характеризується своєю функцією і не може бути повністю визначений кінцевим продуктом. На малюнку 2.3 наведено приклад виробничої системи.

Виробнича система поділяється на набір окремих процесів (див. рисунок 2.4). Окремі процеси пов'язані один з одним через проміжні потоки продуктів

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ОС 18510146	Арк
						26

і/або потоки відходів для переробки, з іншими виробничими системами через потоки продуктів і з навколишнім середовищем через елементарні потоки.

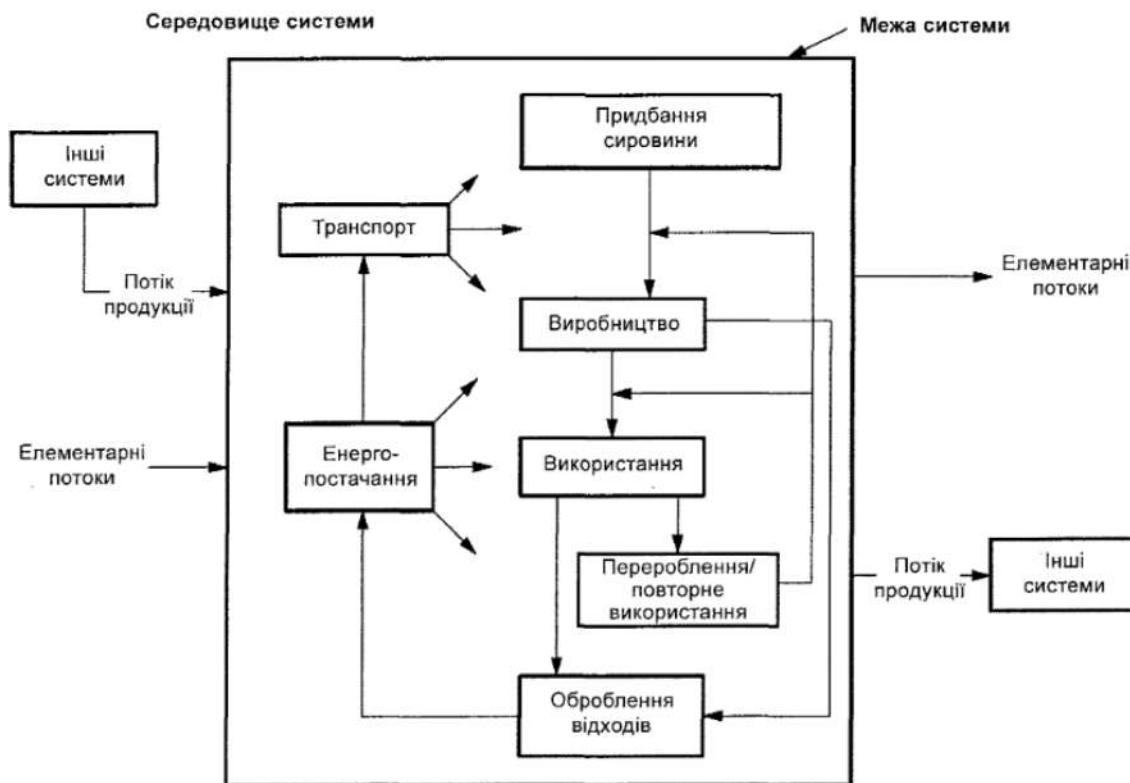


Рисунок 2.3 – Приклад продукційної системи для ОЖЦ

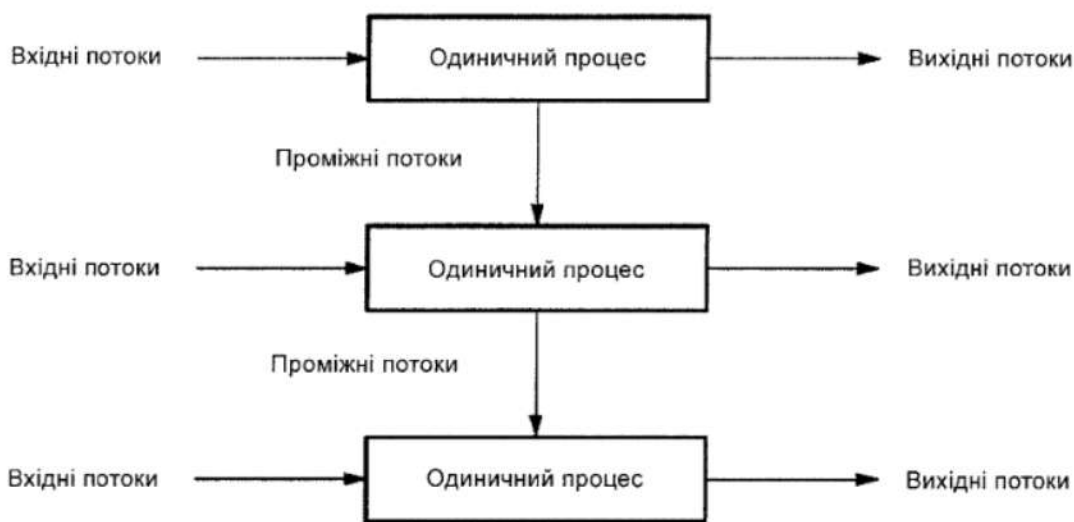


Рисунок 2.4 – Приклад групи одиничних процесів у межах продукційної системи

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ОС 18510146

Арк

27

Аналіз ОЖЦ поділено на різні етапи, які узагальнено на рисунку 2.5. Визначення мети та обсягу є першим кроком дослідження ОЖЦ, де метою оцінки є встановлення і приймання рішень щодо деталей досліджуваної системи. Цей крок спрямований на чітке визначення цілей, щоб забезпечити оптимальне узгодження аналітичних цілей, методів, результатів і запланованих досліджень. Коли цілі визначені, вирішальне значення має визначення передбачуваних відповідностей, а також ступінь аналітичної глибини та ретельності дослідження. Це також має бути відображено у визначених обмеженнях дослідження. Визначення обсягу дослідження ОЖЦ включає наступні елементи: опис та характеристики досліджуваного продукту, виробничий процес та еталонний потік, межі системи, категорії впливу та відповідні методи оцінки впливу, гіпотези/недоліки.



Рисунок 2.5 – Дослідження «Етапи аналізу життєвого циклу» (ОЖЦ)
(на основі ISO 14040:2006)

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

Після визначення цілей та обсягу дослідження готується опис життєвого циклу. ОЖЦ – це компіляція та кількісна оцінка вхідних і вихідних даних для даної системи продукту протягом її життєвого циклу. Як наслідок, ОЖЦ є основою для розрахунку потенційного впливу на навколишнє середовище аналізованого продукту чи процесу. Він складається з детального відстеження всіх потоків в системі продуктів і з них, включаючи сировину або матеріали, енергію за типом, воду та викиди в повітря, рідину та суміші за певною речовиною. Важливо, щоб все використання ресурсів і викиди, пов'язані з етапами життєвого циклу, включеними до визначеної межі системи, фіксувалися в ОЖЦ.

До ОЖЦ можуть бути включені такі етапи життєвого циклу (залежно від функціонального блоку та меж системи, визначених на попередньому кроці): придбання сировини та попередня обробка; сільськогосподарське виробництво; капітальні товари; виробництво; розподіл і зберігання продукції; етап використання; логістика; використання. У випадках «багатофункціональності», тобто коли процес або об'єкт виробляє більше однієї функції/товару/«супутнього продукту», вхідні ресурси та викиди, пов'язані з процесом, розподіляються між продуктом, який цікавить, та іншими супутніми продуктами в заздалегідь визначеним способом. На основі даних інвентаризації життєвого циклу проводиться ОЖЦ для розрахунку навантаження на навколишнє середовище продукту/процесу для вибраних категорій і моделей впливу. Категорії впливу класифікуються на дві групи: Проміжний вплив та Результат. Проміжний вплив, такий як токсичність для людини, руйнування озонового шару, глобальне потепління та евтрофікація, орієнтовані на вплив. Вплив, що фіксується в індикаторах проміжного впливу, можна додатково використати для визначення категорій збитку в індикаторах результату. Індикатори кінцевої точки фокусуються на пошкодженні. Вони являють собою кількісну оцінку впливу викидів на об'єкт, який слід захищати: екосистему, здоров'я людини та доступність ресурсів.

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

Останній крок аналізу ОЖЦ, інтерпретація результатів дослідження ОЖЦ, служить двом цілям:

- забезпечити відповідність моделі ДМС цілям дослідження та його вимогам до якості.

- генерувати змістовні висновки та рекомендації, наприклад, впровадження технологічних змін, які призведуть до покращення навколишнього середовища.

Саме під час Інтерпретації результатів визначаються найбільш релевантні категорії впливу, етапи життєвого циклу, процеси. У цьому випадку найбільш релевантними є ті, хто має найбільший вплив на навколишнє середовище, зазвичай досягаючи 80 % сукупно [20].

Тобто для того щоб провести ОЖТ для біоетанолу другого покоління нам потрібно проаналізувати процес вирощення енергетичних рослин, перетворення їх на лігноцелюлозну біомасу та безпосередньо проведення процесу виробництва палива — оцукрювання > бродіння > дистиляції.

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата	ОС 18510146					Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата						

РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Технологія виробництва біоетанолу другого покоління

Накопичення лігноцелюлозної сировини для виробництва біоетанолу.

Лігноцелюлозна біомаса (рисунок 3.1) є перспективною сировиною для виробництва біоетанолу, оскільки це легко відновлюваний ресурс, що зручно транспортувати. Накопичення лігноцелюлозного матеріалу залежить від його виду, сорту, умов зростання [21].

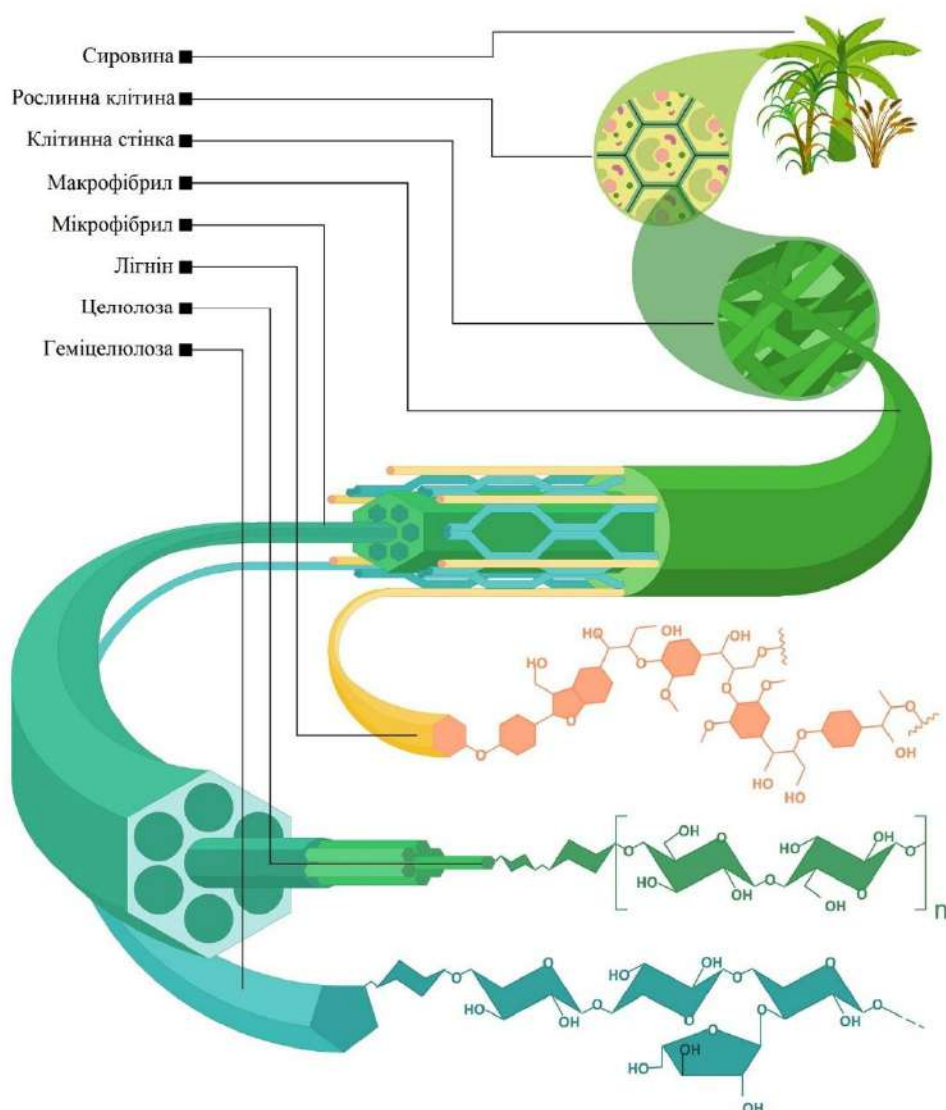


Рисунок 3.1 – Структура лігноцелюлози

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

Для забезпечення найбільшого утворення етанолу потрібно використовувати такий тип біомаси, що має високий вміст целюлози та геміцелюлози та низького вмісту лігніну. Інші фактори, які впливають на вихід етанолу, включають розробку ефективних технологій та вибір відповідних або потенційних рекомбінантних чи нерекомбінантних мікроорганізмів. Структура лігноцелюлози стійка до деградації через неоднорідність її складу, що складається з целюлози, геміцелюлози та лігніну. Елементи клітинних стінок рослин міцно пов'язані між собою ковалентними і водневими зв'язками. Ці зв'язки роблять лігноцелюлозний матеріал стійким до різних методів попередньої обробки. Целюлоза з геміцелюлозою утворює голоцелюлозу, яка становить більше половини всієї сухої біомаси.

Перетворення біомаси в етанол.

Існують два шляхи переробки лігноцелюлозної біомаси в етанол і біопаливо другого покоління: термохімічний і біохімічний.

Термохімічний процес перетворює біомасу в проміжний газ (синтез-газ) або рідину за допомогою небіологічних каталізаторів (наприклад, тепла) в реакторі. Проміжний продукт перетворюється на різні види палива (метанол, лігноцелюлозний етанол, інші вищі спирти, водень і синтетичне дизельне паливо/дизельне). У цьому процесі не потрібні біологічні каталізатори/мікроорганізми. Термохімічний процес дозволяє перетворювати будь-який вуглецевий матеріал (тобто лігноцелюлозну сировину) на цінні продукти, включаючи етанол. У термохімічному підході можна отримати етанол та інше біопаливо шляхом газифікації або піролізу. Етанол утворюється шляхом процесу Фішера – Тропша – це каталітичний процес гідрування монооксиду вуглецю з утворенням суміші рідких вуглеводнів. Під час газифікації біомаса піддається повній деполімеризації при температурах від 800 до 1000 °С при тиску від 2 до 3 МПа з обмеженим доступом кисню, утворюючи проміжний синтез-газ. Синтез-газ - це суміш оксиду вуглецю (CO), водню (H₂) та інших вуглеводнів. Піроліз відбувається при нижчих температурах, ніж газифікація

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

(400–650 °C), і в умовах нульового кисню. Ефектом піролізу є деполімеризація біомаси в рідкі проміжні продукти, такі як піролізне масло або біоолія [22].

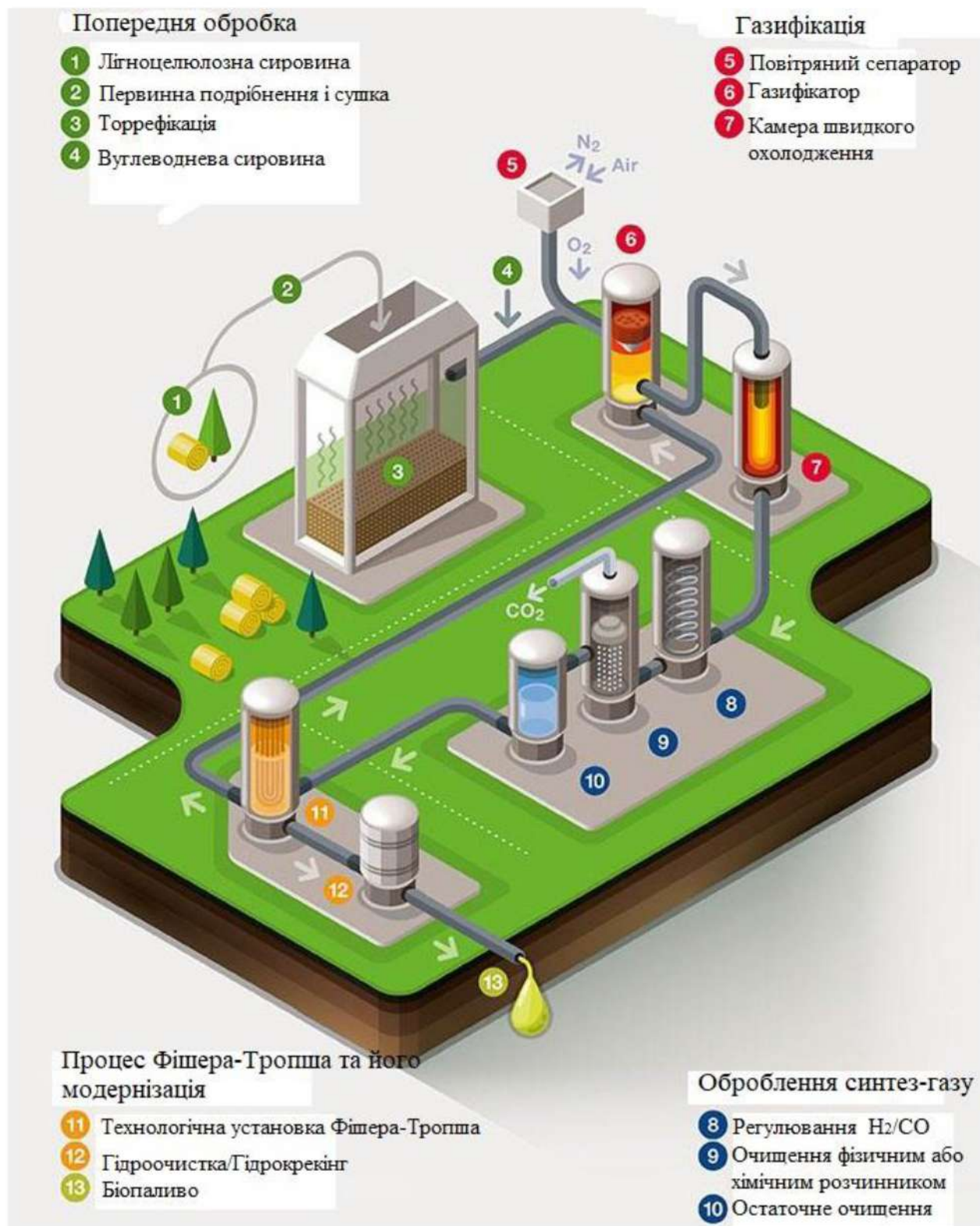


Рисунок 3.2 – Термохімічний процес переробки лігноцелюлозної біомаси в етанол

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ОС 18510146

Біохімічне перетворення є поширеним методом виробництва біоетанолу через високу селективність та ефективність перетворення біомаси. Біохімічний метод передбачає попередню обробку лігноцелюлозного матеріалу, ферментативний гідроліз, ферментацію цукрів специфічними штамми мікроорганізмів та перегонку біоетанолу з дегідратацією. У біохімічному шляху біомаса піддається впливу біологічних, фізичних (теплових) або хімічних каталізаторів під час попередньої обробки. Крім того, біокаталізатори, такі як ферменти, застосовуються для гідролізу полісахаридів, а ферментативні мікроорганізми (дріжджі або бактерії) для ферментації цукру [23].

3.2 Аналіз зниження техногенного впливу на атмосферне повітря при використанні біоетанолу другого покоління

Техногенний вплив на атмосферне повітря при використанні біоетанолу можливий при його виготовленні та безпосередньо при експлуатації як біопалива у двигунах автотранспорту, розглянемо кожен цей напрямок далі.

Забруднення транспорту та викиди вихлопних газів становлять основну частину парникових газів і загального забруднення повітря в сучасному світі. Останні оцінки показують, що забруднення повітря є безпосередньою причиною глобального потепління та кліматичних змін, що впливає на мільйони людей у всьому світі та порушує баланс навколишнього середовища. Більшість парникових викидів утворюються в результаті промислової, логістичної та транспортної діяльності, що охоплює понад 600 мільйонів одиниць транспорту (легкові автомобілі, автобуси, вантажівки), кількість яких за оцінками, зростає до 2,5 мільярдів одиниць до 2050 року. З цим зростає і світовий попит на паливо. Тому автомобільний і логістичний сектори поступово впроваджують альтернативні види палива, з упором на біопаливо для первинного скорочення викидів CO₂ та NO_x.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ОС 18510146

Арк

34

Біопаливо охоплює в основному три горючі види: біодизель, біоетанол і біогаз, які є частиною директиви Європейської комісії про біопаливо, створеної в 2003 році для впровадження біопалива, де мінімум 5,75 % від загальної кількості палива має включати біопаливо з 2010 року. З цих типів біоетанол – у центрі уваги цього дослідження – це біопаливо, що видобувається з сільськогосподарських продуктів, таких як крохмаль, цукор та лігноцелюлоза, і застосовується в сумішах з бензином або дизельним паливом, щоб зменшити залежність від нафти та обмежити викиди парникових газів. Його світове виробництво швидко зросло з 17 до 86 мільярдів літрів з 2000 по 2011 роки. У Бразилії та США, на які припадає понад 90 % загального світового виробництва та споживання біоетанолу [24].

Дослідження сумішей біоетанолу поділяються на два основні класи: біоетанол-дизельне паливо та суміші біоетанол-бензин. Як біоетанол, так і етанол містять основну сполуку етиловий спирт; однак різні виробничі процедури представляють потенціал для нових компонентів у викидах, які мають особливе значення для врахування при повній токсикологічній оцінці та оцінці викидів. У цьому контексті більшість розглянутих досліджень засновані на фактичному використанні біоетанолу в сумішах, а не етанолу. У сумішах з бензином біоетанол зазвичай використовується 5–20 % сумішей (E95–E80). Змішування з бензином сприяє посиленню процесу згоряння палива, покращується ряд параметрів, пов'язаних з ходовими якостями двигуна. Також склад викидів для стандартних класів сполук (CO, HC та NO_x) загалом зменшився за рахунок зменшення викидів CO- та вуглеводнів (HC), які є результатом збільшення горючості всієї суміші. Однак кінцеві викиди CO₂ збільшуються за рахунок змішування бензину та біоетанолу саме завдяки покращеному згорянню. Одночасно, викиди NO_x значно змінюються порівняно з чистими бензиновими двигунами, однак результати, як правило, менш передбачувані, ніж вимірювання HC та CO, оскільки утворення NO_x безпосередньо залежить від типу двигуна. Інші нещодавні дослідження також

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

повідомляють про збільшення викидів CO₂ і NO_x при згорянні змішаного палива бензин-біоетанол, однак викиди також показують значний рівень ацетальдегіду до концентрацій вище 150 ppm і рівнів оцтової кислоти. до 20–30 ppm. Інші дослідження сумішей біоетанолу та бензину повідомляють про результати, зворотні цим згаданим дослідженням, повідомляючи про різке зниження NO_x, CO та HC та загальне покращення ефективності двигуна. Третє дослідження, що включає вимірювання цих продуктів викидів, повідомляє, що CO, CO₂ і NO_x зменшуються шляхом змішування бензину з біоетанолом; CO₂ зменшується на 20–30 % для сумішей з низьким і високим рівнем вмісту, CO₂ різко зменшується, коли частка біоетанолу збільшується до сумішей високого рівня (E85), тоді як NO_x зменшується з 5 % до 20 % при змішуванні від E10 до E85. Нещодавнє сербське дослідження сумішей [25] біоетанолу та бензину показує, що викиди CO зменшуються в сумішах низького рівня (E1–E3), також у порівнянні з чистим бензином, і що вміст HC у сумішах E1 різко зростає на холостому ходу порівняно зі 100 % бензином, тоді як E2 та E3 зменшують вміст HC, під час холостого ходу низька та велика кількість обертів. Перевага сумішей E1 полягає в тому, що вони не потребують додаткових стабілізаторів, тоді як суміші від E2 і вище вимагають стабілізаторів сумішей. Причина великої різниці у викидах між E1 та двома іншими сумішами, тим не менш, може бути пов'язана з відсутністю ефекту видалення фазового поділу в паливі, і, таким чином, потенційно нижчою межею займання палива E1 порівняно з E2 та E3. Згідно з іншим дослідженням [26] викидів сумішей біоетанолу та бензину в двигуні SI, викиди NO_x збільшуються, коли біоетанол збільшується в суміші. З іншого боку, викиди HC істотно зменшуються, тоді як викиди CO змінюються в незначній мірі.

Як було показано нещодавно в дослідженні López-Aragiçio та його колег (2013 р.) [27], де основним продуктом викидів у паливних сумішах біоетанолу є ацетальдегід, а вторинним продуктом є формальдегід і третинний продукт, представлений оцтовою кислотою. Подібні результати були знайдені на звичайних двигунах, що працюють на етанолі, які показують, що різні

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ОС 18510146	Арк 36
-----	-----	----------	-------	------	-------------	-----------

перетворення етанол-бензин призводять до викидів (1) ацетальдегіду > (2) формальдегіду > (3) метану > (4) неметану. органічні гази та загальні органічні гази. В іншому дослідженні [28], що стосується сумішей біоетанолу та бензину, повідомляють про ті самі класи сполук, що й у дослідженні López-Aragiçio та його колег (2013) [27], однак для біоетанолу повідомляється про зменшення двох ароматичних сполук, бензолу та 1,3-бутадієну. суміші низького та високого рівня. У тому ж дослідженні Балата повідомляється, що інші леткі органічні сполуки в сумішах біоетанолу та бензину також зменшуються, коли кількість біоетанолу в суміші збільшується. Дослідження, проведене Seggiani та його колегами [29], оцінювало вплив на викиди біоетанолу з вмістом 10–20 % сумішей у чотиритактних двигунах мопедів, а також включало вимірювання твердих частинок (7–10 лм) та поліциклічних ароматичних частинок у фазі частинок.

Цікаво, що змішування з біоетанолом у чотиритактному двигуні мопеда не вплинуло на кількість частинок, що виділяються, та їх діаметр. Кількість і діаметр частинок є вирішальним аспектом токсикологічного профілю викидів, оскільки ці компоненти викидів можуть поширюватися на великі площі, глибоко проникати в дихальну систему і переносити компоненти вихлопних викидів на свою поверхню. Друге італійське дослідження [30] повідомляє про профілі викидів від 0 % до 85 % обсягу біоетанолу з бензином у звичайному двигуні 1,6 л SI. Результати показують зовсім інші висновки, ніж результати для двигуна мопеда, де кількість частинок і діаметр зменшуються відповідно на 60 % і 90 %, коли суміш біоетанолу з бензином наноситься на чисте бензинове паливо, на всіх циклах двигуна. Леткі органічні сполуки також зменшуються за допомогою суміші біоетанолу та бензину E85. Однак викиди ацетальдегіду та формальдегіду збільшувалися з біоетанольною частиною, причому E10 представляє суміш з найвищими викидами ацетальдегіду. Цікаво, що третя сполука, не виміряна в інших дослідженнях сумішей біоетанолу та бензину, була знайдена групою, а саме бензальдегід, у концентрації 10 мг/кВт год. Із легких

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

органічних сполук, що виявляються у викидах сумішей, етилен > метан > етан > пропілен > ацетилен > бензол > ізобутен > 2-метилбутан > 2,2-диментилбутан > метилпентан є основними сполуками з відповідним зниженням концентрації від 450 мг/kW год до 100 мг/ kW год. Крім того, токсичні еквіваленти по відношенню до ВаР показують найбільше зниження токсичності, присвоєне суміші E85, але менше зниження E10, E20 і E30.

Незважаючи на очевидний менший негативний вплив біопалива при його експлуатації, цей вид палива здійснює значний вплив на навколишнє середовище при його виготовленні а саме викиди, що утворюються при вирощенні сировини для біопалива, значна частина викидів надходить по причині внесені добрив NaOH. Внесення цього добрива призводить до утворення парникових газів NO, N₂O (таблиця 3.1) [31].

Таблиця 3.1 – Ключові параметри вихідної сировини етанолу та виробництва палива, які найбільше впливають на викиди парникових газів

Параметр	Одиниця	Кількість точок даних	Значення параметра		
			Min.	Max.	Sep.
Супутнє утворення електроенергії	кВт·год/л EtOH	21	0	1,03	0,53
вміст N у соломі стебл	кг/суха тонна сировини	7	5,47	8,26	6,7
Використання N-добрив	кг/суха тонна сировини	7	4,96	12,12	7,56
Витрата NaOH	кг/суха тонна сировини	2	0	0,03	0,02
Споживання целюлази	кг/суха тонна сировини	9	1,24	37,4	6,72
Сільськогосподарська енергія для збору соломи	МДж/суха тонна сировини	8	214	897	487
Надмірний кукурудзяний відвар	кг/суха тонна сировини	9	11,7	17,3	15,3
Норма врожаю стебл кукурудзи	Суша тонна/га	29	0,11	1,75	0,78
NO, N ₂ O утворення	% від N	7	0	2,34	1,21
Вихід етанолу	л/суха тонна	43	137	449	329

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ОС 18510146	Арк
						38

Для визначення процесів утворення парникових газів нами була складена схема життєвого циклу виробництва біоетанолу з урахуванням утворення парникових газів (рисунок 3.3).

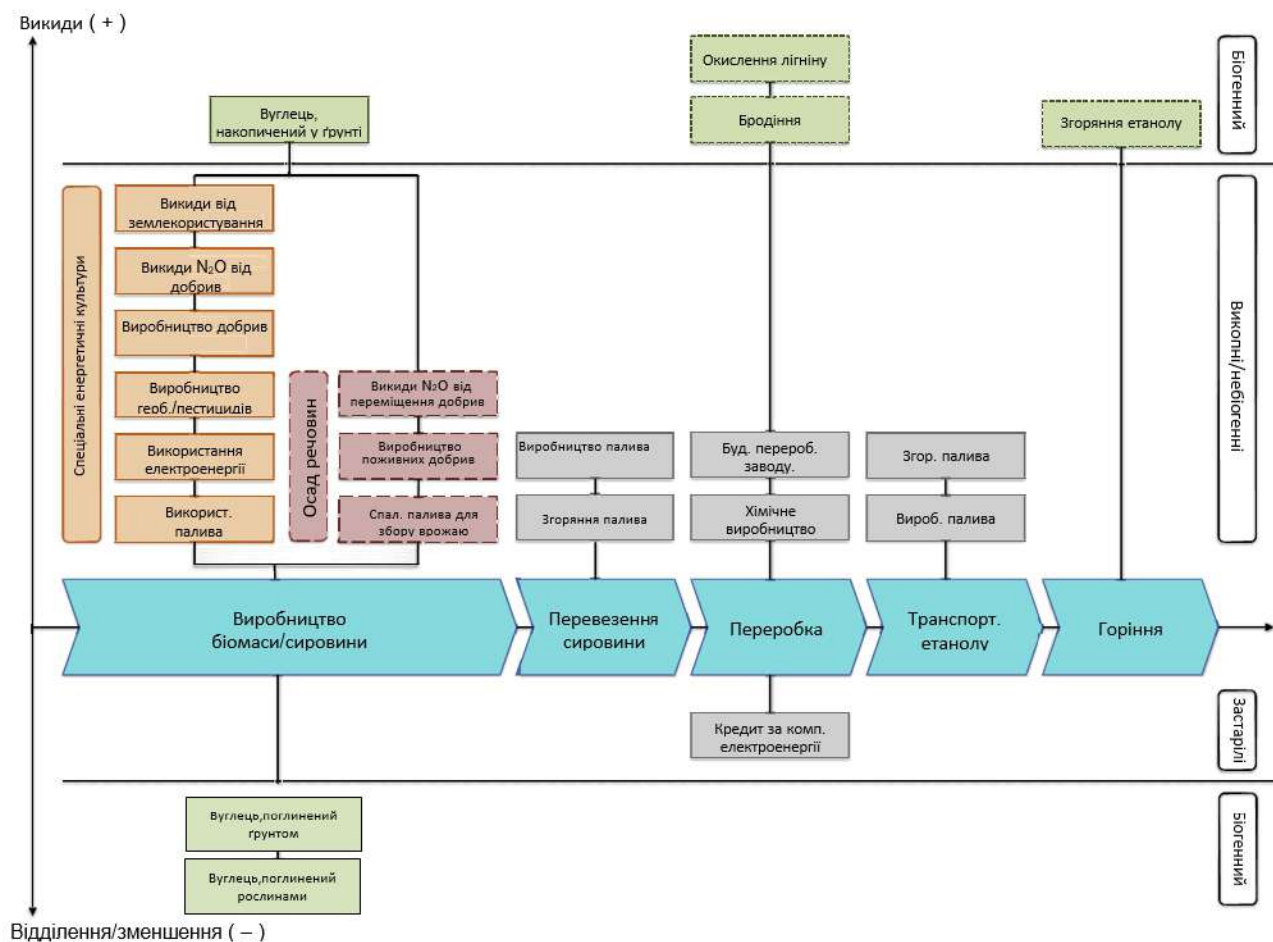


Рисунок 3.3 – Схема життєвого циклу виробництва біоетанолу з урахуванням утворення парникових газів

Окрім цього потрібно звернути увагу, що виробництво біопалива потребує значного залучення сільськогосподарських земель. Що для деяких країн означає заміну лісових деревних територій що виробляють кисень сільськогосподарськими культурами, що утворюють парникові гази [31].

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

3.3 Оцінка життєвого циклу біоетанолу другого покоління

Вплив на етапі вирощування енергетичних рослин. Вирощування рослин відбувається за технологією вирощування сільськогосподарських культур, отже і всі впливи будуть ідентичні. Так, викиди забруднюючих речовин пов'язані із роботою двигунів внутрішнього згорання сільськогосподарської техніки, а саме: оксиди азоту, оксиди вуглецю, метан, оксиди сірки, сажа. Також, існує можливість потрапляння у повітря летких складових добрив та засобів захисту рослин, що застосовують у процесі вирощування.

Забруднення водного середовища на даному етапі життєвого циклу не передбачається. Присутня можливість інфільтрації добрив у водоносні горизонти через шар ґурту.

Утворення відходів пов'язано із обслуговуванням сільськогосподарської техніки. Передбачається утворення відпрацьованих паливних, масляних та повітряних автомобільних фільтрів, відпрацьованих гальмівних рідин, промасленого ганчір'я та піску, шин. Також, до відходів слід віднести використану тару з-під добрив та засобів захисту рослин, що використовувалися у технологічному процесі.

Вплив на етапі виробництва палива

Будь-яка біомаса в основному складається з целюлози, лігніну та геміцелюлози в різних пропорціях.

Основна мета етапу попередньої обробки полягає в тому, щоб видалити мінеральні домішки з біомаси (в основному частинки ґрунту) і зробити цукри більш доступними для наступного етапу гідролізу. Завдяки фізичним, фізико-хімічним, хімічним і біологічним шляхами ця операція збільшує площу поверхні біомаси, видаляє лігнін і геміцелюлозу з лігноцелюлозної матриці та зменшує кристалічність целюлози. Це найскладніший і найдорожчий етап перетворення біомаси в етанол, і його ефективність залежить від конструкції обладнання та типу сировини. Найпоширеніші методи включають паровий вибух і попередній гідроліз розбавленої кислоти. Після цього молекули целюлози та геміцелюлози,

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата	ОС 18510146	Арк
Вшп	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		40

що вивільняються на етапі попередньої обробки, потім гідролізуються до розчинних цукрів за допомогою хімічного або ферментативного методу – останній є найбільш часто використовуваним. На стадії гідролізу глюкан і ксилан перетворюються на глюкозу і ксилозу відповідно, які переносять у ферментаційні ємності.

Є можливість одночасного оцукрювання та ферментації; ко-ферментація, при якій генетично модифіковані організми перетворюють як глюкозу, так і ксилозу; одночасне оцукрювання та кобродіння; та окремого бродіння потоку ксилози.

Цукри можна легко перетворити на етанол під час мікробного бродіння, тоді як дріжджі, які зазвичай використовуються для виробництва етанолу, не можуть метаболізувати ксилозу. Відбір, виділення та генна інженерія інших дріжджів, бактерій і грибів для перетворення цукрів C5 в етанол (окремо або в поєднанні з цукрами C6) є предметом широкого дослідження в усьому світі. Після ферментації етанолу процес є практично однаковим для етанолу першого і другого покоління. Що стосується виробництва тепла та електроенергії, єдине спостереження полягає в тому, що залишковий целюлігнін від процесу виробництва може бути відправлений в котли для спалювання і, залежно від кількості залишків від процесу, установка 2G може бути енергетично самодостатньою та надлишковою електроенергією.

Виробництво ферментів може відбуватися на місці та/або інтегруватися на завод з виробництва етанолу, або його можна придбати, залежно від припущень моделі. Іншим аспектом, який відрізняється в різних моделях, є відділення лігніну від цукристого потоку, яке може відбуватися до або після ферментації.

Результати оцінки впливу життєвого циклу (Додаток А) показують, що порівняно з етанолом першого покоління, етанол другого покоління з цукрової тростини в Бразилії дозволяє істотно скоротити всі досліджені категорії впливу, за винятком виснаження ресурсів. Проте виснаження ресурсів сильно залежить від потреби у фосфаті амонію, який необхідний для підготовки посівного

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

матеріалу. Інтегроване виробництво етанолу першого та другого покоління також дозволяє зменшити більшість впливів на навколишнє середовище, за винятком глобального потепління, фотохімічного виснаження озону та виснаження ресурсів. Урожай етанолу з гектара збільшується, оскільки для виробництва етанолу другого покоління використовуються багасса та органічні відходи. Отже, результати показують, що використання сільськогосподарських земель для комплексного етанолу першого та другого покоління зменшується приблизно на 11 %, тоді як етанол другого покоління дозволяє зменшити використання землі приблизно в 30 разів [32].

Отже, на другому етапі життєвого циклу, утворення викидів, скидів і відходів пов'язано із обраною технологією перетворення біомаси. В залежності від параметрів перебігу процеси, на виході отримуються рідкі і газоподібні продукти реакцій (синтез-газ, органічні продукти розпад, тощо). Утворення відходів пов'язано з процесом обслуговування обладнання та техніки [33].

Вплив на етапі спалювання палива. При спалюванні біоетанолу другого покоління до атмосферного повітря будуть надходити продукти горіння, як і при спалювання органічного палива – це оксид і діоксид вуглецю, оксид і діоксид азоту, метан. Різниця полягає в тому, що обсяг викидів буде значно меншим (рисунок 3.4).

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ОС 18510146	Арк
						42

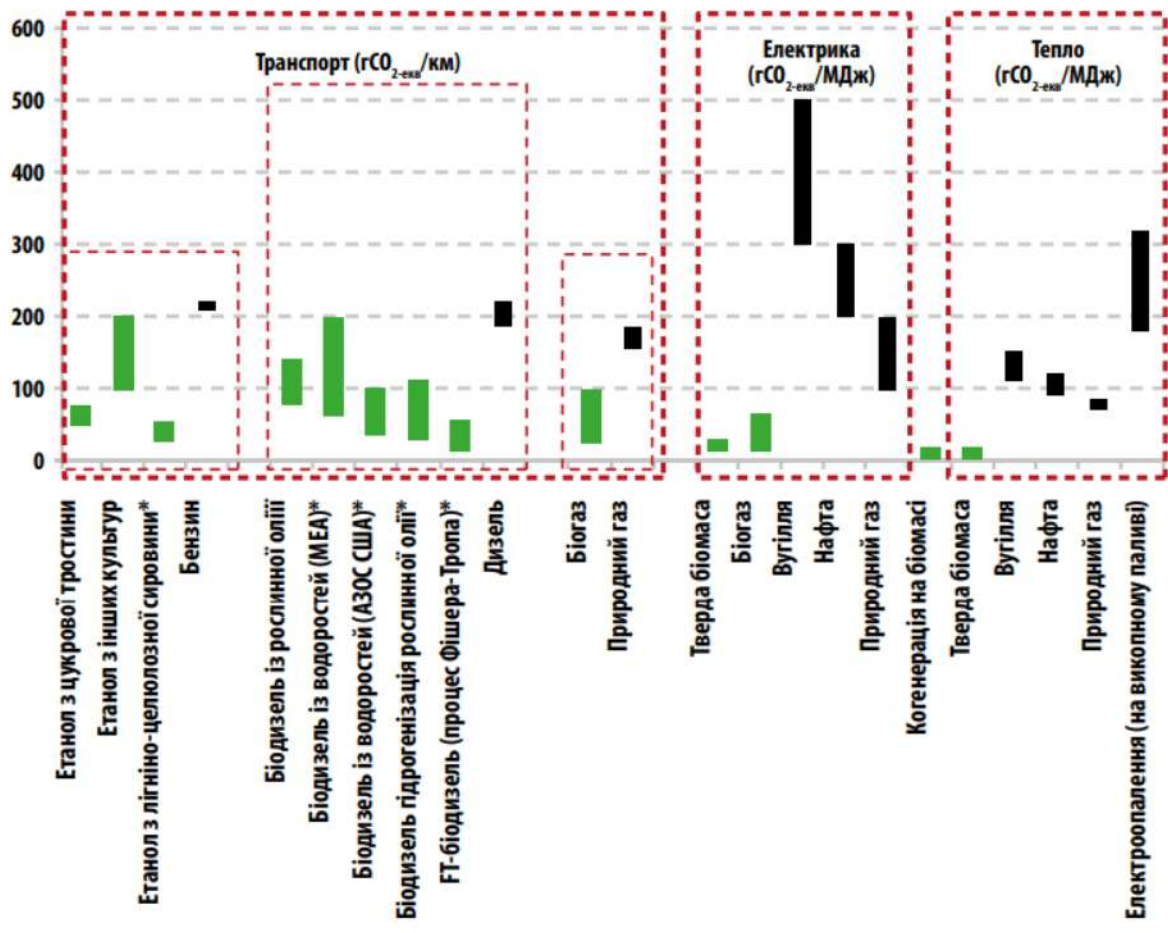


Рисунок 3.4 – Питомі викиди парникових газів на одиницю (км для транспорту або МДж для виробництва електроенергії та/або тепла). Біомаса – зелений колір, викопні види палива – чорний

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

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Безпека праці при поводженні з паливними матеріалами

Усі види палива, мастильних матеріалів і спеціальних рідин є токсичними і легкозаймистими певною мірою. Тому необхідно розуміти які основні їх негативні властивості виявляються при контакті з людиною та навколишнім середовищем. Найважливішими з цих властивостей є токсичність, пожежа, вибухонебезпечність та електризація.

Більшість марок палива та спеціальних рідин мають вагу пари більшу за повітря, тому вони часто зосереджені в нижніх частинах будинків, каналів, колодязів та інших споруд. Ці пари і повітря в певній пропорції утворюють вибухонебезпечну суміш, вибух якої може відбуватися від відкритого вогню та іскор. Тому під час роботи у вибухонебезпечній атмосфері робітники повинні носити взуття без металевих цвяхів і підков, а інструменти можна використовувати тільки з кольорових металів, які не іскрять при ударі [34].

Пари палива та спеціальні технічні рідини під час вдихання можуть викликати отруєння при попаданні на шкіру – захворювання. Гостре отруєння парами палива або спеціальних рідин, а також проковтування цих речовин і ненадання своєчасної медичної допомоги потерпілим можуть мати тяжкі наслідки. При роботі в середовищах з парами палива та спеціальними технічними рідинами необхідно використовувати протигази з фільтрацією або ізольовані. Для захисту шкіри від шкідливого впливу необхідно носити спецодягом.

Бензин, як токсична речовина, може потрапляти в організм людини через органи дихання, шкіру та травний тракт. Концентрація парів бензину в повітрі не повинна перевищувати $0,3 \text{ мг/м}^3$. При короткочасному вдиханні повітря, що

Інв.№покл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата	Арк 44
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	

ОС 18510146

містить 5–10 мг/м³ бензину, виникає гостре отруєння, що характеризується головним болем, болем у горлі, кашлем, подразненням слизових оболонок носа і очей, нестійкою ходою, запамороченням, емоційним збудженням. Більшість з цих явищ зникають, коли жертву через деякий час видаляють з токсичного середовища. Вдихання парів бензину концентрацією 35–40 мг/м³ протягом 5–10 хвилин шкідливо для здоров'я людини. При більш високих концентраціях парів бензину може статися швидка втрата свідомості та смерть [35].

Найбільшу небезпеку гострого отруєння парами бензину становлять роботи, що виконуються в приміщенні, тобто очищення від залишків бензину в резервуарах і ємностях в ремонтній майстерні. Через погану вентиляцію в таких місцях повітря може швидко насичуватися парами бензину до небезпечних концентрацій, тому при виконанні цих робіт необхідно ретельно дотримуватися правил безпеки.

Пари дизельного палива, як правило, більш токсичні, ніж бензинові, але через меншу випаровування ця пара міститься в повітрі в набагато менших концентраціях. Гранично допустима концентрація парів дизеля 0,3 мг/м³ повітря. Заходи профілактики та надання першої допомоги такі ж, як і для бензину.

При отруєнні бензином або дизельним паливом потерпілого необхідно негайно винести або вивести на свіже повітря, звернутися за медичною допомогою та надати першу допомогу: після відновлення дихання хворому бажано напоїти міцним чаєм або кавою.

Якщо нафтопродукти подразнюють слизову оболонку очей, промити 2% содовою водою, холодним чаєм і водою.

Категорично забороняється зберігати паливно-мастильні матеріали (у тому числі відпрацьовані масла) у відкритих ємностях і цистернах на складах та в інших місцях. Масляні нафтопродукти не можна заливати водою, оскільки продукт буде розповсюджуватися по поверхні води, а полум'я посилиться. Для гасіння пожежі необхідно якомога швидше припинити потрапляння повітря на предмет горіння: накрити брезентом, ковдрою, засипати піском, скористатися

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

вогнегасником. Джерело вогню оточують піском, а потім гасять. Якщо масло потрапило в паливний бак, необхідно припинити заправку палива, закрити кришку люка, накрити вогнезахисним матеріалом, а потім за допомогою вогнегасника знизити полум'я на поверхню паливного бака. Для запобігання пожежам необхідно постійно стежити за наявністю засобів пожежогасіння. Він повинен бути готовий до використання відразу. Усі працівники повинні бути ознайомлені з засобами пожежогасіння [34].

Перед заправкою автомобіля паливом і маслом двигун необхідно зупинити, а заправку можна робити тільки з справних автоматичних заправок, агрегатів. Персонал, який займається транспортуванням, прийманням, зберіганням, розповсюдженням та використанням токсичних технічних рідин, повинен бути ознайомлений з характеристиками цих рідин та заходами безпеки при поводженні з ними.

Токсичні технічні рідини слід зберігати та транспортувати лише в герметичних контейнерах, які відповідають відповідним стандартам і нормам. При транспортуванні в кузові автомобіля бочки та банки поставте на пробки та надійно закріпіть. На ємностях, що зберігають і транспортують токсичні технічні рідини, і на порожніх ємностях під цими рідинами має бути напис «Отрута, смертельна!» І встановлюють знак токсичних речовин [35].

4.2 Особливості реагування при виникненні пожежі

Пожежа – це неконтрольоване горіння, що поширюється в часі та просторі, загрожуючи життю та здоров'ю людей, майну та навколишньому середовищу.

Часто пожежі починаються з раптового спалаху на невеликій площі або обладнанні. Володіючи необхідними знаннями та вміннями, людина може в першу чергу загасити пожежу. Тому всі працівники підприємства повинні бути ознайомлені з правилами поведінки при виникненні пожежі, знати план евакуації будівлі, місця розташування вогнегасників та мати навички користування ними.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ОС 18510146	Арк
						46

Факторами ризику при виникненні пожежі є відкрите полум'я, висока температура, задимлення, часткове обвалення будівель, вибухи технічного обладнання та установок, поломки підлоги.

До причин виникнення пожежі відноситься [36]:

- невиконання правил користування електрообладнанням або його несправність;
- порушення або недотримання технічних регламентів;
- порушення правил пожежної безпеки, наприклад, паління в недозволених місцях, підпал тощо;
- недотримання правил пожежної безпеки.

Пожежі часто супроводжуються вибухами обладнання.

Вибух – це процес швидкого виділення великої кількості теплової енергії. Результатом вибуху є утворення вибухової хвилі, яка швидко поширюється, завдаючи механічних пошкоджень навколишньому середовищу.

Факторами ризику вибухів є високочастотний вплив звуку; ударні хвилі; уламки від вибухів.

У разі виникнення пожежі на підприємстві працівники повинні зберігати спокій та уникати паніки, в обов'язковому порядку зателефонувати до пожежної частини (телефон «101»), указавши адресу, місце пожежі та особисті дані.

У разі виникнення пожежі на підприємстві керівники та уповноважений персонал повинні [37]:

- організувати процес евакуації та призначити відповідальну особу;
- перевірити наявність корпоративних систем протипожежного захисту та чи вони реагують;
- вимкнути систему електропостачання, якщо необхідно, запобігти вибухам обладнання;
- контролювати пожежу (не допускати потрапляння повітря або проникнення в будинок до початку пожежі);
- зупинити всі виробничі процеси;

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ОС 18510146	Арк
						47

- контролювати дотримання заходів безпеки працівниками, залученими до гасіння пожежі;
- вживати заходів щодо охорони матеріальних цінностей;
- забезпечувати швидкий і легкий доступ до пожежних служб.

Рятуючи когось із палаючого приміщення, пам'ятайте: ніс потрібно прикрити вологою тканиною, яка щільно прилягає до обличчя. Двері та вікна слід відкривати повільно й обережно, щоб уникнути вогню зі свіжого повітря. Пересуватися по задимленому приміщенні потрібно на колінах, якомога ближче до низу. Рухатися потрібно у напрямку протилежному до вогню.

Прибувши пожежно-рятувальні підрозділи, вони повинні забезпечити безперешкодний доступ до місця події, якщо чинним законодавством не передбачені спеціальні процедури доступу.

Після прибуття пожежно-рятувальної частини керівний та інженерний персонал підприємства, будинку або споруди зобов'язаний брати участь у наданні начальнику пожежної частини проекту та технічних характеристик пожежного об'єкта, прилеглих будівель та обладнання, організації військ, які беруть участь. та об'єкти для прийняття об'єктів Необхідні заходи щодо ліквідації пожежі та запобігання її поширенню [37].

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата	ОС 18510146					Арк
										48
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата						

ВИСНОВКИ

У роботі проведено аналізування стану екологічної безпеки довкілля під час виробництва та використання біопалива – біоетанолу другого покоління. В основу роботи вкладено міжнародний досвід у вивченні питання виробництва біопалива. Стан розвитку біоенергетики в Україні та закордоном показує стабільне зростання у результаті постійному рості попиту на енергію, особливо із відновлюваних джерел, що дозволяють зменшити вплив на зміни клімату та зменшити залежність від нафтових держав такі як росія.

Біоетанол другого покоління зазвичай виробляється з лігноцелюлозної біомаси, але також можна використовуватися і промислові побічні продукти, такі як сироватка або неочищений гліцерин. Така біомаса зазвичай є відносно недорогою, а також легкодоступною. Лігноцелюлоза вважається відновлюваним і стійким джерелом вуглецю.

Нами розглянути два шляхи переробки лігноцелюлозної біомаси в етанол і біопаливо другого покоління: термохімічний і біохімічний.

Термохімічний процес перетворює біомасу в проміжний газ (синтез-газ) або рідину за допомогою небіологічних каталізаторів (наприклад, тепла) в реакторі.

Біохімічне перетворення є поширеним методом виробництва біоетанолу через високу селективність та ефективність перетворення біомаси. Біохімічний метод передбачає попередню обробку лігноцелюлозного матеріалу, ферментативний гідроліз, ферментацію цукрів специфічними штамми мікроорганізмів та перегонку біоетанолу з дегідратацією. У біохімічному шляху біомаса піддається впливу біологічних, фізичних (теплових) або хімічних каталізаторів під час попередньої обробки.

При оцінці життєвого циклу біоетанолу нами виділені чинники, що здійснюють негативний вплив на навколишнє середовище. На етапі

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ОС 18510146

Арк

49

вирощування енергетичних рослин основні викиди та відходи утворюються у результаті роботи сільськогосподарської техніки. На етапі виробництва біопалива, утворення викидів, скидів і відходів пов'язано із обраною технологією перетворення біомаси. В залежності від параметрів перебігу процеси, на виході отримуються рідкі і газоподібні продукти реакцій (синтез-газ, органічні продукти розпад, тощо). Утворення відходів пов'язано з процесом обслуговування обладнання та техніки.

Вплив на етапі спалювання палива. При спалюванні біоетанолу другого покоління до атмосферного повітря будуть надходити продукти горіння, як і при спалювання органічного палива – це оксид і діоксид вуглецю, оксид і діоксид азоту, метан. Різниця полягає в тому, що обсяг викидів буде значно меншим.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ОС 18510146

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. International Energy Agency (IEA): website. URL: <https://www.iea.org/fuels-and-technologies/bioenergy> (Last accessed: 10.06.2022)

2. Огляд енергетичного сектору України: інституції, управління та політичні засади / Андреас Шаалем ОЕСР 2019. 75 ст. URL: <https://www.oecd.org/eurasia/competitiveness-programme/eastern-partners/Monitoring-the-energy-strategy-Ukraine-2035-UKR.pdf> (дата звернення: 10.06.2022).

3. Біоенергетика в Україні // Біоенергетична асоціація України URL: <https://uabio.org/bioenergy-in-ukraine/> (дата звернення: 10.06.2022).

4. 2022 Ethanol Industry Outlook / Geoff Cooper and others Renewable fuels association 2022. 40 pg. URL: <https://ethanolrfa.org/file/2145/RFA%202022%20Outlook.pdf> (Last accessed: 10.06.2022).

5. Biodiesel Laws and Incentives in Federal: website. URL: <https://afdc.energy.gov/fuels/laws/BIOD?state=US> (Last accessed: 10.06.2022)

6. Understanding effects of bioethanol fuel use on urban air quality: An integrative approach / Susana López-Aparicio and others Energy Procedia 2014. № 58. Pg. 215-220. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.10.431> (Last accessed: 10.06.2022).

7. Ambient (outdoor) air pollution // World Health Organization URL: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health) (дата звернення: 10.06.2022).

8. Біоенергетика: Курс лекцій. Частина 1 / М. О. Будько та ін. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського 2021 109 с. URL: <https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/45609/1/Bioenerhetyka.pdf> (дата звернення: 10.06.2022).

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ОС 18510146	Арк 51
-----	-----	----------	-------	------	-------------	-----------

9. Renewable Fuel Standard Program. URL: <https://www.epa.gov/renewable-fuel-standard-program> (Last accessed: 10.06.2022)
10. Ethanol Benefits and Considerations: website URL: https://afdc.energy.gov/fuels/ethanol_benefits.html (Last accessed: 10.06.2022)
11. From B10 to B100 – Biodiesel Basics // Smartcities Dive URL: <https://www.smartcitiesdive.com/ex/sustainablecitiescollective/b10-b100-%E2%80%93-biodiesel-basics/12344/> (Last accessed: 10.06.2022).
12. What are – and who's making – 2G, 3G and 4G biofuels? : Biofuels Digest - biofuels, biodiesel, ethanol, algae, jatropha, green gasoline, green diesel, and biocrude daily news // The biofuels digest URL: <https://www.biofuelsdigest.com/bdigest/2010/05/18/3g-4g-a-taxonomy-for-far-out-%E2%80%94-but-not-far-away-%E2%80%94-biofuels/> (Last accessed: 10.06.2022).
13. Thermoanaerobacter mathranii strain BGI пат. Australia AU2007252104B2; заявл. 22.05.2006 ; опубл. 29.11.2007, WO2007053600A2
14. Metabolic engineering of Geobacillus thermoglucosidasius for high yield ethanol production/ R.E.Cripps and others Metabolic Engineering 2009. № 11. Pg. 398-408. DOI: 10.1016/j.ymben.2009.08.005 (Last accessed: 10.06.2022).
15. Thermoanaerobacterium saccharolyticum // Science Direct URL: <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/thermoanaerobacterium-saccharolyticum> (Last accessed: 10.06.2022).
16. Dsmz 24726 for second generation bioethanol production пат. European Patent Office EP2635711A1; заявл. 01.04.2011 ; опубл. 11.09.2013, WO2012059105A1
17. Review of Second Generation Bioethanol Production from Residual Biomass / Katarzyna Robak and others Food Technol Biotechnol 2018. № 56. Pg. 174-187. DOI: 10.17113/ftb.56.02.18.5428 (Last accessed: 10.06.2022).
18. Cellulase, Clostridia, and Ethanol / Arnold L. Demain and others Microbiology and Molecular Biology Reviews 2005. № 69. Pg. 145-165. DOI: MMBR.69.1.124-154.2005 (Last accessed: 10.06.2022).

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

19. Outdoor Air Quality Test Kit (Pro) // Aeroqual URL: <https://www.aeroqual.com/products/s-series-portable-air-monitors/outdoor-portable-monitor-pro-kit> (дата звернення: 10.06.2022).

20. Life Cycle Analysis of the Bioethanol Production from Food Waste—A Review / Aikaterini Konti and others *Energies* 2020. № 47. Pg. 58-71. DOI: 10.3390/en13195206 (Last accessed: 10.06.2022).

21. A review of integration strategies of lignocelluloses and other wastes in 1st generation bioethanol processes / Jorge A.Ferreira and others *Process Biochemistry* 2018. № 75. Pg. 173-186. DOI: j.procbio.2018.09.006 (Last accessed: 10.06.2022).

22. A thermochemical-biochemical hybrid processing of lignocellulosic biomass for producing fuels and chemicals / Yanwen Shen and others *Biotechnology Advances* 2015. № 33. Pg. 164-176. DOI: 10.1016/j.biotechadv.2015.10.006 (Last accessed: 10.06.2022).

23. Biological Pretreatment of Lignocellulosic Substrates for Enhanced Delignification and Enzymatic Digestibility / M. Saritha, Anju Arora, and Lata Indian *J Microbiol* 2012. № 52. Pg. 122-130. DOI: 10.1007/s12088-011-0199-x (Last accessed: 10.06.2022).

24. Energy consumption and greenhouse gas emissions from enzyme and yeast manufacture for corn and cellulosic ethanol production / Jennifer B Dunn and others *Biotechnol Lett* 2012. № 52. Pg. 113-120. DOI: 10.1007/s10529-012-1057-6 (Last accessed: 10.06.2022).

25. Stojiljkovic' DD, Nestorovic' DB, Jovanovic' VV, Manic' NG. Mixtures of bioethanol and gasoline as a fuel for SI engines. *Therm Sci* 2009;13:219–28.

26. Yoon SH, Lee CS. Lean combustion and emission characteristics of bioethanol and its blends in a spark ignition (SI) engine. *Energy Fuels* 2011;25:3484 – 92.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	OC 18510146	Арк
						53

27. López-Aparicio S, Hak C. Evaluation of the use of bioethanol fuelled buses based on ambient air pollution screening and on-road measurements. *Sci Total Environ* 2013;452:40–9.

28. Yoon SH, Ha SY, Roh HG, Lee CS. Effect of bioethanol as an alternative fuel on the emissions reduction characteristics and combustion stability in a spark ignition engine. *Proc Inst Mech Eng, Part D: J Automob Eng* 2009;223:941–51.

29. Seggiani M, Prati MV, Costagliola MA, Puccini M, Vitolo S. Bioethanolgasoline fuel blends: exhaust emissions and morphological characterization of particulate from a moped engine. *J Air Waste Manage Assoc* 2012;62:888–97.

30. Costagliola MA, De Simio L, Iannaccone S, Prati MV. Combustion efficiency and engine out emissions of a S.I. engine fueled with alcohol/gasoline blends. *Appl Energy* 2013;111:1162–71

31. Life cycle assessment of lignocellulosic ethanol: a review of key factors and methods affecting calculated GHG emissions and energy use / Kelsey Gerbrandt and others *Biotechnology* 2016. № 52. Pg. 34-48. DOI: 10.1016/j.copbio.2015.12.021 (Last accessed: 10.06.2022).

32. Life Cycle Assessment for bioethanol produced from cassava in Colombia/ Jaime Botero Agudelo and others *Politécnico Jaime Isaza Cadavid Cra* 2011. № 52. Pg. 147-151. DOI: 10.1516.20655.12.01 (Last accessed: 10.06.2022).

33. A review of life cycle assessment (LCA) of bioethanol from lignocellulosic biomass / Poritosh Roy and others *Tsukuba* 2012. № 46. Pg. 41-57. DOI: 10.6090/jarq.46.41 (Last accessed: 10.06.2022).

34. Охорона праці та безпека військової діяльності : навчальний посібник / О. П. Северин, В. М. Богомаз, М. В. Боренко, В. Г. Лоза, І. Є. Крамар, О. І. Шаптала; Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпро, 2018

35. Паливо-мастильні матеріали, технічні рідини та системи їх забезпечення./ Упор. В.Я.Чабанний. – Кіровоград: Центрально-Українське видавництво, 2008

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

Інв.№поділ.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ДОДАТКИ

Додаток А

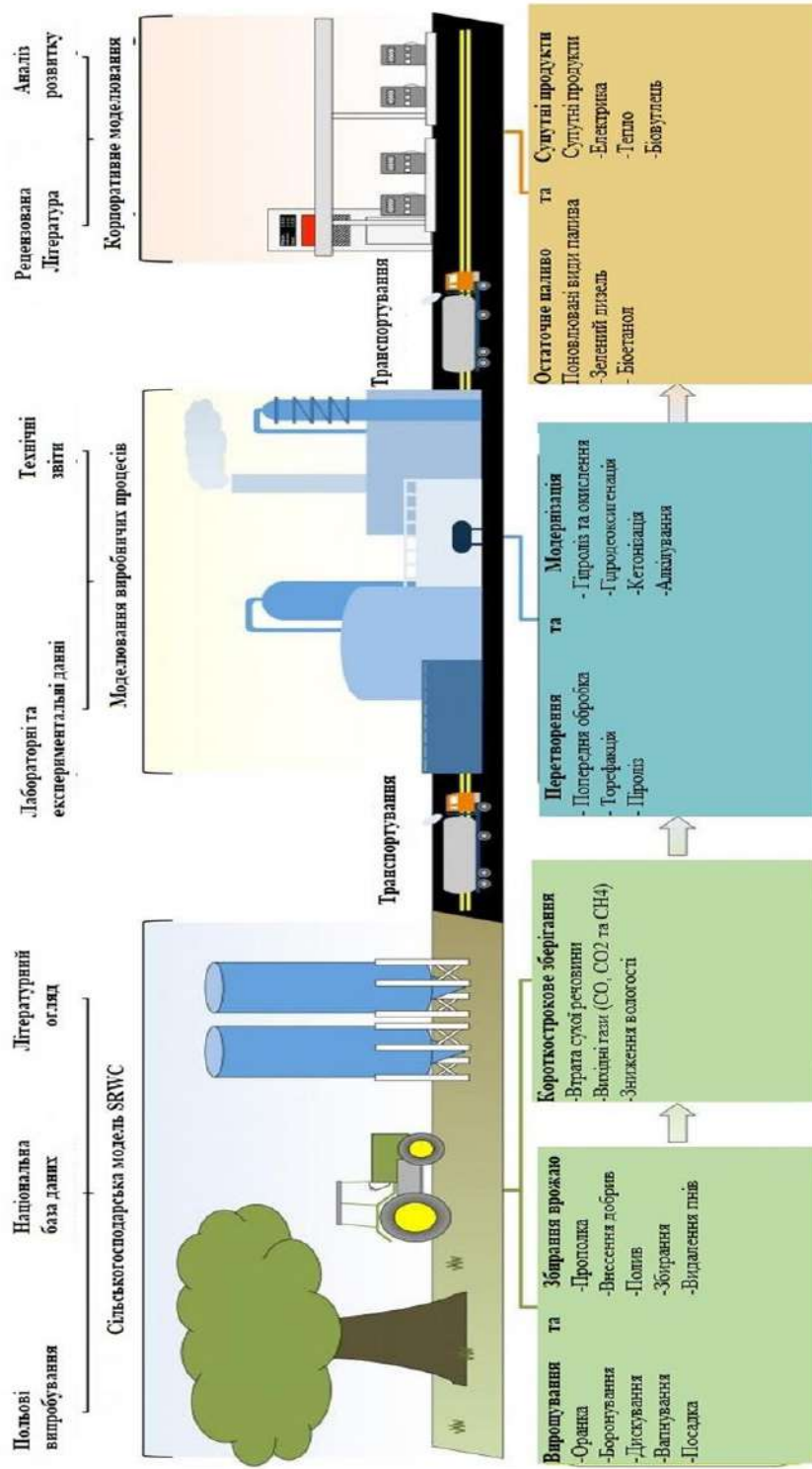


Рисунок А.1 – Життєвий цикл біоетанолу.

SRWC* (Model Short Rotation Woody Crops) – Модель коротких сівозміінних деревних культур