

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра екології та природозахисних технологій

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

зі спеціальності 183 “Технології захисту навколишнього середовища”

Тема: Технологічні рішення зниження викидів парникових газів від
автотранспорту

Завідувач кафедри

Пляцук Л.Д.

_____ (підпис)

Керівник роботи

Васькіна І. В.

_____ (підпис)

Консультант
з охорони праці

Фалько В. В.

_____ (підпис)

Виконавець

студент групи

ТС.м-11

Подольська А. Ю.

_____ (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
Подольської Анастасії Юрївни
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Технологічні рішення зниження викидів парникових газів від автотранспорту затверджена наказом по університету від “03” листопада 2022 р. № 1006-VI
2. Термін здачі студентом закінченого проекту (роботи) 20 грудня 2022 року
3. Вихідні дані до проекту (роботи) вміст парникових газів у атмосфері; викиди забруднюючих речовин пересувними джерелами забруднення у атмосферне повітря; склад вихлопних газів; характеристика водню, бензину та дизелю як палива; порівняльна таблиця основних показників дизельних і водневих двигунів.
4. Зміст розрахунково–пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити) аналіз утворення парникових газів при експлуатації автомобіля та їх вплив на довкілля та людину; аналіз державного врегулювання викидів CO₂; SWOT-аналіз економічних ініціатив, використання відновлюваних видів палива та розвитку електромобілів для зниження шкідливого впливу автотранспорту; огляд водню як палива у двигунах внутрішнього згорання; використання водневих технологій у двигунах легкових автомобілів та громадського транспорту; практичний розрахунок використання водню на мікроавтобусах, що виконують міжміські перевезення.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) триступінчаста та чотирьохступінчаста схема очищення; блок коагуляції та флокуляції; схема центрифуги типу огш; принцип дії центрифуги огш, схема дії відстійної центрифуги; схема ультразвукової коагуляції; схема застосування ультразвукового обладнання для коагуляції дрібнодисперсних частинок з метою інтенсифікації процесу очищення; схема ультразвукового апарату для дегазації бурового розчину; схема ультразвукового диспергатора для введення

рідкого середовища в буровий розчин; таблиця переваги та недоліки провідних методів та технологій переробки нафтошламів; таблиці SWOT-аналіз

6 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	Літературний огляд за досліджуваною проблематикою	Серпень-вересень 2022 р.	
2	Робота над розділом «SWOT-аналіз технологій захисту довкілля від викидів автотранспорту»	Жовтень 2022 р.	
3	Пошук патентів на тему «Використання водню як палива для транспортних засобів» у БД «Scopus»	Жовтень-листопад 2022 р.	
4	Проведення розрахунків щодо практичного аспекту використання водню на міжміських мікроавтобусах	Листопад 2022 р.	
5	Робота над розділом «Охорона праці»	Грудень 2022 р.	
6	Оформлення роботи	Грудень 2022 р.	

7 Дата видачі завдання 24.09.2022 року

Студент _____

А. Ю. Подольська

Керівник проекту _____

І. В. Васькіна

РЕФЕРАТ

Структура та обсяг випускної кваліфікаційної роботи магістра. Робота складається із вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи магістра становить 83 с., у тому числі 11 таблиць, 13 рисунків, 3 додатки, список використаних джерел.

Мета роботи – проаналізувати шляхи зменшення викидів парникових газів від автотранспорту.

Для досягнення зазначеної мети, у роботі були виконані такі *завдання*:

1. Провести літературний огляд явища парникового ефекту, роль транспорту у його утворенні, та вплив парникового ефекту на довкілля та організм людини;
2. Визначити шляхи державного врегулювання викидів CO₂ та шляхи вирішення екологічних проблем;
3. Провести SWOT-аналізи різних методів по зниженню впливу автотранспорту на довкілля;
4. Детальніше ознайомитися з альтернативними видами палива, визначити найбільш перспективні;
5. Проаналізувати використання водневих технологій у двигунах легкових автомобілів та громадського транспорту;
6. Провести практичний розрахунок використання водню на пасажирських міжміських мікроавтобусах.

Об'єкт дослідження – викиди від автотранспорту.

Предметом дослідження є технологічні рішення щодо зниження емісії парникових газів.

Методи дослідження. Був проведений літературний пошук, методи порівняння, розрахунку, узагальнення, аналізу, SWOT-аналіз.

Ключові слова: ПАРНИКОВІ ГАЗИ, АВТОТРАНСПОРТ, АЛЬТЕРНАТИВНЕ ПАЛИВО, ВОДНЕВІ ТЕХНОЛОГІЇ, ЕКОБЕЗПЕКА.

ЗМІСТ

Вступ.....	5
Розділ 1. Аналіз утворення та впливу парникових газів від автотранспорту.....	8
1.1 Парниковий ефект та роль автотранспорту у його утворенні.....	9
1.2 Вплив парникових газів на довкілля та людину.....	14
1.3 Державне врегулювання викидів CO ₂ та шляхи вирішення екологічних проблем.....	20
Розділ 2. SWOT-аналіз технологій захисту довкілля від викидів автотранспорту.....	29
2.1 SWOT-аналіз економічних ініціатив для зниження шкідливого впливу автотранспорту.....	29
2.2 SWOT-аналіз використання відновлюваних видів палива для зниження шкідливого впливу автотранспорту.....	32
2.3 SWOT-аналіз розвитку електромобілів для зниження шкідливого впливу автотранспорту.....	34
Розділ 3. Запровадження технологічних можливостей для переходу автомобілів на альтернативні види палива.....	37
3.1 Альтернативне паливо як основа ресурсозбереження і екобезпеки автотранспорту.....	38
3.2 Огляд водню як палива в двигунах внутрішнього згоряння. Закордонний досвід.....	41
3.3 Водневі технології в двигунах та практичний аспект використання водню на транспорті.....	53
Розділ 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	62
4.1 Аналіз шкідливих та небезпечних факторів при застосуванні запропонованої технології зниження викидів парникових газів автотранспортом.....	62
4.2 Розрахунок показників травматизму на підприємстві ЕлітЕкспрес.....	64
4.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях при застосуванні запропонованої технології зниження викидів парникових газів автотранспортом (безпека працівників водневої станції для отримання водню шляхом електролізу в аварійній ситуації).....	65
Висновки.....	68
Список використаних джерел.....	71
Додатки.....	81

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

ТС 21510205												
	Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат	Технологічні рішення зниження викидів парникових газів від автотранспорту			Літ.	Аркуш	Аркушів	
											4	83
	Розроб.	Подольська							СумДУ, ф-т ТеСЕТ			
	Перев.	Васькіна							гр. ТС.м-11			
	Н.Конт	Батальцев										
	Затв.	Пляцук										

ВСТУП

Актуальність теми дослідження полягає у тому, що глобальною екологічною проблемою нашої планети є зміна клімату. Саме використання викопних видів палива та нераціональне використання енергії – це основна причина порушень кліматичного балансу. Саме парникові гази, які утворюються унаслідок діяльності людства, і викликають збільшення явища парникового ефекту. До таких газів можемо віднести вуглекислий газ (CO₂), окис азоту (N₂O), метан (CH₄) та інші.

Зміна клімату – це реальність. З кожним роком клімат на Землі зазнає змін та стане більш гарячішим та непередбачуванішим, аніж кілька тисячоліть тому. Вже до кінця 21-го століття температура на Землі може досягти ще більших позначок, якщо найближчими роками людство не змінить свій стиль життя та користування природними ресурсами.

Вчені з різних країн наголошують на тому, що зміни клімату відбуваються саме через діяльність людей і саме ми несемо відповідальність за те забруднення планети та всі негативні наслідки, що наразі існують на Землі [1].

Автомобілі, що працюють на двигунах внутрішнього згорання, є основним джерелом парникових газів та інших небезпечних речовин у містах. Такі автотранспортні засоби завдають шкоди, завдяки викидам таких шкідливих речовин, як оксиди сірки, азоту та вуглецю, вуглеводні, сажа та дрібнодисперсні частки тощо.

Тому, дана робота направлена на аналіз технологічних рішень зниження парникових газів від автотранспорту.

Мета роботи – проаналізувати шляхи зменшення викидів парникових газів від автотранспорту.

Для досягнення зазначеної мети, у роботі були поставлені та виконані такі **завдання:**

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510205

Арк
5

1. Провести літературний огляд явища парникового ефекту, роль транспорту у його утворенні, та вплив парникового ефекту на довкілля та організм людини;

2. Визначити шляхи державного врегулювання викидів CO₂ та шляхи вирішення екологічних проблем;

3. Провести SWOT-аналізи різних методів по зниженню впливу автотранспорту на довкілля;

4. Детальніше ознайомитися з альтернативними видами палива, визначити найбільш перспективні;

5. Провести практичний розрахунок використання водню на пасажирських міжміських мікроавтобусах;

Об'єкт дослідження – викиди від автотранспорту.

Предметом дослідження є технологічні рішення щодо зниження емісії парникових газів.

Методи дослідження. Основними методами дослідження у даній роботі є літературний пошук, методи порівняння, розрахунку, узагальнення, аналізу. Також був проведений SWOT-аналіз.

Наукова новизна полягає у проведенні SWOT-аналіз для трьох методів зниження впливу парникових газів від автотранспорту на довкілля, а також у практичному розрахунку використання водню на пасажирських міжміських мікроавтобусах на маршруті Суми – Київ.

Практична цінність Результати досліджень можуть бути корисними під час оновлення автопарку пасажирських міжміських перевезень та при виборі палива, що буде використовуватися у майбутньому.

Особистий внесок магістранта. Усі розрахунки, які наведені у кваліфікаційній роботі магістра, були проведені самостійно. SWOT-аналіз методів зниження впливу парникових газів від автотранспорту на довкілля також був проведений самостійно на основі літературного огляду.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510205

Арк
6

Апробація результатів роботи. Результати кваліфікаційної роботи доповідалася на таких конференціях:

1. 6-ий міжнародний молодіжний конгрес сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування (м. Львів, 6 лютого 2021 р.);

2. Конкурс студентських наукових робіт за спеціальністю Автомобільний транспорт, напрям Екологічна безпека комплексу «Автомобіль-навколишнє середовище» (м. Суми, 1 лютого 2022 р.).

Публікації. За результатами кваліфікаційної роботи магістра опубліковано 2 наукові праці:

1. Подольська А. Ю., Васькіна І. В. Аналіз технологій зниження впливу викидів автотранспорту через перехід на водневе паливо. *Технології захисту навколишнього середовища – 2021*: збірник матеріалів 6-ого Міжнародного молодіжного конгресу «Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування» (м. Львів, 6 лютого 2021р.). Львів:, 2021. С. 247.

2. Подольська А. Ю., Демченко В. П. Екологічне безпечне застосування технологій гнучкої біоенергетики у транспортному секторі – 2022 р. : збірник матеріалів конкурсу студентських наукових робіт за спеціальністю Автомобільний транспорт, напрям Екологічна безпека комплексу «Автомобіль-навколишнє середовище» (м. Суми, 1 лютого 2022 р.). Суми: СумДУ, 2022.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510205

Арк
7

РОЗДІЛ 1
АНАЛІЗ УТВОРЕННЯ ТА ВПЛИВУ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ ВІД
АВТОТРАНСПОРТУ

Слід зазначити, що парниковий ефект – це одна з найсерйозніших екологічних глобальних проблем сучасного світу. Земля отримує потік електромагнітного випромінювання з космосу, основу якого складає інфрачервоне випромінювання. Все це і нагріває атмосферу нашої планети. Вуглекислий газ, водяна пара, озон, метан, оксид азоту та різні фреони є утворювачами парникового ефекту. Вони пропускають на Землю більше тепла від Сонця, аніж віддають його. Саме цей процес і є причиною збільшення середньої температури повітря на планеті [5].

Хоча парникові гази й існують у природі та регулюють температуру Землі, проте невелике збільшення їхньої кількості у середовищі вже призводить до серйозних наслідків на глобальному рівні.

Як відомо, саме діяльність автотранспортного засобу збільшує кількість парникових газів у середовищі. Під час роботи двигунів внутрішнього згорання, тобто при експлуатації кожного сучасного автомобіля, згорає гідрокарбонатний вид палива, унаслідок чого в атмосферу потрапляє велика кількість різних отруйних для довкілля та людини хімічних сполук. Лише у 60-х роках минулого століття люди почали цікавитися темою викидів вихлопних газів, хвилюючись про майбутнє планети. Саме з цього часу почалася боротьба людства з викидами автотранспорту та почалися розробки щодо максимально можливого скорочення автотранспортних викидів [28].

Інв. №	Підп. і дата
№ док.	Інв. № док.
№ док.	Взаєм. інв. №
№ док.	Підп. і дата
№ док.	Інв. № док.

Вип.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дат.

ТС 21510205

Арк
8

1.1 Парниковий ефект та роль автотранспорту у його утворенні

Вчені дослідили, що, у 80-х роках 20-го століття показники середньої температури повітря Північної півкулі підвищились, порівняно з кінцем 20-го століття, трохи більше, ніж на пів ° С. За прогнозом учених, до 2050 року середня температура вже може бути вищою на 2 ° С, порівняно із до індустріальною епохою. таке підвищення температури можна пов'язати насамперед через збільшення концентрації вуглекислого газу CO₂ та різних аерозолів у повітрі. Вуглекислий газ у атмосфері нашої планети поводить себе, як скло у парнику: він може пропускати сонячне світло, проте утримує теплові випромінювання від Землі. Саме цей процес і провокує підвищення температури у повітрі і на Землі в цілому. Це явище має назву парникового ефекту.

Парникові гази – це гази, що можуть поглинати та випромінювати інфрачервоне випромінювання. До них можемо віднести вуглекислий газ CO₂, окис азоту N₂O, метан CH₄, гідрофторвуглець, перфторвуглець (ПФВ) та інші речовини, що перебувають переважно у газоподібному стані та призводять до утворення парникового ефекту [2].

Поряд з тим, парниковий ефект може мати позитивний вплив, такий як забезпечення комфортних умов для усіх живих організмів на планеті, проте це можливо лише тоді, коли дотриманий баланс усіх газів в атмосфері.

Тепловий баланс атмосфери нашої планети порушився саме через різке зростання техногенних викидів від парникового газу. Наприклад, при збільшенні концентрації вуглекислого газу у атмосфері удвічі, можемо спостерігати і збільшення радіаційного балансу майже на 2 %. При цьому також збільшується і середня температура повітря на планеті майже на 3 °С. Для усіх газів можна прорахувати їх внесок до загального теплового дисбалансу атмосфери, врахувавши при цьому парниковий ефект та порівнявши його з показниками для діоксиду вуглецю, середнього часу розпаду й об'єму емісії.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510205

Арк
9

Таблиця 1.1 – Вміст парникових газів у атмосфері та їх парниковий фактор

Газ	Вміст у атмосфері, об'ємна частка, (%)	Парниковий фактор	Вміст газу у повітрі, (%)
Водяна пара (H ₂ O)	1	0,1	36-72
Вуглекислий газ (CO ₂)	3,5 * 10 ⁻²	1	9-26
Метан (CH ₄)	1,7 * 10 ⁻⁴	0,3	4-9
Нітроген оксид (N ₂ O)	3,0 * 10 ⁻⁵	0,16	1-3

Як видно з таблиці 1.1, найбільшого впливу на парниковий ефект завдає водяна пара. Вуглекислий газ також значно впливає на явище парникового ефекту. Не зважаючи на те, що його концентрація в повітрі значно менша, ніж водяної пари, проте значення його парникового фактору набагато більше [4].

У оксиду азоту потенціал глобального потепління набагато вищий, ніж у CO₂, проте джерел його викидів не так багато, і сам їхній рівень не надто високий, тому в даний час він має менший вплив на парниковий ефект.

З іншого боку, явище парникового ефекту виникає при перевищенні концентрацій озону, метану, фреонів та інших газів, проте їх концентрації не призводять до настільки негативних наслідків [5]. Тому під час створення математичної моделі збільшення глобальної температури часто нехтують усіма газами, окрім вуглекислого та водяної пари [6, 7]. Адже минулі значні зміни температури, зазвичай, відбувалися разом зі значною зміною концентрації CO₂ у атмосферному повітрі (цей факт був доведений різними геологічними дослідженнями). Проте, в ті часи концентрація вуглекислого газу збільшувалась з набагато меншою швидкістю, ніж зараз, адже тоді причина збільшення CO₂ у повітрі пролягала у повільно-протікаючих тектонічних процесах у надрах нашої планети, а зараз до цього додалася значна частка антропогенного впливу.

Антропогенні викиди парникових газів виділяються у атмосферу приблизно в однаковому розмірі на всій земній кулі, звичайно, більша концентрація

Підп. і дата	
Інв. Неодубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. Неодубл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510205

Таблиця 1.2 – Викиди забруднюючих речовин пересувними джерелами забруднення у атмосферне повітря [57]

Сполуки	Кількість викидів забруднюючих речовин, т					
	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Усього	1608516,6	1645745,7	1612895,1	1648827,0	1436728,3	1546775,5
діоксид сірки	17637,5	18199,0	18647,2	19803,2	18168,8	19643,3
оксид вуглецю	1227084,7	1258521,2	1230612,4	1255224,6	1084752,5	1164872,7
діоксид азоту	164288,3	168841,3	170367,0	178778,1	161780,8	174420,4
оксид азоту	839,9	814,5	792,4	798,6	798,8	895,8
аміак	8,7	7,8	7,1	6,3	6,8	7,8
метан	5068,7	5082,4	5000,5	5128,4	4909,9	5246,5
сажа	22986,8	23762,9	24662,5	26465,7	24580,7	26609,8
неметанові леткі органічні сполуки	170602,0	170517,6	162806,0	162622,1	141730,0	155079,2

Проаналізувавши таблицю викидів шкідливих речовин від автотранспорту бачимо, що у 2020 році значення всіх показників знизилися, порівняно з 2019 роком. Проте у 2021 році ці значення знову почали зростати, деякі з них навіть перевищили значення 2017-2019 рр. Це свідчить про неминучу загрозу ще більшого забруднення атмосферного повітря у нашій країні парниковими газами.

Охарактеризуємо глобальні зміни клімату, спричинені викидами шкідливих речовин автомобільним транспортом:

- кислотні дощі виникають через викиди сірчистого газу та оксидів азоту;
- збільшення кількості смогу у містах та посилення парникового ефекту спричинене викидами вуглеводнів;
- зміна погодних умов (різкого похолодання чи потепління, підвищена чи замала кількість опадів) залежить від наявності у повітрі твердих частинок [4].

Підп. і дата
 Інв. Неодубл.
 Взаєм. інв. №
 Підп. і дата
 Інв. Неодубл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510205

Арк
12

Звичайно існують відмінності у складі викидів бензинового і дизельного двигуна (таблиця 1.3). У дизельному – повністю згорає паливо та утворюється значно менша кількість CO і вуглеводнів. Проте, такий двигун викидає більшу кількість твердих частинок (сажі) [3].

Таблиця 1.3 – Склад вихлопних газів бензинового та дизельного двигунів

Речовина	Бензиновий двигун, %	Дизельний двигун, %
N ₂ , %	74—77	76—78
O ₂ , %	0,3—8,0	2,0—18,0
H ₂ O (пар), %	3,0—5,5	0,5—4,0
CO ₂ , %	0,0—16,0	1,0—10,0
CO*, %	0,1—5,0	0,01—0,5
Окис азоту, %	0,0—0,8	0,0002—0,5000
Вуглеводні, %	0,2—3,0	0,09—0,500
Альдегіди, %	0,0—0,2	0,001—0,009
Сажа, г/м ³	0,0—0,04	0,01—1,10

У проєкті аналітичного огляду 2-го національно внеску нашої держави у Паризьку угоду зазначено, що в 2018 р. сектор «Транспорт» опублікував кількість викидів парникових газів – 35 мільйонів тон CO₂-екв, більше 70 % з яких припадають на експлуатацію автомобільного транспорту. Порівняно з цим значенням, викиди парникових газів від інших видів транспорту незначні. Згідно з цим проєктом, була поставлена ціль НВВ2, яка вимагає, щоб рівень викиду парникових газів у 2030 р. не повинен перевищити 42 мільйонів тон CO₂-екв. у транспортному секторі. На цю ціль планується виділення не менше трьох мільярдів євро. Ці кошти планують отримувати за рахунок державних субсидій тощо [58].

Підп. і дата
Інв. Неодубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. Неодубл.

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

ТС 21510205

Арк

13

1.2 Вплив парникових газів на довкілля та людину

На глобальному рівні найважливішою особливістю XXI століття виступають кліматичні зміни. Велику частку у здійсненні цих змін відіграє діяльність людства, особливо непокоїть той факт, що останнім часом значно збільшився викид парникових газів у атмосферне повітря. Основне джерело таких викидів – це вихлопні автомобільні гази, майже половину з яких відносять до парникових газів.

Звернемо увагу на те, що парникові гази утримують тепло в атмосфері, що призводить до підвищення температури в усьому світі. Без парникових газів Земля була б покрита льодом, але спалювання надмірної кількості викопного палива, такого як бензин та дизельне паливо, призвело до підвищення глобальної температури на 0,6 градуса Цельсія, або 1 градус F, починаючи з доіндустріального періоду, і це буде продовжуватися в майбутні десятиліття. Підвищення світових температур позначаються сільському господарстві, дикій природі, рівні моря і природних ландшафтах [88].

Вихлопні гази від автотранспорту прямо і довгостроково впливають на наше довкілля. Окрім вихлопних газів автотранспорт у ході своєї роботи викидає ще багато різних шкідливих газів і твердих частинок, які, потрапляючи у навколишнє середовище, викликають явища глобального потепління, кислотних дощів, цим самим завдають шкоду і навколишньому середовищу, і згубно впливають на здоров'я людства.

З іншого боку, шум від двигунів і аварійні витіки палива також можуть викликати забруднення довкілля. Найбільше забруднюють повітря легкові, вантажні та інші види транспорту, проте кожен водій може зменшити вплив власного транспортного засобу на навколишнє середовище [29].

Основними токсичними викидами транспортного засобу можемо назвати відпрацьовані гази, картерний газ і паливні випарювання. Двигун викидає такі відпрацьовані гази, як окиси вуглецю (CO), вуглеводі (C_xH_y), оксид азоту (NO_x),

Підп. і дата	
Інв. Неодубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. Неодубл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510205

Арк
14

бенз(а)пірен, сажа й альдегіди. У відсотковому співвідношенні можемо розподілили основні компоненти викидів від карбюраторних двигунів наступним чином: до відпрацьованих газів віднесемо 95 % NO_x, 90 % CO, 50 % C_xH_y, до картерних газів – 7 % C_xH_y, 3 % NO_x, а до паливних випарів – до 45 % C_xH_y.

Тобто, до основних токсичних речовин (продуктів неповного згоряння) відносимо окиси вуглецю, сажу, альдегіди та вуглеводні.

Всі ми останнім часом помічаємо, що відбувається різке збільшення температури. Раніше, взимку постійно були мінусові температури, а зараз все частіше трапляються відлиги до 5 – 10 градусів тепла. В той час влітку, все частіше почали наступати посухи, які висушують ґрунт та призводять до його ерозії. Чому ж це почало відбуватися?

Більшість учених стверджує, що найзначнішою причиною таких явищ є згубна діяльність населення нашої планети, яка і призводить до глобальних змін клімату. При спалюванні палива, різкому збільшенні кількості відходів від життєдіяльності людства, збільшенні автотранспортних засобів спостерігається збільшення викидів парникового газу, а особливо вуглекислого, в атмосферне повітря планети Землі. Додавши сюди різке скорочення лісопаркових зон на планеті – отримаємо виникнення парникового ефекту.

Протягом багатьох років вчені вели спостереження, які показують, зв'язок господарської діяльності людства та зміну газового складу і запиленості нижнього шару атмосфери. Саме під час спалювання викопного палива й викидів діяльності людини у атмосферне повітря надходить значна частка забруднюючих речовин. Визначивши склад повітря вчені стверджують, що на сьогодні у атмосферному повітрі нашої планети вміст вуглекислого газу збільшився приблизно на 25 % порівняно з періодом 250 років тому. Можна впевнено стверджувати, що це є результатом господарської життєдіяльності людства, особливо з розвитком автомобільного транспорту, використанням викопних видів палива та через вирубування лісів, листя яких могло б поглинати вуглекислий газ.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510205

Арк
15

Через підвищення концентрацій вуглекислого газу у повітрі і відбувається явище парникового ефекту, що полягає у нагріві усіх шарів атмосфери нашої планети.

Розглянемо детальніше основні парникові гази та наведемо їх коротку характеристику.

1. Вуглекислий газ. Це, по праву, найнебезпечніший парниковий газ. Він становить майже 80 % усіх викидів, більша частина з яких надходить саме від спалювання палива транспортними засобами. Вуглекислий газ може залишатися протягом тривалого часу в атмосферному повітрі в активному стані – саме це і збільшує його небезпеку для довкілля.

Вуглекислий газ – діоксид вуглецю, що постійно утворюється в природі при окисненні органічних речовин: гниття рослинних і тваринних залишків, диханні, спалюванні палива. Парниковий ефект відбувається через порушення людиною кругообігу вуглекислого газу в природі. Промисловість спалює дуже багато палива- нафти, вугілля, газу. Всі ці речовини складаються в основному з вуглецю та водню. Тому їх ще називають органічним, вуглеводневим паливом.

При горінні, як відомо, поглинається кисень та виділяється вуглекислий газ. Внаслідок цього процесу щороку людство викидає в атмосферу 7 мільярдів тонн вуглекислого газу. Навіть уявити важко собі цю величину. Одночасно з цим на Землі вирубуються ліси - один із найголовніших споживачів вуглекислого газу, причому, вирубуються зі швидкістю 12 гектарів за хвилину! Ось і виходить, що вуглекислого газу в атмосферу надходить дедалі більше, а споживається рослинами дедалі менше [84].

Зауважимо, що кругообіг вуглекислого газу на Землі порушується, тому в останні роки вміст вуглекислого газу в атмосфері хоч і повільно, але вірно збільшується. А чим його більше, тим сильніший парниковий ефект.

2. Оксиди азоту (NO_x). До них відносять сполуки азоту та кисню у газоподібному стані, що утворюються під час горіння надлишкової кількості кисню за високої температури. Вони потрапляють у атмосферне повітря під час роботи транспортного засобу, а саме при викиді вихлопних газів автомобілів

Підп. і дата
Інв. Неодубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. Неодубл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510205

(особливо на дизельному паливі). Також такі гази можуть надходити в атмосферу при згорянні палива (нафти, вугілля, газу), чи при дуговому зварюванні, гальванічному покритті, травленні металів, детонації динаміту тощо.

Транспорт – це один із найголовніших джерел викиду оксиду азоту у атмосферне повітря. Проїхавши один кілометр, середньо статичний транспортний засіб викидає в атмосферне повітря більше 10 г оксидів азоту. У природі цього процесу не відбувається, він представлений в основному під час взаємодії азоту й кисню у камері згорання двигуна. Потрапивши назовні, оксид азоту може перетворюватися в азотну або азотисту кислоту, які кислотним дощем випаде на поверхню Землі [33].

3. Озон (O₃). За нормальної температури повітря та тиску озон – це безбарвний газ, що має різкий запах, та при великій концентрації може набутися синюватого кольору. Його головна ознака – це властивості сильного окиснювача, яка проявляється у виконанні важливої ролі у атмосфері. Озон, що міститься у стратосфері, виконує роль фільтра, який не пропускає шкідливого ультра фіолетового випромінювання до поверхні Землі. Проте, коли озон є присутнім у нижньому шарі атмосфери, то за високої концентрації він може завдавати шкоду рослинному покриву.

Зі сказаного раніше випливає, що наслідки парникового ефекту проявлятимуться у наступному:

1. Якщо температура на Землі продовжуватиме підвищуватися, це вплине на світовий клімат.
2. У тропіках випадатиме більше опадів, оскільки додаткове тепло підвищить вміст водяної пари в повітрі.
3. У посушливих районах дощі стануть ще рідкішими і вони перетворяться на пустелі, внаслідок чого людям і тваринам доведеться їх покинути.
4. Температура морів також підвищиться, що призведе до затоплення низинних областей узбережжя та збільшення кількості сильних штормів.

Підп. і дата
Інв. Неодубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. Неодубл.

5. Підвищення температури на Землі може викликати підвищення рівня моря так:

а) вода, що нагрівається стає менш щільною і розширюється, розширення морської води призведе до загального підвищення рівня моря;

б) підвищення температури може розтопити частину багаторічних льодів, що покривають деякі райони суші, наприклад Антарктиду або високі гірські ланцюги.

Вода, що утворилася, в кінцевому підсумку стече в моря, підвищивши їх рівень. Слід зазначити, що танення льоду, що плаває в морях, не спричинить підвищення рівня моря. Крижаний покрив Арктики є величезним шаром плавучого льоду. Подібно до Антарктиди, Арктика також оточена безліччю айсбергів.

Кліматологи підраховали, що якщо розтануть гренландські та антарктичні льодовики, рівень Світового океану підвищиться на 70-80 м і в результаті:

1. Скоротяться житлові землі.
2. Порушиться водно-сольовий баланс океанів.
3. Зміняться траєкторії руху циклонів та антициклонів.
4. Якщо температура Землі підвищиться, багато тварин не зможуть адаптуватися до кліматичних змін. Багато рослин загинуть від нестачі вологи і тваринам доведеться переселитися до інших місць у пошуках їжі та води. Якщо підвищення температури призведе до загибелі багатьох рослин, то за ними вимруть і багато видів тварин [83].

Крім негативних наслідків глобального потепління, можна відзначити кілька позитивних. На перший погляд тепліший клімат є благом, оскільки можуть зменшитися рахунки за опалення та збільшення тривалості вегетаційного сезону в середніх та високих широтах. Збільшення концентрації діоксиду вуглецю може прискорити фотосинтез.

Однак, потенційний вигравш у врожайності може бути знищений шкодою від хвороб, спричинених шкідливими комахами, оскільки підвищення

Однак, потенційний вигравш у врожайності може бути знищений шкодою від хвороб, спричинених шкідливими комахами, оскільки підвищення

Підп. і дата	
Інв. Неодубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. Неодубл.	

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

ТС 21510205

температури прискорить їхнє розмноження. Ґрунти в деяких областях виявляться малоприсадними для вирощування основних культур. Глобальне потепління прискорило б, ймовірно, розкладання органічної речовини у ґрунтах, що призвело б до додаткового надходження в атмосферу діоксиду вуглецю та метану та прискорило парниковий ефект. Що ж на нас чекає у майбутньому [30]?

Першочерговим наслідком парникового ефекту буде зміна клімату та стану навколишнього середовища, проте не менш помітним буде його вплив на здоров'я людства. Лише через кілька років людство зможе побачити наслідок парникового ефекту, проте тоді вже буде не можливо щось змінювати.

Вчені роблять прогнози, що найбільш схильними до розвитку захворювань від парникового ефекту будуть особи, що мають низьке або ж нестабільне матеріальне становище. Через те, що такі люди не будуть забезпечені необхідним повноцінним харчуванням, вони будуть недоїдати, відчувати голоду і, як наслідок, у них будуть розвиватися певні захворювання, пов'язані не тільки із системою шлунково-кишкового тракту). Доведено, що через аномальну спеку, спричинену парниковим ефектом, у світі кожного року збільшується число осіб, що мають захворювання серцево-судинної системи. Через це люди частіше почали страждати на зміну тиску (він підвищується вище норми або ж навпаки – значно знижується), частіше почали ставатися серцеві напади, теплові удари тощо.

Збільшення температури атмосферного повітря впливає на розвиток певних хвороб та епідемій: лихоманка Ебола; бабесіозіс; холера; пташиний грип; чума; туберкульоз; зовнішні і внутрішні паразити; сонна хвороба; жовта лихоманка.

Всі ці захворювання можуть дуже швидко поширюватися планетою, адже висока температура атмосферного повітря допомагає швидшому розвитку різних інфекцій та забезпечує життєдіяльність переносникам цих захворювань. До переносників цих хвороб можна віднести різних тварин та комах, наприклад муха Цеце, малярійний комар, енцефалітний кліщ, різні птахи, гризуни тощо. Через потепління ці тварини зміщують місце свого проживання подалі на північ нашої

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

земної кулі. Як наслідок, особи, які мешкають там, швидко піддаються захворюванню, адже в них немає імунітету до цих захворювань.

Таким чином, парниковий ефект – це основна причина глобального потепління, яке несе шкоду і навколишньому середовищу, і викликає у людини багато недуг й інфекційні захворювання. Результатом таких епідемій є смерть або тяжкі захворювання людства у різних куточках світу. Тому саме боротьба з проблемами глобального потепління та парниковим ефектом, допоможе покращити екологічний стан планети та здоров'я людства [32].

1.3 Державне врегулювання викидів CO₂ та шляхи вирішення екологічних проблем

Вирішення проблеми зміни клімату стало одним із ключових завдань 21-го століття для політиків усього світу. Наукові та економічні дані показують необхідність ухвалення рішучих дій з метою стабілізувати концентрацію парникових газів в атмосфері на рівні, який запобіг би небезпечному антропогенному впливу на кліматичну систему.

Потреби більшості країн, пов'язані зі зміною економічної складової та переходом на кліматично нейтральну економіку зумовили збільшення глобальних екологічних проблем, які не тільки не вирішили наявних проблем, а й досить сильно зруйнували стійкі економічні системи деяких країн. Загострення у проблемах клімату відображається в кожній сфері суспільного життя, а також викликає потребу у включенні до стратегії економічного розвитку світу завдань по скороченню викидів парникових газів, особливо від транспортних засобів. Україна в цьому питанні не є винятком і зобов'язана виконувати всі поставлені вимоги задля зниження впливу парникових газів на навколишнє середовище [44, с. 3, 85].

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510205

Арк
20

На міжнародному рівні переговорний процес, заснований у рамках Організації Об'єднаних Націй, призвів до прийняття Рамкової Конвенції Організації Об'єднаних Націй щодо Зміни Клімату [85].

У межах цього проєкту Україна взяла на себе обов'язок досягти цілі по зниженню викидів парникового газу на 60 % до 2030 року (порівняно з 1990 роком). Також серед цілей України – досягнення кліматичної нейтральності до 2060 року.

Також уряд України повинен приєднати прийняту кліматичну політику до Європейського зеленого курсу, який направлений на створення з Європи першого в світі кліматично нейтрального континенту до 2050 року. Такі заходи направлені на покращення стану довкілля та життя людства, розвиток економіки всіх країн.

Проте наразі всі прийняті Україною документи у сфері утворення та зменшення парникових газів не забезпечили достатнього стимулу до зменшення використання транспортних засобів чи переходу на більш екологічні варіанти. Механізм роботи ставки податків не має чітких зобов'язань і це призвело до не послідовного виконання всіх пунктів і надання помилкового цінового сигналу людству, адже ставку податків розраховували на основі кількості палива та вмісту у ньому енергії, не врахувавши при цьому вміст вуглецю та інших парникових газів. Наразі це підсилює думку про те, що Україна є енергоємною, а особливо – вуглецеємною, державою, за нею закріплюються застарілі технології, відсутність державної фінансової підтримки, екологічної модернізації промисловості, розвиток несприятливих умов виробництва альтернативних джерел енергії тощо. Тому, ми вважаємо, що наразі існує потреба у перегляді кліматичної політики в Україні та удосконалення інструментарію утворення ставки податку на викиди на вуглекислого газу, як основного парникового газу. Варто приділити увагу акцизному оподаткуванню енергетичних ресурсів, поступово ввести національну систему торгівлі викидами вуглекислого газу, а також удосконалити підходи у оподаткуванні викидів CO₂.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510205

Широкий спектр різних інструментів політики може бути використаний на національному рівні для пом'якшення наслідків зміни клімату; до них відносяться ринкові інструменти (наприклад, системи торгівлі дозволами на викиди ПГ або екологічні податки (рис. 1.2, 1.3)), регулятивні інструменти (наприклад, командно-адміністративне регулювання викидів ПГ, мінімальні стандарти енергоефективності та технологічні стандарти), та інформаційні інструменти (наприклад, маркування, підвищення обізнаності за допомогою інформаційних кампаній, освіта та навчання) [89].

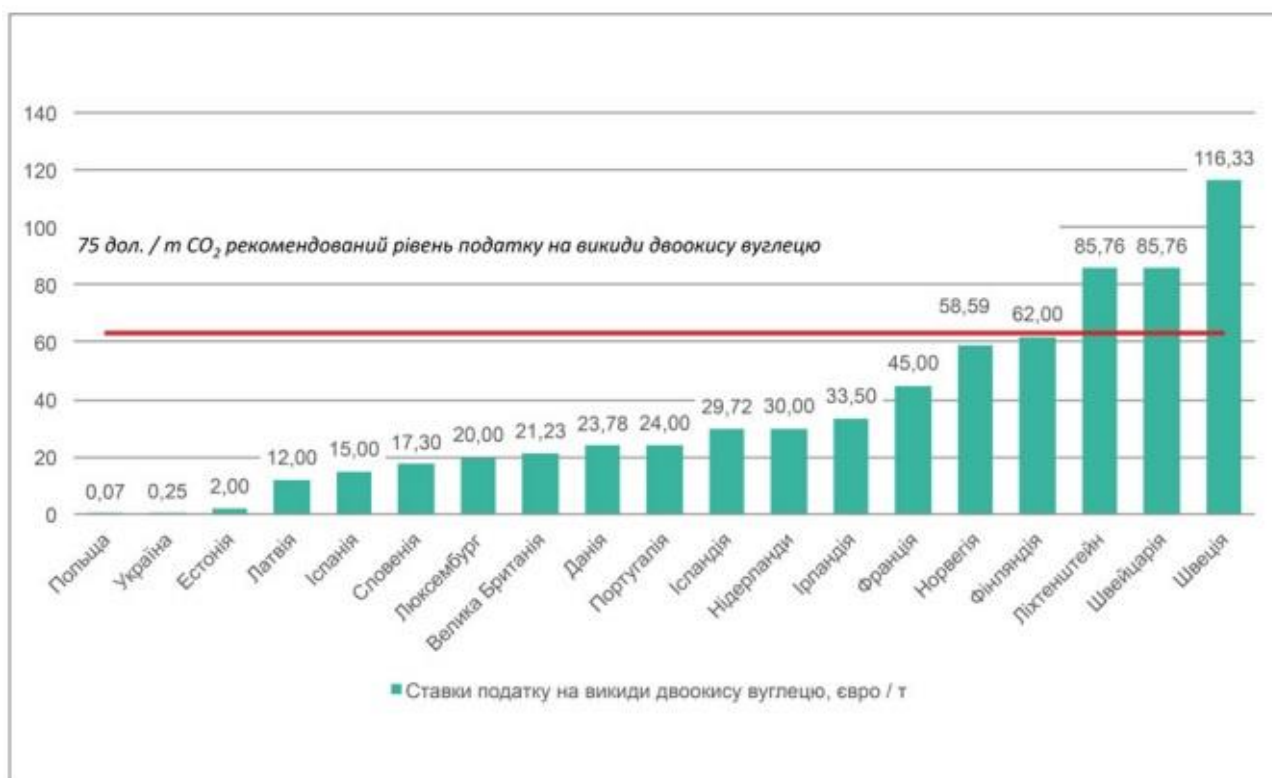


Рисунок 1.2 – Ставка податків на викиди CO₂ у деяких країнах Європи станом на 2021 рік

Підп. і дата
Інв. № до укл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № подл.

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



Рисунок 1.3 – Види податків у різних країнах світу, направлені на зниження викидів парникових газів

Дивлячись на те, що швидкість поширення забруднювачів в атмосферному повітрі є максимальною, проблема виникнення явища парникового ефекту має вирішуватися міжнародним співробітництвом. На сьогодні існує 2 основні стратегії боротьби з парниковим ефектом – управління і пристосування.

Стратегія управління має на меті знизити емісію парникових газів, перочергово – вуглекислого газу. Інша стратегія направлена на здійснення усіх необхідних перетворень у життєдіяльності людей (наприклад – на укріплення

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

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

прибережної зони, населеної людьми, а також пошук шляхів зменшення утворення парникових газів.

Основним документом, який розяснює стратегії міжнародних співробітництв у питаннях, пов'язаних з парниковим ефектом є Конвенція ООН зі змін клімату (відбулася у 1992 році, в м. Ріо-де-Жанейро). Основне завдання цієї Конвенції – відновити баланс парникових газів у атмосферному повітрі, протягом часу, за який можливо плавно адаптувати довкілля під нові умови. Головним органом, що контролює виконання пунктів даної Конвенції і є відповідальною за проведення консультації для країн учасниць, є Міжурядовий комітет із змін клімату [39].

Хоча наразі вчені та дослідники працюють над покращенням конструкції транспортного засобу, збільшенням потужності його двигуна, проте проблема забруднення довкілля від експлуатації автотранспорту залишається однією з найголовніших у всьому світі. Через те, що основою процесу, що змушує автомобіль рухатися, є процес згорання палива, який неможливий без наявності кисню. Зазвичай, транспортний засіб за рік поглинає із атмосферного повітря більше 5 тон кисню. І у ході своєї роботи викидає у довкілля відпрацьовані гази, що містять більше 1 тони вуглекислого газу та інші шкідливі речовини. Коли ми помножимо це значення викидів на загальну кількість транспортних засобів в усьому світі, то можемо лише уявити яку загрозу несуть ці викиди для довкілля. Саме через цю причину до будь-якого транспортного засобу ставлять такі серйозні екологічні вимоги. Наприклад, для зменшення впливу відхідних газів пропонують застосовувати каталізатори, які можуть розкласти шкідливі домішки вихлопних газів автомобіля на більш безпечні речовини. Також багато досліджень направлені на аналіз використання екологічного палива для зменшення кількості парникових газів та загального забруднення довкілля.

Звернемо увагу, що людство почало цікавитися екологічно чистими автомобілями ще у 70- х роках. Проте період від розмов і планування до реального конструювання таких автомобілів розпочався дещо пізніше і в нас час набирає

Підп. і дата
Інв. Неодубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. Неодубл.

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

ТС 21510205

значних обертів. Наприклад, нещодавно компанія BMW представила новий експериментальний седан 750hL із двигуном на водневому паливі (рис.1.4). Дослідників привабила екологічність такого двигуна, адже він викидає у атсферне повітря лише невелику кількість водяної пари. Як бачимо, вченим уже вдається робити кроки для переходу транспортних засобів на альтернативні види палива.



Рисунок 1.4 – Автомобіль BMW 750hL із двигуном на водневому паливі

Автовиробники все частіше стикаються з вимогою підвищити паливну економічність транспортного засобу та знизити рівень викидів вуглекислого газу та інших парникових газів, адже у світі постійно зростають ціни на викопне паливо та найважливішою проблемою залишається загроза глобального потепління. Тому наразі більшість провідних компаній вкладають кошти і ресурси у розробку транспортних засобів, які зможуть витратити паливо у кількості 3 л на 100 км або 1 л на 100 км. Через це уже незабаром ми зможемо побачити автомобілі, що будуть значно легшими за вагою, а також буде підвищена ефективність їх роботи. Можемо вважати, що через застосування нових альтернативних технологій, зовсім незабаром транспортні засоби будуть

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510205

виділяти мінімальну кількість забруднюючих речовин або ж зовсім їх не виділяти.

Зниження вмісту вуглекислого газу в вихлопах автомобільного двигуна — це одна із найголовніших вимог для автомобільного промислу, адже увесь автопарк світу надає в атмосферне повітря більше 20 % усіх викидів CO₂, утворених антропогенним шляхом. Викид двоокису вуглецю прямо пропорційний витратам палива автомобіля: чим менше витрачається палива, тим менша кількість вихлопів надходить у навколишнє середовище.

Аби мати уявлення, як можливо підвищити економічність та екологічність палива, необхідно розглянути транспортний засіб як єдину систему. Основними властивостями автомобіля, що є важливими для споживачів та впливають на економічну і екологічну складові, є вартість ТЗ, його динамічні властивості, ступінь безпеки, комфортність, розмір, дизайн, споживання палива, потужність двигуна тощо.

З іншого боку, транспортний засіб також має задовольнити усі вимоги і норми законодавства, адже вони мають сильний вплив на етап конструювання автомобіля, вибір технологій та на економічність і екологічність палива. Автовиробники мають знаходити компроміси та дотримуватися поставлених їм вимогам, аби виготовляти автомобілі, що будуть бажаними для споживача за ціною, бути екологічними та не поступатимуться потужністю експлуатаційних властивостей.

Існує дві концепції, що направлені на зниження витрат палива у автомобілів:

- підвищити загальну ефективність двигунів, трансмісій, приводів транспортних засобів тощо, аби забезпечити кращі експлуатаційні можливості за певної витрати палива;
- знизити витрати енергії транспортного засобу для подолання інерції, та різних видів опору, а також з метою роботи додаткового споживача енергій.

Підп. і дата
Інв. Неодубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. Неодубл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510205

Арк
26

Під час розробки заходів у державній політиці для забезпечення переходу України на кліматично нейтральну економіку потрібно проаналізувати та прийняти до уваги досвід взаємно узгодженого затвердження податку на викиди вуглекислого газу, маючи на меті вибір ефективних моделей ціноутворення для викидів CO₂. Нами представлено три моделі, що задовольняють систематизацію європейських практик щодо упровадження заходів мінімізації зміни клімату:

1. Модель № 1. Виконується тоді, коли держави користуються системами продажу викидів аби обмежити викиди вуглекислого газу, а також використовуються акцизний податок для енергоресурсів, що дозволяє скорочувати викиди парникових газів. Конкретно, податки на викиди двоокису вуглецю не встановлені. Такою моделлю користуються Німеччина, Австрія, Італія, Греція, Бельгія, Чехія, Литва, Угорщина та Словаччина.

2. Модель № 2. Виконується тоді, коли держави можуть комбінувати систему продажу викидів та податок на викиди вуглекислого газу. При цьому, останній може бути двох видів:

а) податок за споживання енергетичного ресурсу, яким користуються Франція, Швеція, Норвегія, Ірландія, Данія, Ліхтенштейн, Португалія, Фінляндія, Ісландія, Люксембург, Швейцарія та Словенія;

б) податок на фактичний чи вимірний викид CO₂, яким користуються такі країни, як Україна, Іспанія, Польща, Естонія, Нідерланди та Латвія.

3. Модель № 3. Виконується за умови, коли держави можуть комбінувати СТВ зі зборами або ж підтримувати мінімальний рівень ціни на викиди двоокису вуглецю. Ця модель використовується у Великій Британії. Її зміст полягає у тому, що виробник сплачує різницю (податок чи збір) за умови, коли ціна на квоту є нижчою ніж мінімальна ціна на викиди вуглекислого газу у країні. Такий підхід допомагає забезпечити стабільність у рівні ціни на викиди двоокису вуглецю, а також допомагає запроваджувати введення інвестиції у розвиток кліматично нейтральних технологій та створює рівні ринкові умови для кожного сектору виробництва.

Підп. і дата	
Інв. Неодубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. Неодубл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510205

В Україні податковими інструментами щодо зниження викидів двоокису вуглецю є акцизний податок на енергоресурс і податки на викиди CO₂, що входять у екологічний податок. Тому, на нашу думку, ще існує потреба того, аби вдосконалити податок на викиди CO₂, аби забезпечувати ефективність політики, направленої на зменшення викидів парникових газів, а також буде задовольняти потребу у зменшенні транзакційної витрати для виконання необхідних податкових обов'язків.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510205

РОЗДІЛ 2
SWOT-АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ ВІД ВИКИДІВ
АВТОТРАНСПОРТУ

Розглянувши теоретичні аспекти парникового газу та ролі автотранспорту в їх утворенні, перейдемо до проведення SWOT-аналізу таких технологій захисту довкілля від викидів автотранспорту, як економічні ініціативи, відновлювані види палива та перехід на електромобілі.

2.1. SWOT-аналіз економічних ініціатив для зниження шкідливого впливу автотранспорту

До економічних ініціатив, націлених на зменшення впливу шкідливих речовин від автотранспорту на довкілля, віднесемо розробку податків на авто, паливо та дороги.

Для прикладу розглянемо систему податків для автовласників у Німеччині.

Не варто думати, що покупка транспортного засобу є найбільшою статтею витрат для водія. Протягом усього часу експлуатації автомобіля власнику потрібно буде сплачувати дороговартісні мита. У Німеччині сума податку на транспортний засіб залежить від декількох факторів, наприклад від класу екологічності і віку автомобіля. На ці фактори необхідно звертати увагу під час покупки автомобіля, адже два різних автомобіля, здавалося б однаковими зовні, будуть обходитися власнику як в 100 €, так і в 400 € протягом року.

У 1997 року у німецькому законодавстві започаткували тренд на збільшення екологічних пристосувань до транспортних засобів. Влада у Німеччині прийняла рішення щодо зниження обсягу вихлопних газів в атмосферу на 50 % до 2030 року. Вони аргументують це так: якщо власник транспортного засобу забруднює навколишнє середовище більше за інших – то нехайі платить більше за інших. Як

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510205

Арк
29

результат, різниця у розмірах податків для власника менш екологічного автомобіля може бути більшою у 3-4 рази. У Німеччині цей податок на автомобіль називається Kfz-Steuer. Сума цього податку досить сильно б'є по кишені власника, тому перед покупкою автомобіля необхідно розуміти, яку кількість витрат власник буде сплачувати у податкову систему.

Отже, розглянемо, з чого ж буде формуватися підсумкова сума податку, яку необхідно буде сплатити власнику автомобіля у Німеччині:

- рік випуску транспортного засобу та його вид: причеп, мотоцикл, легковий автомобіль – кожен із видів транспортного засобу має свою податкову ставку;
- типу атомобільного двигуна (бензин чи дизель). На дизельні транспортні засоби сума податку наагато вища;
- обсяг викидів в атмосферне повітря вуглекислого газу та інших забруднюючих речовин. Це відбувається завдяки поділу атомобілів на емісійні класи Євро-1 – Євро-6.
- об'єм двигуна. Встановлюється конкретна сума податку, залежно від об'єму двигуна (см³).

Проте такий досвід Німеччини приносить власникам не лише великі витрати. Влада досить добре стимулює використання власниками більш нового та екологічного транспортного засобу. Наприклад, власники екологічних транспортних засобів забезпечені спеціальними «податковими канікулами».

Так, згідно податку KraftStG, водії, що мають електроавтомобілі, звільнялися від сплати транспортного податку на 10 років після покупки у тому випадку, коли реєстрація автомобіля припала до 2015 року. Після 2015 року такі «податкові канікули» тривають 5 років.

Також звільняють від сплати даного податку осіб із важкими фізичними порушеннями здоров'я. Такі особи повинні мати на своєму автомобілі «позначку»:

— Н – майже повна безпорадність у повсякденні;

Підп. і дата	
Інв. Неодубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. Неодубл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510205

Арк
30

- аG – виняткова ходяча інвалідність;
- ВІ – серйозні порушення зору.

У випадку, коли сума податку перевищує 500 €, то власник транспортного засобу має право звернутися до податкових органів для розстрочки по сплаті. Якщо особа не виплатить цю суму податку у зазначені терміни, то митні органи можуть зайнятися примусовим стягненням цих коштів [34].

На основі проаналізованої інформації проведемо SWOT-аналіз економічних ініціатив для зниження шкідливого впливу автотранспорту. Для цього визначимо сильні та слабкі сторони даного виду зниження впливу автотранспорту на довкілля. А також визначимося із можливостями та загрозами даного методу (табл. 2.1, 2.2, Додаток А).

Можемо припустити, що даний метод буде дієвим, адже закріплення усіх норм на державному рівні – це одна із основних заporук досягнення результату у скороченні парникових газів від автотранспорту.

Таблиця 2.1 – Сильні та слабкі сторони введення економічних ініціатив для зниження шкідливого впливу автотранспорту

Сильні сторони	Слабкі сторони
1. Зменшення експлуатації автомобілів через високі податки	1. Недостатня кваліфікація працівників податкової служби
2. Перехід населення на екологічніший транспорт	2. Необхідний великий термін для створення та затвердження законодавства
3. Збільшення надходжень до бюджету	3. Розвиток хабарництва

Підп. і дата	
Інв. Неодубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. Неодубл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510205

Таблиця 2.2 – Можливості та загрози введення економічних ініціатив для зниження шкідливого впливу автотранспорту

Можливості	Загрози
1. Затвердження пільгової системи для власників екологічних автомобілів	1. Нестабільна політична ситуація у світі
2. Створення нових робочих місць	2. Загрози з боку контролюючих органів
3. Можливість використання коштів з податків на покращення екологічної ситуації у країні чи місті	3. Необхідність проведення примусового стягнення податків
4. підтримка вітчизняного виробництва екологічних транспортних засобів	4. Зменшиться потік іноземців, які не хотітимуть платити за користування платними дорогами

Провівши SWOT-аналіз економічних ініціатив для зниження шкідливого впливу автотранспорту (Додаток 1) можу підрахувати різницю середніх значень = 22,6 - 18,4 = 4,2 бали. Отже, здійснений аналіз дає змогу прийти висновку, що введення економічних ініціатив є дієвим методом зниження шкідливого впливу автотранспорту. Однак досить вагомі загрози та слабкі сторони роблять даний метод не найкращим. Безсумнівно, цей метод потрібно використати комплексно з іними для досягнення необхідного результату.

2.2. SWOT-аналіз використання відновлюваних видів палива для зниження шкідливого впливу автотранспорту

Плавне виснаження викопних видів палива та їх шкідливість для довкілля свідчить про те, що люди все ж таки будуть змушені перейти на альтернативні види палива.

Підп. і дата
Інв. Неодубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. Неодубл.

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

З часом у людства зростає інтерес до відновлюваних видів палива, які можна було б застосувати для експлуатації легкового та вантажного автомобільного транспорту. Це можна пояснити такими ключовими ідеями:

1. Альтернативні види палива, зазвичай, викидають набагато менше шкідливих речовин при роботі транспортного засобу;
2. Більшість такого палива отримується з необмежених ресурсів;
3. Відновлюване паливо може зробити будь -яку країну більш енерго незалежною.

Отже, проведемо SWOT-аналіз використання відновлюваних видів палива для зниження шкідливого впливу автотранспорту. Для цього визначимо сильні та слабкі сторони, можливості і загрози даного виду зниження впливу автотранспорту на довкілля (табл. 2.3, 2.4, Додаток Б).

Таблиця 2.3 – Сильні та слабкі сторони використання відновлюваних видів палива для зниження шкідливого впливу автотранспорту

Сильні сторони	Слабкі сторони
1. Зменшення побутових, промислових та сільсько-господарських відходів	1. Достатня кількість пального потребує вирощення необхідних рослин, що займають велику територію
2. Досягнення енергетичної незалежності багатьох держав	2. Деякі рослини можуть виснажувати ґрунт, та робити його непридатним для посадки інших культурних рослин
3. Дешевизна та простота отримання	3. Менша потужність двигуна
4. Мінімальні або нульові викиди в атмосферу	4. Зазвичай потрібно модифікувати мотор
5. Невичерпні джерела	5. Можуть спостерігатися сезонні коливання кількості наявної сировини для пального

Підп. і дата	
Інв. Неодубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. Неодубл.	

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

ТС 21510205

Таблиця 2.4 – Можливості та загрози використання відновлюваних видів палива для зниження шкідливого впливу автотранспорту

Можливості	Загрози
1. Зменшення ціни на паливо	1. Законодавчі бар'єри
2. Створення більшої кількості фермерських господарств	2. Поганий урожай необхідної сировини
3. Створення запасу сировини	
4. Розширення асортименту сировини	

Провівши SWOT-аналіз використання відновлюваних видів палива для зниження шкідливого впливу автотранспорту (Додаток 2) можу підрахувати різницю середніх значень = 25,6 - 19,6 = 6 балів. Отримані результати свідчать про те, що використання альтернативних видів палива є достатньо дієвим методом зниження шкідливого впливу автотранспорту.

2.3. SWOT-аналіз розвитку електромобілів для зниження шкідливого впливу автотранспорту

Електромобіль – це транспортний засіб, рух якого відбувається не через роботу двигуна внутрішнього згоряння, а за допомогою електродвигунів, які отримують живлення від акумуляторів або паливного елемента.

Зовнішній вигляд електромобіля майже не відрізняється від звичайного авто, що працює на бензині, газу чи дизелі. Проте, все ж існують зовнішні ознаки, за допомогою яких можемо відрізнити електрокар від традиційного автомобіля. Наприклад, у електромобіля відсутня широка радіаторна решітка, наявне плоске дно, вони оснащені характерними логотипами зеленого чи синього кольорів, а також можна почути свистячий звук при роботі електро двигуна. Проте головною відмінністю електромобіля вважають наявність електродвигуна.

Розрізняють такі види автомобілей, що працюють на електриці:

Підп. і дата
Інв. Неодубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. Неодубл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

1. Внутрішньоміський транспорт. Вони характеризуються невисокою потужністю і швидкістю пересування, адже у їх конструкції вже встановлене спеціальне обмеження щодо максимальної швидкості. Його перевагами є малий діаметр коліс та взагалі компактні габарити та низьку вагу, що дозволяє рухатися їх рухатися по місту;

2. Мікро електромобілі. Їх створили врахувавши щільний міський транспортний потік; також їх оснастили батареєю малої ємності, адже їх використовують саме для малих переїздів, поїздки до магазину, на роботу тощо;

3. Транспортні засоби типу трициклів;

4. Звичайні транспортні засоби. На вигляд – як звичайні легкові автомобілі, наприклад, моделі від Tesla;

5. Вантажівки. Поки що їх рідко побачиш на дорогах світу, проте в майбутньому їх можна частіше використовувати у великому місті під час внутрішніх перевезень, аби зменшити викиди в атмосферне повітря;

6. Тролейбус, трамвай, автобус на електродвигуні – це вже досить поширений вид транспорту у багатьох містах.

7. Сюди також можна віднести гібридний транспорт, на якому встановлюють і електричний, і звичайний двигуни. Подібні транспортні засоби є популярними у таких країнах, як США, Японі, та в Європі.

Завдяки тому, що такий транспорт досить поширений у нашому житті, даний аналіз, на нашу думку, буде найбільш точним, адже якщо не брати до уваги легкові електрокари, то кожен з нас стикався з громадським електротранспортом.

На основі проаналізованої інформації проведемо SWOT-аналіз використання електротранспорту для зниження шкідливого впливу автотранспорту. Для цього визначемо сильні та слабкі сторони даного виду зниження впливу автотранспорту на довкілля. А також визначимося із можливостями та загрозами даного методу (табл. 2.5, 2.6, Додаток В).

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510205

Арк
35

Таблиця 2.5 – Сильні та слабкі сторони використання електротранспорту для зниження шкідливого впливу автотранспорту

Сильні сторони	Слабкі сторони
1. Відсутність вихлопних газів	1. Низька ємність батареї
2. Безшумність при експлуатації	2. Зазвичай це двохмісні автомобілі
3. Обладнання сучасними засобами безпеки	3. Не можливо рекуперувати енергію
4. Відсутність деталей, що ускладнюють експлуатацію ТЗ (паливна система, масла, свічки)	4. Втрата хімічним наповнювачем акумулятора своїх властивостей
	5. Недостатня кількість заправних станцій

Таблиця 2.6 – Можливості та загрози використання електротранспорту для зниження шкідливого впливу автотранспорту

Можливості	Загрози
1. Встановлення генератора для підзарядки акумулятора під час руху	1. Високі ціни на автомобілі
2. Збільшення швидкості електромашин	2. Підвищення цін на електроенергію
3. Збільшення асортименту автомобілів	3. Використання електроенергії, яка виготовляється з невідновлюваних джерел енергії (атомна енергетика)

Провівши SWOT-аналіз використання електротранспорту для зниження шкідливого впливу автотранспорту (Додаток 3) можемо підрахувати різницю середніх значень = $19,2 - 23,8 = -4,6$ балів. У результаті, можемо зробити висновок, що, використання електромобілів не є дієвим методом зниження шкідливого впливу автотранспорту через переважання загроз та слабких сторін.

Підп. і дата
Інв. Неодубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. Неодубл.

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

ТС 21510205

РОЗДІЛ 3

ЗАПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ДЛЯ ПЕРЕХОДУ АВТОМОБІЛІВ НА АЛЬТЕРНАТИВНІ ВИДИ ПАЛИВА

У попередньому розділі були проведені SWOT-аналізи трьох обраних методів зниження впливу автотранспорту на атмосферне повітря. За даними розрахунками мною був обраний один спосіб зниження негативного впливу від автотранспорту – перехід на відновлювані види палива.

До того ж, подібні дослідження проводились у нашій бакалаврській роботі [59]. Серед способів зниження впливу викидів від автотранспорту були розглянуті такі методи, як перехід на альтернативні види палива, вибір шин для зменшення викидів CO₂ та був здійснений патентний пошук щодо винаходів, направлених на зменшення впливу відпрацьованих автомобільних газів.

Одним із найпростіших способів зниження викидів парникових газів для автовласників, на нашу думку, є вибір певних шин. Екологічність цього методу заключалася в тому, що опір руху транспортного засобу завжди є пов'язаним із втратою енергії. Тому існує закономірність: коли показник опору кочення низький, то і витрата енергії теж є нижчою. Відповідно до цього, транспортний засіб споживає менше палива на тій самій відстані, а отже і зменшує вуглецевий слід водія. Якщо ж «взути» електромобіль у такі шини, то досягнуте зменшення опору кочення може збільшити дальність пробігу транспортного засобу.

Тобто, для вищенаведеного способу зменшення викидів парникових газів не потрібно було щось докорінно змінювати у вланому транспортному засобі і кожен автовласник зміг би долучитися до зменшення викидів та зробити наше атмосферне повітря більш чистішим.

Наразі ж нашу увагу більше привертає тема використання альтернативних видів палива. Ми вважаємо, що цей спосіб є глобальнішим, він направлений саме на етап виготовлення транспортних засобів, тому водій уже може не

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510205

Арк
37

замислюватися над додатковою покупкою більш екологічних шин тощо. Використання альтернативних видів палива допоможе зробити значний внесок у вирішення проблеми парникового ефекту та допоможе автовласникам використовувати свої транспортні засоби без шкоди довкіллю.

3.1 Альтернативне паливо як основа ресурсозбереження і екобезпеки автотранспорту

Протягом тривалого часу світовий паливно-енергетичний комплекс використовував переважно енергоносії, що виготовлялися з нафти. Проте останнім часом помічаємо тенденцію зменшення ролі нафтопродуктів у світі. Це можна помітити, аналізуючи світову динаміку споживання первинних видів енергії: якщо у 1980 р. нафту використовували у 50 % випадків використання енергоносіїв, то наразі це значення не перевищує 35 % і сподіваємося, що воно буде й надалі продовжувати стрімко скорочуватися.

Розвиток світового автомобільного транспорту потребує збільшувати виробництво палив. Наразі дана галузь нафтопереробної промисловості виробляє світлі нафтопродукти (бензин, керосин, дизельне і реактивне паливо), якими користується майже 80 % автовласників.

Аби забезпечити безперервну роботу двигуна внутрішнього згорання при умові дефіциту певного палива, у світі активно розробляють та впроваджують багатопаливні двигуни, які можуть працювати і на нафтовому паливі, і на альтернативному.

Одним із радикальних методів зниження використання невідновлюваних видів палива є розширення виготовлення нетрадиційного, тобто альтернативного палива, що зможе вирішити й екологічні проблеми у транспортній енергетиці.

Проаналізувавши світові та вітчизняні розробки бачимо, що альтернативне паливо розділяють на комерційне (те, що застосовується зараз і може використовуватися у майбутньому), перспективне та проблемне. До комерційних

Підп. і дата	
Інв. Неодубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. Неодубл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510205

Арк
38

палив належать метан (стиснений природний газ), пропано-бутанова суміш (ріджений нафтовий газ) та різний спирт у ролі добавки до бензина. До перспективного палива відноситься водень, біогаз, біометан тощо. До проблемних видів палива – водобензинова емульсія, різні етери, метало суспензія тощо.

Альтернативним паливом називають паливо у рідкому чи газоподібному стані, яке заміняє наявні традиційні види палива та виробляється із нетрадиційних джерел енергетичної сировини. Паливо можна назвати альтернативним, якщо воно відповідає наступним пунктам:

- його повністю виготовляють, використовуючи нетрадиційні джерела та види енергетичних сировину (допускається такий варіант, коли паливо може бути сумішшю традиційного та альтернативного, дотримуючись необхідних пропорцій, що були встановлені відповідно до стандартів законодавства);

- його виготовляють з нафтового, газового чи нафтогазоконденсатного родовища, використовуючи важкі сорти нафти, яке в кінечному результаті не повинно відрізнятися за своїми експлуатаційними ознаками від традиційних видів палива.

Проаналізувавши досвід різних країн світу, бачимо, що використання альтернативного палива є досить тривалим процесом і його потрібно започатковувати крок за кроком, модернізуючи наявні технології та відкриваючи нові. На сьогоднішній час в усьому світі досить успішно реалізують проекти з використання таких альтернативних палив, як природний газ, водень та біопаливо. В. Г. Семенов, В. О. Марков, А. І. Гайворонський, С. М. Дев'ятов, М. Г. Кирилов [2–7] у своїх роботах розглядають питання, що стосуються використання альтернативного палива, різних сумішів біотоплива для вже наявних двигунів та оптимізацію складу альтернативних видів палива.

Протягом довгого часу питання щодо пріоритетності того чи іншого альтернативного палива буде залишатися проблемним. Через те, що з кожним роком збільшується доступність альтернативного палива та збільшується його

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

асортимент, розвивається відповідна інфраструктура, все більше уваги привертають аспекти багатопаливності, тобто розглядається можливість роботи двигунів одразу на декількох видах палива.

Досвід різних країн у цьому питанні показує шляхи вирішення проблем зниження витрати палива та викиду парникових газів разом із відхідними газами. Основним завданням у такому випадку є використання гнучких енергетичних установок, які могли б оптимально підлаштуватися до характеру та режиму роботи автомобіля. Наразі найперспективнішим є вирішення проблем використання комбінованих енергоустановок.

Використання альтернативного виду палива разом із комбінованими енергоустановками, викликає появу запитань щодо моделювання нових транспортних засобів. Цей процес включає розгляд усіх етапів, починаючи компонуванням, проведенням певних розрахунків та закінчуючи зовнішнім виглядом транспортного засобу. Основою моделювання такого транспортного засобу має бути ідея розробка як окремого агрегату та деталі і, так і всього транспортного засобу у цілому.

Кожне із закордонних досягнень у області розвитку альтернативного палива заключається у довгій за строком стратегії упровадження альтернативного енергоносія у транспортний засіб та у законодавчу базу. Це допомагає не лише визначити екологічні вимоги, але й слідувати за їх дотриманням.

Саме тому актуальність цього питання і полягає у виявленні можливості застосовувати ці альтернативні види палива, визначати технологічні напрямки по зменшенню споживання невідновлюваних видів палива та знаходити шляхи по зменшенню викидів парникових газів та інших забруднюючих речовин.

Серед нетрадиційного палива, яке можна використати у дизельному двигуні, можемо виділити традиційні палива, що виготовляються із нафти та паливо, яке виробляється із альтернативного джерела енергії. Всі види палива умовно розділимо на три групи:

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

1. першу групу становлять палива-суміші, які складаються із нафтового палива з додаванням ненафтових речовин (спирти, етери тощо). Беручи до уваги їх експлуатаційні властивості, можемо сказати, що таке паливо за складом і характером дії є близьким до традиційного нафтового палива;

2. другу групу становить рідке синтетичне паливо, яке за складом та властивостями наближається до традиційного нафтового палива. Такий вид палива отримують під час переробки корисних копалин (наприклад, вугілля, паливий сланець, природній газ, газовий конденсат тощо);

3. до третьої групи відноситься не нафтове паливо, яке значно відрізняється від традиційного нафтового палива фізичними та хімічними властивостями.

До найбільш перспективних альтернативних видів палива для транспортних засобів наразі можемо віднести біодизель, біоетанол і біометанол. Найближчими роками перспективнішим зможе стати синтетичні бензин та дизпаливо. І в недалекому майбутньому очікується активне використання різних енергетичних установок, що міститимуть паливні елементи та водневе паливо, яке проаналізуємо більш детально у наступній частині роботи [43].

3.2. Огляд водню як палива в двигунах внутрішнього згорання

Однією з найбільш перспективних можливостей для задоволення майбутніх потреб в енергії є водень. Водень є екологічно чистим, якщо він виробляється з відновлюваних джерел у стійкому та ефективному процесі. У порівнянні з вуглеводневим паливом, таким як природний газ, бензин і дизельне паливо, використання водню як палива в двигунах внутрішнього згорання може підвищити теплову ефективність, одночасно зменшуючи викиди вуглецю. Ключова перевага використання водню для транспорту полягає в тому, що він збільшує нашу залежність від відновлюваних джерел, одночасно зменшуючи використання невідновлюваного викопного палива.

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

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

ТС 21510205

Арк
41

Водень має надзвичайні якості як безвуглецеве паливо. Водень має в три рази теплотворну здатність нафти в двигунах внутрішнього згорання та паливних елементах і виробляє значно менше небезпечних викидів у вихлопній трубі, що є одним із головних недоліків викопного палива.

Однією з головних переваг водню є те, що він є екологічно чистим паливом, оскільки при використанні в паливних елементах він виробляє виключно H₂O. Водень має теплотворну здатність у 4, 2,8 і 2,4 рази вищу, ніж у вугілля, бензину та метану відповідно. У порівнянні з викопним паливом водень, найпоширеніший елемент, має найвищий питомий вміст енергії.

Дизельні двигуни із запалюванням від стиснення (СІ) широко використовуються у важких транспортних засобах, виробництві електроенергії та сільському господарстві. Деякі з їхніх переваг включають збільшення крутного моменту, збільшення потужності, підвищення термічної ефективності та зниження споживання палива. На жаль, дизельні двигуни створюють більше оксидів азоту (NO_x), незгорілих вуглеводнів (УНС), оксиду вуглецю (СО) і сажі.

Незважаючи на те, що важкі двигуни викидають забруднюючі речовини в навколишнє середовище, їх навряд чи скоро припинять, оскільки такі альтернативи, як великомасштабне виробництво паливних елементів, залишаються складними та дорогими.

Водневе паливо в двигунах СІ може мінімізувати викиди, зберігаючи або навіть покращуючи продуктивність двигуна.

Було проведено кілька досліджень щодо використання водню в двигунах з іскровим запалюванням [46, 47], які стикаються з такими проблемами, як низький об'ємний ККД і зниження питомої потужності. У таблиці 3.1 наведені характеристики водню, бензину та дизеля, такі як їх молекулярна маса, температура займання та температура адіабатичного полум'я, швидкість полум'я, межа займистості тощо.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

Таблиця 3.1 – Характеристики різних видів палива

Властивості	Водень	Бензин	Дизель
Вміст вуглеводів (масовий відсоток)	0	84	86
Молекулярна маса	2,015	110	170
Стехіометричне співвідношення A/F	34.3	14.6	17
Температура займання (К)	858	530	-
Температура адіабатичного полум'я (К)	2384	2270	2300
Швидкість полум'я 293 К (см/с)	237	41.5	-
Межі займистості (об.% у повітрі)	4.1–75	1,5–7,6	0,6–5,5
Гасіння зазору (см)	0,06	0,2	-
Нижня теплотворна здатність на кілограм (МДж/кг)	120	44	-
Коефіцієнт дифузії (см ² /с) за стехіометричних умов	0,61	0,05	-

Для використання чистого водню в двигунах необхідні серйозні модифікації двигуна. Замість цього водень може використовуватися як допоміжне паливо в автомобілях, щоб мінімізувати споживання палива та викиди.

Розглянемо способи одержання водню. Як відомо, у чистому вигляді водень в природі (атмосфері) відсутній. Однак його можна виробляти з водневмісних сполук, таких як викопне паливо, сірководень, біомаса та вода. Щоб отримати водень, його необхідно спочатку відокремити від інших елементів у комбінації.

Нижче наведені способи отримання водню. Завдяки нижчій вартості (менше ніж 2 \$ /кг Н₂) порівняно з іншими методами паровий риформінг метану та газифікація вугілля є сучасними промислово встановленими процесами виробництва водню.

1. Паровий риформінг метану. Більше 90 % водню у світі виробляється за допомогою процесу парового риформінгу метану. Під тиском 3-25 бар у присутності каталізатора метан поєднується з парою, утворюючи водень,

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510205

Арк

43

монооксид вуглецю та незначну кількість вуглекислого газу. Паровий риформінг метану є ендотермічною реакцією, що означає, що для завершення процесу потрібне тепло. Більшість водню, який сьогодні виробляється у світі, отримують із природного газу.

Процес парометанової конверсії для виробництва водню подібний до процесу виробництва інших видів палива, таких як етанол, пропан або навіть бензин. Перший етап полягає в утворенні окису вуглецю та пари, які потім поєднуються з каталізатором для отримання більшої кількості водню. На кінцевій стадії виробництва, відомій як «адсорбція при зміні тиску», вуглекислий газ та інші домішки видаляються з газового потоку, залишаючи по суті чистий водень.

Реакція парометанової конверсії:



Реакція між водою і газом:



2. Електроліз. Електроліз є життєздатним методом отримання безвуглецевого водню з відновлюваної та ядерної енергії. Процес розщеплення води на водень і кисень за допомогою електрики відомий як утворення водню. Електроліт розділяється на анод і катод в електролізері. Через різні типи електролітного матеріалу та іонів, які вони проводять, різні електролізери працюють по-різному.

Нещодавно були проведені дослідження водневих вітряних систем, заснованих на електролізі води за допомогою енергії вітру, для виробництва електроенергії, необхідної цим методом, за допомогою відновлюваного джерела вітру. У зв'язку з цим джерела, включаючи енергію вітру, використовуються як варіант відновлюваної енергії. Використовуючи цю технологію, електроенергію з відновлюваних джерел енергії можна перетворити на водень, безвуглецевий енергоносіє, який не виділяє парникових газів.

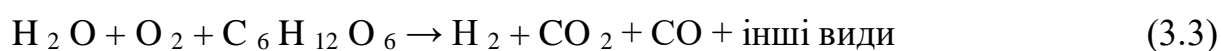
3. Газифікація вугілля. Вугілля складається з двох частин: речовини на основі вуглецю (розкладених залишків доісторичних рослин) і мінеральних

Підп. і дата	
Інв. Неодубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. Неодубл.	

речовин (які походять із землі, з якої викопують вугілля). Матерія на основі вуглецю складається з п'яти основних компонентів: вуглецю, водню, кисню, азоту та сірки.

Спосіб отримання водню з вугілля починається з часткового окислення, яке передбачає додавання трохи повітря до вугілля, яке виробляє вуглекислий газ шляхом традиційного спалювання. Однак не виділяється достатньо тепла для повного спалювання вугілля — достатньо просто для нагрівання реакції газифікації. У процесі часткового окислення також утворюється вуглекислий газ, який використовується як газогенератор. Оксид вуглецю утворюється, коли вуглекислий газ взаємодіє з рештою вуглецю у вугіллі (це ендотермічна реакція газифікації, яка вимагає підведення тепла). Водню ще немає. Окис вуглецю в газовому потоці реагує з паром, утворюючи водень і вуглекислий газ.

4. Газифікація біомаси. Газифікація — це процес, який перетворює органічні або викопні вуглецеві матеріали на оксид вуглецю, водень і вуглекислий газ за високих температур без спалювання. Біомаса газифікується не так швидко, як вугілля, оскільки вона створює додаткові вуглеводневі сполуки в газовій суміші, що надходить у газифікатор, особливо коли не використовується кисень. Як наслідок, зазвичай потрібна додаткова стадія перетворення цих вуглеводнів за допомогою каталізатора для отримання чистого синтетичного газу. Прикладом спрощеної реакції є:



Звернемо увагу, що глюкоза використовується як замітник целюлози у вищезгаданому процесі. Вміст і складність фактичної біомаси сильно варіюється, причому целюлоза є одним з найважливіших компонентів.

Надкритична газифікація води є багатообіцяючою гідротермальною технологією для перетворення біомаси відходів у збагачений воднем синтез-газ (газоподібні, рідкі та тверді біопродукти) та біонафту при високих температурах і підвищеному тиску [48]. Вода в цьому процесі знаходиться в надкритичному стані ($T > 374^\circ\text{C}$, $p > 22,1 \text{ МПа}$). В основному рекомендуються надкритичні умови

Підп. і дата
Інв. Неодубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. Неодубл.

води поблизу критичної точки; вода може легко гідролізувати природні полімери біомаси, такі як целюлоза, геміцелюлоза та лігнін [49].

5. Термохімічні цикли розщеплення води. Термохімічні цикли розщеплення води (TWSCs) – це послідовність хімічних процесів, які використовують теплову енергію для отримання водню та кисню з води [50]. Температура, необхідна для прямого одноетапного розщеплення води, перевищує 2000 °С, що вимагає використання джерела тепла з дуже високою температурою, а існуючі будівельні матеріали недостатньо стійкі до цієї операції [51]. У результаті протягом останніх 50 років досліджувалися та розроблялися термохімічні цикли з двома або більше ступенями. Цей процес досліджується в кількох категоріях, розробляються різні технології, які характеризуються різною кількістю етапів і максимальною робочою температурою [52].

Зупинімося докладніше на способах забезпечення двигунів внутрішнього згоряння воднем. Конструкція водневих двигунів схожа на звичайні двигуни внутрішнього згоряння. Однак для усунення кількох проблем, таких як низька вихідна потужність, високі викиди NO_x і нерегулярне згоряння, потрібні різні зміни в системі подачі палива та системі згоряння [54]. Щоб повністю спалити водень, масове співвідношення повітря/паливо має становити 1:34, тобто 1 частина водню повинна поєднуватися з 34 частинами повітря в циліндрі. За стехіометричних умов водень становить близько 30 % камери згоряння.

У результаті було досліджено три унікальні методи використання палива, щоб визначити їх потенціал як паливних елементів:

1. Техніка карбюрації палива. У водневих двигунах використання газового карбюратора, який є одним із найстаріших і найефективніших технологій, має переваги. Оскільки в бензиновому двигуні часто використовується карбюратор, процес газифікації водневого палива можна просто використати для перетворення широко використовуваного бензинового двигуна на водневий.

Інв. №	Підп. і дата
№ доубл.	
№	
№	
№	

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

ТС 21510205

Арк
46

Повітряно-воднева суміш регулярно надходить у впускний колектор. Клапан регулює кількість гідрогенізованого повітря, яке подається в рух двигуна. Деякі двигуни потребують додавання води. Пара та гідрогенізоване повітря поєднуються для підвищення продуктивності двигуна, особливо коли швидкість надто висока. Це визначається кількістю впорскованого палива. Через менший об'ємний ККД і системні втрати потужність двигуна знижується на 15 %. Цей метод також може викликати попереднє запалювання двигуна, віддачу та детонацію, оскільки співвідношення залишається постійним. На малюнку 3.3 представлено схематичне зображення процесу карбюрації палива в дії [55].

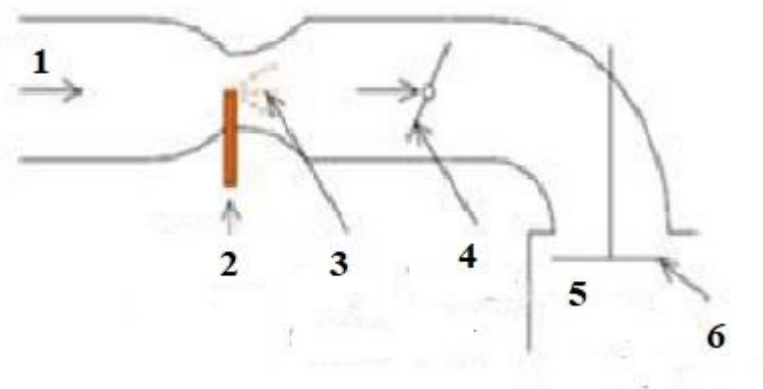


Рисунок 3.1 – Техніка карбюрації палива в дії:

1 – повітря; 2 – водневе паливо; 3 – паливний потік; 4 – дросельна заслінка, 5 – камера згоряння; 6 – впускний клапан

2. Техніка впорскування впускного колектора та впускного порту. Процедура впорскування через впускний отвір зображена на малюнку 3.4. Водень подається в циліндр механічними або електричними інжекторами, які можуть працювати з різною швидкістю та змішуватися з повітрям, що надходить через впускний колектор. Впускний колектор відіграє вирішальну роль. Несприятливі наслідки техніки цементації, такі як передчасне старіння, усадка та утворення ударів, були усунені.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

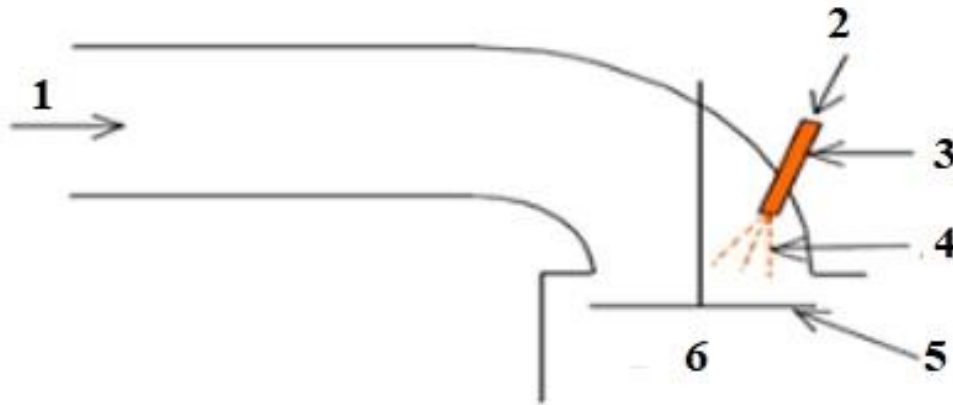


Рисунок 3.2 – Впускний колектор і метод впорскування впускного отвору:

1 – повітря; 2 – водневе паливо; 3 – інжектор; 4 – паливний потік;
5 – впускний клапан; 6 – камера згоряння

3. Системи прямого впорскування. Після закриття впускного клапана в циліндрі згоряння утворюється повітряно-паливна суміш, яка є технічно складнішим механізмом. Після стиснення водень подається прямо в камеру згоряння, подібно до того, що досягається за допомогою численних уприскувань. Завдяки своїй швидкій дифузії водень швидко з'єднується з повітрям і може бути використаний як джерело запалювання для свічки. Водневий двигун з прямим уприскуванням перевершує дві інші технології за продуктивністю та ефективністю. Крім того, у водневих двигунах із прямим уприскуванням може виникнути надмірна температура самозаймання, підвищення тиску та затримка згоряння. На рисунку 3.5 зображено режим прямого вприскування.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510205

Арк
48

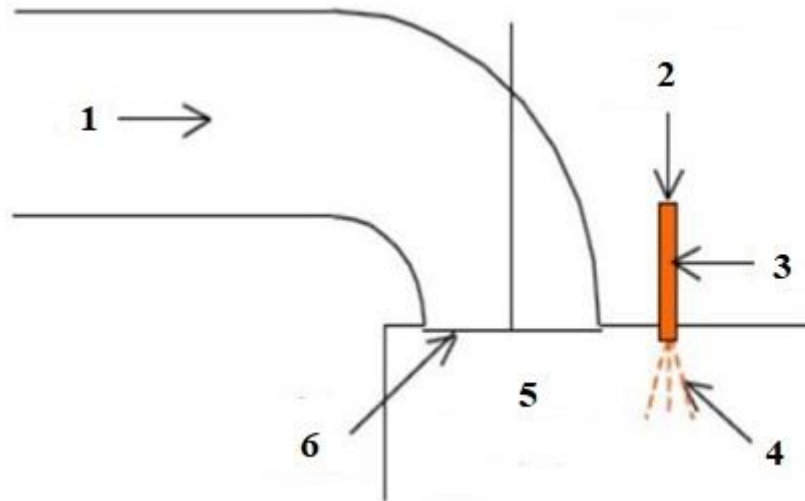


Рисунок 3.3 – Система прямого вприскування:

- повітря; 2 – водневе паливо; 3 – інжектор; 4 – паливний потік;
- 5 – камера згоряння; 6 – впускний клапан

Далі проаналізуємо проекти щодо використання водню в автомобільному транспорті, які проводять в усьому світі, приділяючи найбільшу увагу саме громадському виду транспорту.

Німеччина є однією з провідних країн, що розвиває ринок використання водню. У 2018 році Німеччина була забезпечена більше 40 % усіх водневих заправних станцій, що знаходились в Європі. У 2020 році уряд Німеччини інвестував 8 мільярдів євро для роботи підприємств у сфері дослідження щодо виробництва паливних елементів на водні.

Провідну роль у дотриманні кліматичної безпеки у Німеччині займає Гамбург. Його мета – до 2050 року зменшити викиди CO₂ на 85 %. Центральний елемент теперішнього та майбутнього громадського транспорту тут становлять автобуси, що працюють на водні або ж на інших елементах, що не викидають шкідливі речовини в атмосферне повітря, тому з 2020 року Гамбург купує лише такий громадський транспорт. Гамбург – це лідер Німеччини та всього Європейського союзу, що використовує автобуси на альтернативному паливі. Також уряд міста взяв на себе обов’язок до 2030 року позбутися автобусів, що працюють на дизелі [61].

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

Іншим перспективним напрямком використання водневого палива у Німеччині є залізничний транспорт. У 2016 році компанією Alstom була презентована їхня розробка Coradia iLint (рис. 3.4) – це регіональний потяг, що має нульові викиди CO₂. Земля Нижня Саксонія уклала договір про придбання 14 таких потягів і вже отримала їх у цьому році. Компанія Siemens разом із залізничною компанією DeutscheBahn стали партнерами та домовилися про випробування потягів, що працюють на водні, у 2024 році.



Рисунок 3.4 – Розробка компанії Alstom – Coradia iLint – регіональний потяг з нульовими викидами CO₂

«Для пасажирів запуск нових поїздів означає більше посадкових місць та безкоштовний Wi-Fi. Крім того, водневі потяги не викидають в атмосферу. Використовуючи водень як технологію з низьким рівнем викидів, ми інвестуємо у майбутнє та у створення кліматично нейтрального громадського транспорту. Наша амбітна мета – з 2030 року відмовитися від дизельних поїздів», – заявив керуючий директор компанії Alstom.

У Великій Британії також розробка технологій екологічних автобусів займає передове місце, адже у Лондоні спостерігається тенденція щодо погіршення якості повітря, внаслідок чого страждає не тільки довкілля, а й мешканці міста, що страждають респіраторними захворюваннями. Уряд планує

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

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

ТС 21510205

перетворити Лондону місце з зоною низьких чи нульових викидів від автотранспорту. Планується, що всі двоповерхові автобуси будуть гібридними та відповідатимуть нормам Євро-VI, в той час одноповерхові автобуси також повинні викидати мінімальні концентрації забруднюючих речовин. Отже, найближчими роками більше 4 тисяч автобусів будуть екологічними та допоможуть зменшити викиди вихлопних газів NO_x на 95 %. За допомогою зовнішніх інвестицій, Лондон зможе розширити свій автопарк, що працюватиме на водні, найближчим часом. З 2020 року Ліверпуль запровадив проєкт автобусів, що працюють на водневому паливі. У цьому проєкті представлено 25 автобусів з водневим паливом та заправні станції водню. Загалом на проєкт було витрачено майже 6,5 млн фунтів стерлінгів. Також у Великій Британії планується переробка електричних потягів на водневі. Уряд планує припинити користування потягами, що працюють на дизелі, до 2040 року. У цій країні наразі водень розглядається як ефективне рішення для розвитку безвуглецевого громадського транспорту.

У Сполучених Штатах Америки Каліфорнія – це, по праву, найбільш екологічний штат, адже тут представлено найбільшу підтримку при покупці транспортного засобу на водні. На початок 2020 року тут експлуатуються 7000 транспортних засобів з водневим паливом. І більшість з них – це громадський транспорт. Так вийшло через те, що у Каліфорнії діє надзвичайно потужна державна підтримка альтернативної енергетики. Цей штат став найактивнішим на ринку розробок і впроваджень водневого палива у США. Уряд Каліфорнії поставив мету – мати 1000 водневих АЗС та не менше 1 мільйону відповідних транспортних засобів до 2030 року [62]. Каліфорнія також лідирує у експлуатації поромів, що працюють на водні.

У рамках підготовки до Олімпійських ігор 2020 уряду Токіо отримав перший автобус Toyota на водневих паливних елементах. Загалом у 2020 році перевезення пасажирів у столиці Японії розпочали понад 100 інноваційних екоавтобусів Toyota.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510205

Створення пасажирського транспорту з нульовим викидом шкідливих речовин - найважливіший етап у реалізації стратегії Toyota переходу до нової моделі енергетики майбутнього, поряд із запуском виробництва Mirai, створення Всесвітньої Ради з водневих технологій та інших проектів компанії.

Основна перевага установки на водневих елементах TFCS1, вперше розроблена для першого у світі серійного легкового автомобіля на водневих паливних елементах Toyota Mirai, полягає у більш високій енергетичній ефективності в порівнянні з двигунами внутрішнього згорання. Ще одна важлива особливість у високій екологічній ефективності установки, що забезпечує нульові викиди CO₂ та шкідливих речовин у процесі роботи.



Рисунок 3.5 – Автобус моделі Toyota FC Bus на водневому паливі [63]

Наразі у світі громадський транспорт на водневому паливі представляють такі найбільші виробники:

1. Toyota. Японська компанія, що виробляє автобуси на паливному елементі Sora з 2018 року;
2. Solaris. Виробник автобусів з Польщі; у 2019 році відбулася презентація водневого автобусу Solaris Urbino 12;
3. Wrightbus. Британське підприємство, у 2021 році представило водневі двоповерхові автобуси;

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

4. AlexanderDennisLtd. Це найекологічніший виробник громадського транспорту у Лондоні, виговляє автобуси на паливному елементі Enviro-400.
5. Safra. Французький виробник автобусів, що має розробку моделі на водні – Businova H₂;
6. Rampini. Італійське підприємство, що розробило автобус на водні (H₈₀);
7. Caetano Bus. Виробництво міського й міжміського транспорту в Португалії. разом із Toyota розробили модель автобуса H₂ CityGold.
8. EbeEuropaGmbh виготовляє BlueCityBus;
9. Yutong, Feichi, Zhongtong Bus, MAXUS. Китайські виробники водневих автобусів;
10. VanHool. Бельгійський виробник автобусів, запропонували модель А 330;
11. Evo Bus. Це компанія Daimler AG, що виговляє CitaroNGT та гібридні моделі із паливними елементами Citaro;
12. Ursus. Компанія, що спеціалізується на виготовленні сільськогосподарської техніки. Винайшла автобуси на водні UrsusCitySmile;
13. VDL Bus&Coach. Нідерландський виробник, що представив автобус на акумуляторному елементі із можливістю подовжити дію паливного елемента за допомогою використання водневого палива [64].

3.3. Водневі технології в двигунах та практичний аспект використання водню на громадському транспорті

Багато практичних експериментів показують, що основна проблема водневих силових систем пов'язана з накопиченням водню на борту автомобіля. В даний час транспортні засоби, оснащені паливними елементами з протонообмінною мембраною (ПОМ), що працюють на водні, будуються подібно до гібридних транспортних засобів, з тією різницею, що замість двигуна

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510205

внутрішнього згоряння встановлюється набір паливних елементів (стек) і є система подачі водню з баком.

Водень, як паливо, має недоліки в процесі зберігання через свої фізико-хімічні властивості, тому зберігається на борту транспортного засобу у вигляді:

- газу під дуже високим тиском (до 70 МПа) в сталевих балонах зі сплавів Al або композиту,
- рідини під тиском, близьким до атмосферного, і температурою - 253 °С в криогенних резервуарах,
- хімічно-зв'язано (гідриди металів Fe, Ti, Mg, Mn, Ni) в резервуарах, які також є теплообмінниками,
- скляних мікрогранул та вуглецевих нанотрубок.

Приклад резервуара, призначеного для зберігання водню в стисненій фазі, показано на рисунку 3.6. Ємність бака становить 5 кг водню при тиску 70 МПа.

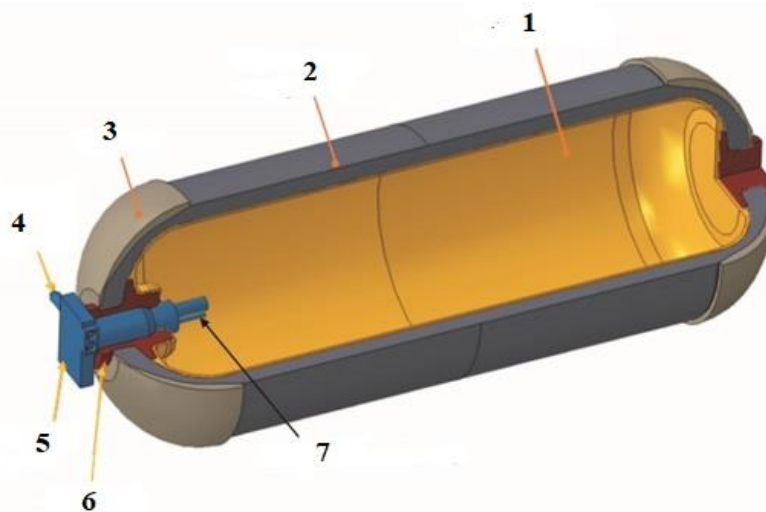


Рисунок 3.6 – Приклад водневого бака транспортного засобу, виготовленого з композиту з вуглецевого волокна типу IV [65]: 1 – полімерна підкладка високої щільності; 2 – композит з вуглецевого волокна; 3 – купол; 4 – терморегулятор тиску; 5 – електричний клапан; 6 – монтажний фланець; 7 – температурний сенсор

Підп. і дата	
Інв. Неодубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. Неододл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

Типова функціональна структура системи забезпечення воднем транспортного засобу з використанням паливних елементів ПОМ показана на рисунку 3.7.

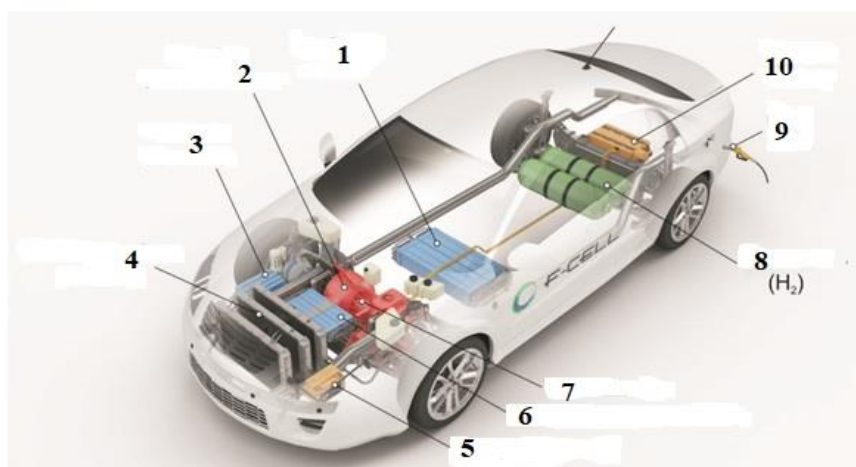


Рисунок 3.7 – Структурна схема системи приводу легкового автомобіля з паливним елементом ПОМ, адаптованим до живлення воднем і баками високого тиску [66]: 1 – стек паливних елементів; 2 – тяговий електродвигун; 3 – DC/DC перетворювач; 4 – температурна система (охолодження); 5 – акумулятор (допоміжний); 6 – силовий електронний контролер; 7 – спосіб передавання; 8 – паливний бак; 9 – паливна заправка; 10 – тяговий акумулятор

Аналізуючи структуру типової системи електропостачання (рис. 3.7), можна побачити, що осередок ПОМ є джерелом електроенергії для тягового двигуна, і в той же час, в дорожніх ситуаціях, що вимагають підвищеної потреби в енергії, двигун автомобіля також живиться від тягової батареї значно меншої ємності, ніж у випадку з електромобілями.

З іншого боку, тягова батарея заряджається, коли автомобіль сповільнюється завдяки енергії, отриманій від паливного елемента. Процеси потоку енергії між цими ключовими елементами системи контролюються електронним пристроєм. Таким чином, і вже згадана структурна система, і основна операційна стратегія майже ідентичні гібридним транспортним засобам.

Підп. і дата
Інв. Неодубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. Неодубл.

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

Далі розглянемо міський та міжміський транспорт, що може працювати на водні. На нашу думку, нові автобусні парки повинні ретельно проектуватися з урахуванням екологічних обмежень. У цьому відношенні впровадження водневого палива демонструє багато переваг, гнучкості та безпеки міських і міжміських територій. За прогнозами [67,68], першими на водневе паливо мають перейти автобуси. За ними підуть потяги, морський та повітряний транспорт. Після цього може початися масове використання водню на складах, в логістиці, важкій промисловості.

Запропонована схема трансмісії детально описана на рисунку 3.8, вона використовує електричну трансмісію, включаючи електричний тяговий двигун, його силову електроніку та зубчасту передачу. Електрична трансмісія живиться від гібридного блоку живлення, що складається зі стека паливного елемента і стенда системи накопичення. Електрична трансмісія і система накопичення підключені до шини живлення постійного струму (безперервна червона лінія) за допомогою перетворювачів (тягового мотору і махового конвектору) для керування потоками електроенергії відповідно до вимог головної системи керування через шину зв'язку (зелена лінія).



Рисунок 3.8 – Схема системи автомобіля: FC – паливний елемент; FESS – система накопичення енергії маховика; EM – електричний двигун; CS – система контролю; CM – тяговий мотор-конвектор; CFESS – маховий конвектор; DC – управління водінням

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

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

Водень зазвичай зберігається на борту автобуса або у вигляді стисненого газу (200-1000 бар) у резервуарах, або у вигляді криогенної низькотемпературної рідини ($-253\text{ }^{\circ}\text{C}$), або навіть в атомарному стані, оборотно адсорбований у гідридах металів [75]. Резервуари високого тиску, розташовані на даху автобуса, забезпечують достатній запас ходу для роботи протягом цілого дня, протягом 16-18 годин. F6bus FCEV Ballard, представлений у [69], проходить понад 300 км між заправками воднем. Інший автобус Ballard перевозить на борту близько 40 кг водню і здатний проїхати 350 км протягом дня.

Як відомо, акумулятор є головним конкурентом паливного елемента з накопичувачем водню для живлення електроприводу. Як правило, оператор автобуса повинен вирішити, яке джерело живлення найбільше підходить для заміни звичайного ДВЗ: паливний елемент з накопичувачем водню або акумулятор.

На перший погляд, оцінки витрат електроавтобуса і автобуса на паливному елементі водню здаються досить схожими, як з точки зору капітальних витрат, так і операційних витрат [69]. Перевага водневих паливних елементів полягає в тому, що вони забезпечують більшу гнучкість і більший пробіг при менших додаткових інвестиціях, ніж простий акумулятор, а також короткий час їх заправки. У свою чергу, аналіз [70] показує, що акумуляторні автобуси більш чутливі до умов навколишнього середовища, оскільки вони страждають від перегріву влітку та переохолодження взимку. Також вони поступаються водневим паливним елементам через небезпеку, пов'язану з виробництвом важких батарей [71]. Крім того, стійкість акумулятора частково залежить від можливості повторного використання та переробки батарей і сполук, які вони містять.

Аналіз витрат, проведений у [72], розглядає три конкретні варіанти, а саме короткі міські поїздки з запасом 150 км для дозаправки, далекі міські поїздки з дальністю 300-450 км та автобусні поїздки для міжміських маршрутів із дальністю 500 км і більше. Для далеких можливостей водень вважається найбільш практичною альтернативою, тоді як для міських поїздок на короткі відстані

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

електроавтобуси залишаються цілком конкурентоспроможними, оскільки необхідний акумулятор менший і, отже, дешевший.

Тривалий час зарядки, велика вага, обмежена кількість циклів заряду/розряду, що призводять до старіння з максимальним терміном служби 10 років, і значна швидкість саморозряду при низькій питомій потужності є головними недоліками акумуляторів [73]. Виробництво акумуляторів супроводжується забрудненням, оскільки на кожну тону видобутого літію в повітря викидається 15 тонн CO₂ [74]. Безумовно, утилізація акумуляторів електромобілів також є великою проблемою управління відходами. Батареї, що складаються з літій-іонних елементів, усі з яких потрібно утилізувати, містять небезпечні матеріали та мають неприємну тенденцію вибухати, якщо їх неправильно розібрати.

Перейдемо до практичної частини застосування водню на автобусах. Як було вищезгадано, є дві основні вимоги, яким повинен відповідати водень: швидко і повністю згоріти. Ці фактори необхідно враховувати при проектуванні конструкції і розрахунку питомого ефективного паливоспоживання, яке повинно бути вищим, ніж у автомобілів з дизельними двигунами. Для перетворення на водневому паливі було обрано двигун OM 651 DE 22 LA, який був встановлений на автобусі Mercedes-Benz Sprinter W906 (рис. 3.9).



Рисунок 3.9 – Пасажирський мікроавтобус Mercedes-Benz Sprinter W906

Підп. і дата	
Інв. Неодубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. Неодубл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510205

Термодинамічний розрахунок циклу поршневого двигуна проводили згідно з Методу Гринівецького-Мазінга. Змінювався лише тип палива (хімічний склад); розрахунки та всі інші параметри циклу двигуна залишилися незмінними. Орієнтовні дані по в основні параметри термодинамічного циклу та техніко-економічні показники поршня двигуна можна отримати шляхом розрахунку за допомогою цієї техніки. Слід зазначити, що розраховані результати повинні бути перевірені експериментально під час стендових випробувань. Це мета подальшого дослідження.

Термодинамічні розрахунки, проведені для цього двигуна, що працює на дизелі та водні, показали що питома витрата палива для водневого палива на 20 % менше, ніж для дизельного двигуна. Основні показники для порівняння наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2. Порівняльна таблиця основних показників дизельних і водневих двигунів

Параметр	Значення для дизелю	Значення для водню
ККД, %	35-50	80
Питома теплота згорання палива, ккал	10300	28700

У зв'язку з тим, що згорання дизельної суміші в двигуні відбувається повільніше, адже надходить у камеру згорання до того, як поршень досягне верхньої мертвої точки. А у випадку з воднем – двигун запалюється миттєво. У той же час для нормальної роботи двигуна необхідний невеликий тиск в паливній системі (до 4 атмосфер буде достатньо). В оптимальних умовах водневий двигун є здатний працювати з системою живлення закритого типу. Це означає, що при формуванні суміші не використовується атмосферне повітря. Після закінчення такту стиснення пара залишається в циліндрі, який спрямований до радіатора, конденсується там і стає водою. Реалізація цього варіанту можлива, якщо на

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

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

машині встановлений електролізер - пристрій, що відокремлює водень від H_2O для подальшої реакції з O_2 .

Для зберігання водню на борту автобуса передбачені водневі баки з тришаровою структурою з вуглецю, використовується армований волокном пластик. Вони забезпечують необхідну безпеку і не займають багато місця.

Кожен резервуар має вакуумну ізоляцію і може постачатися вертикально або горизонтально. Для отримання водню використовуються спеціальні установки. Принцип отримання – електроліз води. Для цього використовується біполярний клітинний пакет. Коли струм подається на стопку комірок, то утворюється кисень. Потім газ направляється в газовий сепаратор (нержавіюча сталева посудина) під тиском. Потім водень потрапляє в систему очищення і очищається до мінімального рівня 99,998 %. Остання стадія відбувається при охолодженні газу. Газ водень і кисень охолоджуються за допомогою попередньо охолодженої води. Далі відбувається фільтрація і видалення з газового потоку.

Автобуси на водневому паливі могли б стати найефективнішим громадським транспортом, маючи нульовим рівень парникових газів. На нашу думку, він також є кращим, порівняно з електричними транспортними засобами, що мають короткий пробіг й довгий час зарядки.

В Україні більшість пасажирських перевезень виконуються саме автобусами. В той час великих та мікроавтобусів майже на 95 % знаходиться у неналежному стані. Мікроавтобуси, які займаються міськими та міжміськими перевезеннями, не є відповідними до сучасних екологічних вимог. Аби поширити у нашій державі саме водневі мікроавтобус, необхідно на законодавчому рівні розробити програми, що забезпечать перехід міського й міжміського перевезення з використанням зеленого водню, а також забезпечать наявність водню на заправних станціях основних автошляхів [56].

Для оцінки ефективності (рентабельності) використання водню в двигунах ми розрахували окупність автобусного маршруту з міста Суми в місто Київ на прикладі служби пасажирських перевезень у м. Суми – Еліт Експрес. Протяжність

Підп. і дата	
Інв. Неодубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. Неодубл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510205

Арк
60

маршруту туди й назад становить 692 кілометри. На цьому маршруті в день курсує 20 мікроавтобусів. Зробимо розрахунки прибутку від використання водневого палива на цьому маршруті. Середній пробіг автобуса за рік становить приблизно 252 тис. км. Витрата палива мікроавтобус Mercedes-Benz Sprinter W906 становить 7 л на 100 км. В Україні ціна одного літра дизелю становить 58 грн (станом на 02.12.2022). Ціна 1 кг водню на європейському ринку становить приблизно 9 € (346 грн) .

Кількість дизелю, необхідна для заправки одного мікроавтобуса на рік становить:

$$7\text{л} * 252000\text{ км} = 1764000\text{ л} \quad (3.4)$$

Вартість заправки одного автобуса на рік становить:

$$58\text{ грн} * 1764000\text{ л} = 102312000\text{ грн} \quad (3.5)$$

Витрата водню для даного мікроавтобуса буде становити 1,2 л водню на 100 км. Відповідно, кількість водню необхідна для дозаправки один автобус на рік становить:

$$1,2\text{ л} * 252000\text{ км} = 302400\text{ л} \quad (3.6)$$

Таким чином, вартість заправки одного водневого автобуса на рік становить:

$$302400\text{ л} * 346\text{ грн} = 104630400\text{ грн} \quad (3.7)$$

Вартість дизелю на двадцять автобусів на рік становить:

$$102312000\text{ грн} * 20 = 2046240000\text{ грн (приблизно 55653696,9 доларів)} \quad (3.8)$$

Вартість водневого палива для двадцяти автобусів на рік становить:

$$104630400\text{ грн} * 20 = 2092608000\text{ грн (приблизно 56914815,2 доларів)} \quad (3.9)$$

Виходить, що при використанні водневого палива для автобусного парку (20 одиниць) витратимо на 46368000 гривень більше, ніж при використанні дизельного палива (близько 1261118,2 доларів). Проте цей варіант є набагато екологічнішим. Якщо ж при цьому заправні станції водню будуть і в Україні, то і ціна на водень буде значно меншою.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510205

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Аналіз шкідливих та небезпечних факторів при застосуванні запропонованої технології зниження викидів парникових газів автотранспортом

Практичне застосування водню як палива має такі труднощі, які ставлять під сумнів перспективи розвитку цього альтернативного напрямку. Якщо той же біодизель поступово розширює свої позиції, такого швидкого розвитку водневого палива поки не спостерігається. І на це є декілька причин.

Перші небезпечні фактори спостерігаються на етапі отримання водню. Адже ці процеси супроводжуються високим тиском та температурою, використанням високоактивних каталізаторів для проведення хімічної реакції, застосуванням спеціального обладнання та іншими процесами, які вимагають ретельного вивчення та підготовки [81].

Висока енергетична ефективність водню не зважаючи на свою позитивну сторну, одночасно є його недоліком. Водень дуже легко займається при високій температурі, тому звичайні ДВС для його використання малоприсадибні. Крім цього, температура, що існує в камері згорання призводить до того, що водень починає вступати в реакцію з елементами двигуна, мастилом і т.д., що негативно позначається на довговічності вузлів та механізмів [76].

Пожежо-вибухо-небезпека загорання і вибуху водню у генераторі може підвищитися за рахунок наявності в суміші певної домішки: пар води, турбінне масло, оксиди азоту або вуглецю.

Витікання водню в закритих чи погано вентильованих приміщеннях може бути небезпечним, адже у цей момент збільшується ймовірність вибуху, сила якого значно зростає, якщо водень знаходиться під високим тиском.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510205

Арк
62

При денному світлі гасіння водневого полум'я ускладнюється тим, що воно не може бути помічене людським оком.

Існують побоювання, що масове використання водню при недотриманні правил безпеки може призвести до негативних екологічних наслідків, адже водяна пара посилює ефект впливу CO₂ на глобальне потепління, а значний витік водню може спричинити порушення озонового шару в стратосфері та порушити процеси фотохімії [77].

Ще однією негативною властивістю водню є його здатність призводити до задухи. H₂ сам по собі не отруйний, але якщо дихати чистим воднем, то можна задихнутися лише через те, що не буде доступу до кисню. Найгіршим у цьому випадку є те, що можна не розпізнати ту ситуацію, коли концентрація водню у повітрі є високою, адже він, як кисень, є він невидимим та немає запаху.

Також, водень, як і будь-який скраплений газ, має властивість дуже низької температури. Якщо він витече з баку та буде мати безпосередній контакт з відкритою ділянкою тіла людини, то це може призвести до значного обмороження [78].

Небезпека існує також при користуванні водневими заправними станціями. Небезпека з'являється саме через наявність в одному місці значної кількості чистого водню. Якщо неміцний водень зберігати у спеціальних ємностях, то це не принесе жодної небезпеки. Проте, якщо водень просочиться у довкілля, то може перетворитися у гримучу суміш, так званий «гримучий газ».

Також фактор безпеки може виникнути при транспортуванні водню системою газопроводів. В Україні вік газопроводів досить значний, більшу кількість будували ще в 50-их роках минулого століття. Саме факт застарілості цих трубопроводів може створити небезпеку витоків, а це – досить небезпечний фактор, який буде загрожувати вибухом. Також проблемою є те, що досі залишається невивченим питання впливу водню на матеріал труби – метал. Адже існує думка, що через кристалічні решітки металу водень може проникати і в

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510205

Арк
63

результаті будуть виникати витoki цього газу. Проте, тільки практичні дослідження зможуть підтвердити чи спростувати це питання.

4.2 Розрахунок показників травматизму на підприємстві ЕлітЕкспрес

Ніхто не застрахований від нещасного випадку. Особливо підвищується актуальність цього питання, якщо ця подія відбувається на підприємстві та сприймається як нещасний випадок на виробництві.

Нещасним випадком на виробництві є подія, що призвела до завдання шкоди здоров'ю та життю людини в її робочий час, в обідню перерву, при знаходженні працівника в дорозі на роботу або з роботи, у відрядженні [79].

На підприємстві Еліт Експрес, що має чисельність персоналу 100 осіб (які відповідають за реалізацію маршруту Суми – Київ), за рік сталося 2 нещасних випадки. Внаслідок них зафіксовані 9 робочих днів непрацездатності. Визначимо загальний коефіцієнт щодо травматизму (формула 4.3), для цього обрахувавши коефіцієнти частоти травматизму (формула 4.1) і його тяжкості (формула 4.2).

$$K_{ч.т.} = \frac{N \cdot 1000}{Ч} = \frac{2 \cdot 1000}{100} = 20 \quad (4.1)$$

де N — це число нещасних випадків на підприємстві за минулий рік за умови втрати працездатності на 1 чи декілька днів; Ч — чисельність працюючих на даному маршруті за минулий рік.

Коефіцієнт тяжкості травматизму визначимо за допомогою формули:

$$K_{т.т.} = \frac{Д}{N} = \frac{9}{2} = 4,5 \quad (4.2)$$

де Д — це кількість днів непрацездатності працівників за усіма нещасними випадками; N — це число нещасних випадків на підприємстві за минулий рік.

Коефіцієнт витрат виробництва визначимо за допомогою формули:

$$K_{в.в.} = K_{ч.т.} \cdot K_{т.т.} = 20 \cdot 4,5 = 90 \quad (4.3)$$

Для більш детального аналізу аспекту травматизму на підприємства використаємо розрахунок таких показників: непрацездатність (формула 4.4),

Підп. і дата	
Інв. Неодубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. Неодубл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

матеріальні наслідки (формула 4.5) та кошти виділені на попередження нещасного випадку (формула 4.6).

Показник непрацездатності (Пн) визначимо за допомогою формули:

$$P_n = \frac{D \cdot 1000}{\text{ч}} = \frac{9 \cdot 1000}{100} = 90 \quad (4.4)$$

де D — це кількість днів непрацездатності працівників за усіма нещасними випадками;

Показник матеріального наслідку (Пм) визначимо за допомогою формули:

$$P_m = \frac{M \cdot 1000}{\text{ч}} = \frac{1491 \cdot 1000}{100} = 14910 \quad (4.5)$$

де M — матеріальна вартість усіх нещасних випадків за минулий рік, грн;

Показник матеріальних витрат, визначених для попередження нещасного випадку (Пв) за минулий рік визначимо за допомогою формули:

$$B_v = \frac{3 \cdot 1000}{\text{ч}} = \frac{40000 \cdot 1000}{100} = 400000 \quad (4.6)$$

де 3 — матеріальна вартість попередження нещасного випадку за минулий рік [80].

4.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях при застосуванні запропонованої технології зниження викидів парникових газів автотранспортом (безпека працівників водневої станції для отримання водню шляхом електролізу в аварійній ситуації)

При експлуатації водневої станції отримання водню методом електролізу на працівників можлива дія наступних небезпечних та шкідливих виробничих факторів:

- вантажі, що переміщуються та складуються;
- шкідливі речовини;
- підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони;
- пожежонебезпека.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510205

Арк
65

Безпека працівників водневої станції під час роботи заключається в тому, що першочергово, вони повинні працювати тільки у справному спецодязі та спецвзутті. Забороняється входити на об'єкти з виробництвом та обігом водню у взутті із залізними набійками або цвяхами, а також у одязі, здатному накопичувати заряди статичної електрики. Також працівники мають бути забезпечені засобами індивідуального та діелектричного захисту.

Потрібно слідкувати за тим, аби апарати та трубопроводи перед пуском та після відключення продувалися азотом чистотою не нижче 97,5 %.

Роботи з відкритим вогнем у приміщенні водневої станції можуть виконуватись після відключення установки, проведення аналізу повітря на відсутність водню та забезпечення безперервної вентиляції приміщення.

Потрібно постійно перевіряти наявність витоку газу зі сполук за допомогою мильного розчину або спеціальних речовин.

Безпека у приміщенні водневої станції буде досягнута за умови заборони курити, користування відкритим вогнем, електричними нагрівальними приладами та переносними лампами.

Включення електролізерів безпечно проводити лише після перевірки стану електроізоляції, огляду апаратури та за відсутності на ній сторонніх предметів. Не можна торкатися працюючих електролізерів. Також необхідно забезпечити наявність огорож, що виключають небезпеку травмування людей відкритими рухомими частинами машин і механізмів.

Експлуатацію водневої станції здійснювати при достатній освітленості та справній вентиляції. Для внутрішнього освітлення апаратів під час їх огляду та ремонту користуватися переносними світильниками у вибухонебезпечному виконанні напругою не більше 12 В із захисними металевими сітками.

На дверях приміщення водневої станції мають бути попереджувальні плакати: "Водень, з вогнем не входити", "Водень, вогненебезпечно". У разі витоку водню відключити установку та продути її азотом.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510205

У разі виявлення несправності потрібно негайно відключити обладнання та повідомити керівника.

Далі розглянемо безпеку в аварійних ситуаціях. У разі виявлення будь-якої несправності, що порушує нормальний режим роботи, її слід зупинити. Про всі помічені недоліки повідомити безпосереднього керівника. Якщо виникла поломка обладнання, яка загрожує аварією на робочому місці, то необхідно припинити його експлуатацію, а також подачу до нього електроенергії, газу, води, сировини, продукту тощо; доповісти про вжиті заходи безпосередньому керівнику (особі, відповідальній за безпечну експлуатацію обладнання) та діяти відповідно до отриманих вказівок [86, 87].

В аварійній обстановці необхідно повідомити про небезпеку оточуючих людей, доповісти безпосередньому керівнику про те, що сталося, і діяти відповідно до плану ліквідації аварій.

У разі виникнення пожежі слід відключити електроенергію, викликати пожежну охорону, повідомити керівництво підприємства, що сталося, вжити заходів до гасіння пожежі.

Надаючи допомогу потерпілому при переломах кісток, забитих місцях, розтягуваннях, треба забезпечити нерухомість пошкодженої частини тіла за допомогою накладання тугої пов'язки (шини), прикласти холод. При відкритих переломах необхідно спочатку накласти пов'язку і потім – шину. За наявності відкритих ран необхідно накласти пов'язку, при артеріальній кровотечі – накласти джгут. У будь-якому випадку, потерпілому при травмуванні, отруєнні чи раптовому захворюванні має бути надана перша (домедична) допомога та, за необхідності, організована його доставка до закладу охорони здоров'я [82].

Підп. і дата	
Інв. Неодубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. Неодубл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510205

Арк

67

ВИСНОВКИ

Зміна клімату – це реальність. З кожним роком клімат на Землі зазнає змін та стане більш гарячішим та непередбачуванішим, аніж кілька тисячоліть тому. Вже до кінця 21-го століття температура на Землі може досягти ще більших позначок, якщо найближчими роками людство не змінить свій стиль життя та користування природними ресурсами.

Автомобілі, що працюють на двигунах внутрішнього згорання, є основним джерелом парникових газів та інших небезпечних речовин у містах. Такі автотранспортні засоби завдають шкоди, завдяки викидам таких шкідливих речовин, як оксиди сірки, азоту та вуглецю, вуглеводні, сажа та дрібнодисперсні частки тощо.

Широкий спектр різних інструментів політики може бути використаний на національному рівні для пом'якшення наслідків зміни клімату; до них відносяться ринкові інструменти (наприклад, системи торгівлі дозволами на викиди ПГ або екологічні податки), регулятивні інструменти (наприклад, командно-адміністративне регулювання викидів ПГ, мінімальні стандарти енергоефективності та технологічні стандарти), та інформаційні інструменти (наприклад, маркування, підвищення обізнаності за допомогою інформаційних кампаній, освіта та навчання).

У ході роботи був проведений SWOT-аналіз трьох методів, направлених на зниження шкідливого впливу автотранспорту на довкілля: економічні ініціативи, відновлювані види палива та перехід на електромобілі. Кожен із цих методів має свої переваги та недоліки та певний потенціал у майбутньому. Проте на даний момент ми визначили, що найдієвішим способом зниження негативного впливу вихлопних газів транспортного засобу буде перехід на альтернативні види палива.

До найбільш перспективних альтернативних видів палива для транспортних засобів наразі можемо віднести біодизель, біоетанол і біометанол. Найближчими

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510205

Арк
68

роками перспективнішим зможе стати синтетичні бензин та дизпаливо. І в недалекому майбутньому очікується активне використання різних енергетичних установок, що міститимуть паливні елементи та водневе паливо. Саме водневе паливо ми й обрали для більш детального аналізу та вивчення.

Ключова перевага використання водню для транспорту полягає в тому, що він збільшує нашу залежність від відновлюваних джерел, одночасно зменшуючи використання невідновлюваного викопного палива. Водень має надзвичайні якості як безвуглецеве паливо.

У чистому вигляді водень в природі відсутній. Однак його можна виробляти з водневмісних сполук, таких як викопне паливо, сірководень, біомаса та вода. Щоб отримати водень, його необхідно спочатку відокремити від інших елементів у комбінації. У роботі були розглянуті декілька способів отримання водню. Найбільш популярним у світі наразі можна назвати паровий риформінг метану та газифікація вугілля.

Щодо способів забезпечення двигунів внутрішнього згорання воднем, то були розглянуті такі способи, як: техніка карбюрації палива, техніка впорскування впускного колектора та впускного порту та системи прямого впорскування.

Також дослідили закордонний досвід у запровадженні водневого палива, акцентуючи увагу на громадському транспорті. Адже, на нашу думку, екологізація громадського транспорту – це один з найдієвіших способів протидії кліматичним змінам. Автобус перевозить багато людей за один раз, тому знижується кількість легкового транспорту на вулицях міста. Щодо електричних автобусів, (які, на нашу думку, є прямими «конкурентами» автобусів, що працюють на водні), то в їх роботі є значні недоліки, наприклад потреба в утилізації батарей, а також в умовах енергетичної кризи, атак на інфраструктуру – може просто не бути доступу до електроенергії.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510205

Арк
69

З іншого боку – більшість викидів від пересувних джерел утворюється від індивідуального транспорту. Тому його треба першочергово екологізувати, що буде дуже великим внеском в протидію кліматичним змінам.

Саме тому проаналізувавши теоретичний матеріал щодо зниження впливу парникових газів від автотранспорту та щодо альтернативних палив, ми практично дослідили використання водневих технологій у двигунах легкових автомобілів та громадського транспорту, а також для оцінки ефективності (рентабельності) використання водню в двигунах ми розрахували окупність автобусного маршруту з міста Суми в місто Київ на прикладі служби пасажирських перевезень у м. Суми – Еліт Експрес. Результат цього дослідження показав, що наразі водень, як паливо, забезпечить більш дорожче перевезення, аніж в тому випадку, якщо б мікроавтобус їхав на дизельному паливі. Проте, такі розрахунки були отримані через ту причину, що в Україні зараз водневе паливо для транспортних засобів не виробляється та ще не побудовані необхідні заправні станції. Якщо виправити ці недоліки, то, на нашу думку, можна суттєво знизити вартість таких поїздок. Тим паче, що порівнюючи водень та дизельне паливо з точки зору екологічності, остаточно зрозуміло, що поїздка на транспортному засобі, що працює на водневому паливі буде значно безпечнішою для довкілля.

Отже, хотілося б ще раз підкреслити увагу на тому, що явище парникового ефекту та більшості інших негативних явищ на планеті виникли саме через антропогенний вплив. І велику частку у цьому негативному впливі відіграв автотранспорт, точніше кажучи паливо, за допомогою якого функціонує цей транспорт. Тому, саме ми і повинні протидіяти кліматичним змінам різними способами, наприклад за допомогою переходу на альтернативні види палива.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510205

Арк
70

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Українська Кліматична Мережа | Причини та докази. [Електронний ресурс] *Робоча група неурядових екологічних організацій з питань зміни клімату.* – Режим доступу: https://ucn.org.ua/?page_id=66 (дата звернення: 10.11.2022).
2. Про засади моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів. Закон України від 12.12.2019 № 377-ІХ.
3. Інформаційні технології просторової інвентаризації парникових газів у енергетичному секторі та аналіз невизначеності: [монографія] / Р. А. Бунь, Х. В. Бойчук, А. Р. Бунь, М. Ю. Лесів ; Нац. ун-т «Львів. політехніка». — Л.: ПП Сорока Т. Б., 2012. — 464 с.: іл. — Бібліогр.: с. 417—462.
4. Парниковий ефект. [Електронний ресурс] *Харківський радіотехнічний коледж – офіційний сайт ХРТК.* – Режим доступу: <http://www.hrtt.kh.ua/wp-content/uploads/2020/03/25-Парниковий-ефект.pdf> (дата звернення: 07.11.2022).
5. Юрченко Л. І. Екологія : навч. посіб. / Л. І. Юрченко ; М-во освіти і науки України. – Київ : Професіонал : Центр учб. літ., 2017. 303 с.
6. Білявський Г. О. Основи екології : підручник / Г. О. Білявський, Р. С. Фурдуй, І. Ю. Костіков. К. : Либідь, 2004. 408 с.
7. Білявський Г. О. Основи екології: теорія та практикум: навчальний посібник / Г. О. Білявський, Л. І. Бутченко. К.: Лібра, 2004. 368 с.
8. Марков В. А. Робота дизелів на рослинних оліях / В. А. Марков, С. Н. Девятин, Д.А.Коршунов // *Вантажівка &.* – 2006. – № 7. – С. 33–46.
9. Кирилов Н. Г. Альтернативні моторні палива ХХІ століття / Н. Г. Кирилов // *Автогазозаправочний комплекс + альтернативне паливо.* – 2003. – № 3. – С. 58–63.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510205

10. Бойчук Ю. Д., Солошенко Е. М., Бугай О.В. Екологія і охорона навколишнього середовища: Навчальний посібник. 2-ге вид. Суми: ВТД «Університетська книга», 2003. 284 с

11. Бондар О.І., Новосельська Л.П., Іващенко Т.Г. Основи біологічної безпеки (екологічна складова). Навчальний посібник. стереотипне видання, 2018. 372 с.

12. Бондарь О. І. Екологічна безпека та охорона довкілля / О. І. Бондарь, Г. І. Рудько. Київ: ЕКМО, 2004. 423 с.

13. Гігієна та екологія: підручник / За ред. В.Г. Бардова. Вінниця: Нова книга. 2006. 720 с.

14. Грицайчук В. В. Основи екології: навчальний посібник / В. В. Грицайчук, О. М. Микитюк, О. З. Злотін, Т. Ю. Маркіна. Харків: «ОВС», 2004. С. 124–125.

15. Джигирей В. С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища : навч. посіб. / В. С. Джигирей. К. : Т-во «Знання», КОО, 2006. 319 с.

16. Дорогунцов С. І. Екологія: Підручник / С. І. Дорогунцов, К. Ф. Коценко, М. А. Хвесик. К.: КНЕУ, 2005. 371 с

17. Дорогунцов С. І. Екосередовище і сучасність / С. І. Дорогунцов, М. А. Хвесик, Л. М. Горбач. Київ : Кондор, 2006. – 424 с.

18. Екологія і охорона навколишнього середовища : Навчальний посібник У Ю. Д. Бойчук, Е. М. Солошенко, О. В. Бугай. 2-е вид., стер. Суми : Університетська книга, 2003. 284 с.

19. Екологія. Тлумачний словник / М. М. Мусієнко, В. В. Серебряков, О. В. Брайон. Київ: Либідь, 2004. 374 с.

20. Клименко В. Г. Забруднення атмосферного повітря: методична розробка для студентів-географів / В. Г. Клименко, О. Ю. Цигічко. Х.: ХНУім. В. Н. Каразіна, 2010. 26 с

21. Клименко М. О. Техноекоекологія : підручник / М. О. Клименко, І. І. Залеський. - Херсон : ОЛДІ ПЛЮС, 2017. 348 с.

Підп. і дата	
Інв. Недубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. Поподл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510205

Арк
72

22. Кривільова С. П., Лопухіна О.О. Основи екології: навчально-методичний посібник. Харків: НТУ “ХПІ”. 2006. 112 с.

23. Можаровська Т.В. Структурно-динамічна модель розвитку екологічної свідомості. Наука і освіта. 2016. №5. С. 124-130.

24. Саєнко В.М. Моніторинг і методи вимірювання параметрів навколишнього середовища : навч. посібник / В.М. Ісаєнко, Г.В. Лисиченко, Т.В. Дудар та ін. К. : Вид-во Нац. авіа. ун-ту «НАУ-друк», 2009. 312 с.

25. Старчак В. Г. Охорона техноприродних екосистем від техногенного забруднення / В. Г. Старчак, І. П. Крайнов, С. Д. Цибуля, І. Д. Пушкарьова //Фальцфейнівські читання. Херсон : ХДУ, 2009. С. 339–344 Шаповалов, Є. Б. Парниковий ефект – причини виникнення та екологічні наслідки / Є. Б. Шаповалов, Г. С. Батіщева // 77 наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів. Київ, 2011. С. 223–224.

26. Шумлянський В. Клімат. Виклики глобалізації // Світогляд. 2008. Т.9, №1. С. 26-30.

27. Юрченко Л. І. Екологія : навч. посіб. / Л. І. Юрченко ; М-во освіти і науки України. – Київ : Професіонал : Центр учб. літ., 2017. 303 с.

28. Вихлопні гази автомобілів: склад, шкода довкіллю та небезпеку для здоров'я людини. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://druzy.com.ua/vihlopni-gazi-avtomobiliv-sklad-shkody-dovkillu-ta-nebezpeku-dlia-zdorovia-ludini/> (дата звернення: 30.10.2022).

29. Вплив вихлопних газів на навколишнє середовище. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://laboratoria.by/stati/vyhlopnye-gazy-priroda> (дата звернення: 09.11.2022).

30. Вплив автотранспорту на довкілля. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://doc4web.ru/ekologiya/vliyanie-transporta-na-okruzhayuschuyu-sredu1.html> (дата звернення: 01.12.2022).

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510205

Арк
73

31. Проблеми парникового ефекту. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://referat-ok.com.ua/work/problemi-parnikovogo-efektu/> (дата звернення: 15.11.2022).

32. Вплив парникового ефекту на здоров'я людей. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://tvir.biographiya.com/vpliv-parnikovogo-efektu-na-zdorovya-lyudej/> (дата звернення: 15.11.2022).

33. Парниковий ефект атмосфери. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://osvita.ua/vnz/reports/biolog/27009/> (дата звернення: 15.11.2022).

34. Податки для автовласників у Німеччині. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://migrant.biz.ua/nimechina/transport-de/podatok-na-volodinnia-avtomobilem.html> (дата звернення: 19.11.2022).

35. Альтернативні види палива. [Електронний ресурс] Компанія Citroen. – Режим доступу <https://www.citroen.ru/universe-citroen/environment/alternative-fuel/> (дата звернення: 25.11.2022).

36. Автотранспорт і навколишнє середовище: проблеми і шляхи їхнього вирішення. [Електронний ресурс] Сайт Запорізької обласної державної адміністрації. – Режим доступу: <https://www.zoda.gov.ua/news/7207/avtotransport-i-navkolishnjесeredovishe-problemi-i-shlyahi-jihного-virishennya.html> (дата звернення: 30.10.2022).

37. Забруднення атмосферного повітря викидами від транспорту. ВГО «Жива планета». Інститут екологічного управління та збалансованого природокористування. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.gpp.in.ua/transport/zabrudnennya-atmosfernogo-povitrya-vikidami-vid-transportu.html> (дата звернення: 02.11.2022).

38. Державна служба статистики України. [Електронний ресурс] – Режим доступу <http://www.ukrstat.gov.ua/>.

39. Екологічна безпека автомобільного транспорту: Матеріали І науково-практичної онлайн конференції / Відп.ред.канд.філос.наук М.Брегін. – Львів: 2016.-79 с., 40 іл.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510205

40. Modeling of waterborne pollution of roadside soils . – Plyatsuk L. D., Vaskina I. V., Vaskina R.A., Kozii I. S., Solianyk V. A., Journal of Engineering Sciences Sumy : Sumy State University, Volume 4, Issue 2, 2017. – С. G1–G5 (фахове видання).

41. Оцінка викидів шкідливих речовин від автотранспортних засобів Пляцук Л.Д., Васькіна І.В., Васькін Р.А., Соляник В.О. Екологічна безпека, №2. 2011. – С. 116–118.

42. Директива ЄС про інфраструктуру альтернативних видів палива. Як збільшити використання альтернативного палива для автомобілів.

43. Внукова Н. В., Барун М. В., Альтернативне паливо як основа ресурсозбереження і екобезпеки автотранспорту. Харків, 2009, с.44-53.

44. Шляхи вдосконалення податку на викиди двоокису вуглецю в Україні. Надія Новицька та Інна Хлебнікова. Аналітичний звіт LibMod Вересень 2021 р.

45. Л. В. Плотников та Н. В. Ульман 2021 *IOP Conf. Ser.: Environ. Earth Planet. Phys.* 723 052018 DOI 10.1088/1755-1315/723/5/052018

46. Li, H.; Karim, G.A. An Experimental Investigation of S.I. Engine operation on gaseous fuels lean mixtures. SAE Trans. 2005, 114, 1600–1608.

47. Duan, J.; Liu, F.; Sun, B. Backfire control and power enhancement of a hydrogen internal combustion engine. Int. J. Hydrogen Energy 2014, 39, 4581–4589.

48. Safari, F.; Norouzi, O.; Tavasoli, A. Hydrothermal gasification of *Cladophora glomerata* macroalgae over its hydrochar as a catalyst for hydrogen-rich gas production. Bioresour. Technol. 2016, 222, 232–241.

49. Safari, F.; Javani, N.; Yumurtaci, Z. Hydrogen production via supercritical water gasification of almond shell over algal and agricultural hydrochars as catalysts. Int. J. Hydrogen Energy 2018, 43, 1071–1080.

50. Dincer, I.; Zamfirescu, C. Sustainable Hydrogen Production; Elsevier: Amsterdam, NL, USA, 2017.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510205

Арк
75

51. Hoskins, A.L.; Millican, S.L.; Czernik, C.E. Continuous on-sun solar thermochemical hydrogen production via an isothermal redox cycle. Appl. Energy 2019, 249, 368–376.

52. Safari, F.; Dincer, I. A study on the Fe–Cl thermochemical water splitting cycle for hydrogen production. Int. J. Hydrogen Energy 2020, 45, 18867–18875.

53. Цудзімура, Т.; Мікамі, С.; Ачіча, Н.; Токунага, Ю.; Сенда, Дж.; Fujimoto, H. Дослідження дизельного двигуна з прямим уприскуванням, що працює на водні. SAE Trans. 2003 , 112 , 390–405.

54. Faizal, M.; Chuah, L.; Lee, C.; Hameed, A.; Lee, J.; Shankar, M. Review of hydrogen fuel for internal combustion engines. J. Mech. Eng. Res. Dev. 2019, 42, 35–46.

55. Gadallah, H.A.; Elshenawy, A.E.; Elzahaby, M.A.; El-Salmawy, A.H.; Bawady, H.A. Effect of direct water injection on performance and emissions of a hydrogen fuelled direct injection engine. In Proceedings of the Ecologic Vehicles and Renewable Energies Monaco 2009, Monaco, France, 26–29 March 2009; pp. 178–191.

56. Зелена відбудова України: перспективи застосування водню в транспорті. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://brdo.com.ua/analytics/zelena-vidbudova-ukrayiny-perspektyvy-zastosuvannya-vodnyu-v-transporti/>

57. Державна служба статистики України. [Електронний ресурс] – Режим доступу <http://www.ukrstat.gov.ua/>.

58. Проєкт аналітичного огляду другого національно визначеного внеску України до Паризької угоди проєкт квітень 2021 р.

59. Подольська, А. Ю. Технології зниження впливу автотранспорту на урбоєкосистеми : робота на здобуття кваліфікаційного ступеня бакалавра : спец. 183 - технології захисту навколишнього середовища / наук. кер. І. В. Васькіна. Суми : Сумський державний університет, 2021. 53 с.

60. Element Energy, “Commercialisation of hydrogen fuel cell buses. Discussion paper”, elec-tronic document, October 2017, pp. 6-9. Availa-ble at

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510205

Арк
76

[https://www.fuelcellbuses.eu/sites/default/files/documents/FC%20bus%20commercial isation%20- %20White%20Paper_October%202017.pdf](https://www.fuelcellbuses.eu/sites/default/files/documents/FC%20bus%20commercial%20-%20White%20Paper_October%202017.pdf) .

61. CHIC, “Clean hydrogen in European cities 2010 – 2016. Fuel cell electric buses: a proven zeroemission solution key facts, results, recommendations”, electronic document, pp. 18-24, 29-31. Available at https://fuelcellbuses.eu/sites/default/files/documents/CHIC_publication_final_0.pdf

62. Deloitte, “Fueling the Future of Mobility Hydrogen and fuel cell solutions for transportation. Volume 1”, electronic document, pp. 4, 12, 14-18, 35. Available at <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/cn/Documents/finance/deloitte-cn-fueling-the-future-of-mobility-en-200101.pdf>

63. Toyota представила автобус на водневому паливі – Хмарочос. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://hmarochos.kiev.ua/2016/10/28/toyota-predstavila-avtobus-na-vodnevomu-palivi/> (дата звернення: 11.11.2022).

64. Дорожня карта використання водню в Україні у сфері дорожнього транспорту, 2021 р. режим доступу: https://unece.org/sites/default/files/2021-02/Draft_Roadmap_H2_Transport_UKR_25.02.2021_ukr.pdf

65. David Gotthold, "Enhanced Materials and Design Parameters for Reducing the Cost of Hydrogen Storage Tanks," Presentation at the US DOE Hydrogen and Fuel Cells Program Annual Merit Review, Arlington, VA, 2015.

66. Джерело інформації про альтернативні види палива та вдосконалені транспортні засоби. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://afdc.energy.gov/> (дата звернення: 14.11.2022).

67. Воднева стратегія для кліматично нейтральної Європи; Європейська Комісія: Брюссель, Бельгія, 2020; 24р, [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/hydrogen_strategy.pdf. (дата звернення: 14.11.2022).

68. Європейський альянс чистого водню; Європейська Комісія: Брюссель, Бельгія, 2020; [Електронний ресурс] – Режим доступу:

Підп. і дата
Інв. Неодубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. Неодубл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

https://ec.europa.eu/growth/industry/strategy/industrial-alliances/european-clean-hydrogen-alliance_en. (дата звернення: 20.11.2022).

69. The Future of Clean Transit is Electric; Ballard Power Systems: Burnaby, BC, Canada, 2022; [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.ballard.com/markets/transit-bus> (дата звернення: 19.10.2022).

70. Borbujo, I.C.; Pereirinha, P.G.; Vega, M.G.; del Valle, J.A.; Antón, J.C.Á. Heavy duty transport decarbonization: Legislation and standards for hydrogen and battery electric buses and heavy-duty trucks. In Proceedings of the Transactions of IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference (VPPC), Gijon, Spain, 25–28 October 2021; pp. 1–6.

71. Sorlei, I.-S.; Bizon, N.; Thounthong, P.; Varlam, M.; Carcadea, E.; Culcer, M.; Iliescu, M.; Raceanu, M. Fuel cell electric vehicles—A brief review of current topologies and energy management strategies. *Energies* 2021, *14*, 252

72. Path to Hydrogen Competitiveness. A Cost Perspective; Hydrogen Council: Brussels, Belgium, 2020; 88p [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://hydrogencouncil.com/wp-content/uploads/2020/01/Path-to-Hydrogen-Competitiveness_Full-Study-1.pdf (дата звернення 19.10.2022 р.).

73. Ometto, A.; Masciovecchio, C.; Ciancetta, F.; D’Ovidio, G. A novel high efficiency hybrid power unit for hydrogen-fueled city transit bus. In Proceedings of the Electric Vehicles International Conference (EV), Bucharest, Romania, 3–4 October 2019; pp. 1–5.

74. Crawford, I. How Much CO₂ is Emitted by Manufacturing Batteries? MIT Climate: Cambridge, MA, USA, 2022; [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://meche.mit.edu/news-media/how-much-co2-emitted-manufacturing-batteries> (дата звернення 01.12.2022 р.).

75. D’Ovidio, G.; Masciovecchio, C.; Rotondale, N. City bus powered by hydrogen fuel cell and flywheel energy storage system. In Proceedings of the IEEE International Electric Vehicle Conference (IEVC), Florence, Italy, 17–19 December 2014; pp. 1–5.

Підп. і дата	
Інв. Неодубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. Неодубл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510205

Арк
78

76. Водородное топливо без иллюзий: Міський сайт Дніпра – Останні новини та події у Дніпрі та Україні. Електронний ресурс. – Режим доступу: <https://litsa.com.ua/4058/> (дата звернення 19.11.2022 р.).

77. Петров В. Ю. Конкурентоспроможність водню як моторного палива на автомобільному транспорті. Київ, 2008. С. 115-127.

78. Водень в автомобілях: Небезпеки і складності використання. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://foxtrot-auto.com.ua/водень-в-автомобілях-небезпеки-і-скла/> (дата звернення 01.12.2022 р.).

79. Попередження травматизму – КНП "Перший Черкаський міський центр ПМСД". КНП "Перший Черкаський міський центр ПМСД" – м. Черкаси, вулиця Дахнівська, 34. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://mp1.sk.ua/попередження-травматизму/> (дата звернення 06.12.2022 р.).

80. Визначення коефіцієнту травматизму та важкості травматизму. Методична розробка на проведення практичного заняття з дисципліни „Інженерні рішення з охорони праці” курсантами та студентами 5-го курсу підготовки магістрів 263Цивільна безпека «Охорона праці», 2017 р.

81. Не повторити Бейрут: чим небезпечний водень і його транспортування до ЄС. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://greenpost.ua/news/yak-ne-povtoryty-bejrut-chym-nebezpechnyj-voden-i-jogo-transportuvannya-do-yes-i14770> (дата звернення 06.12.2022 р.).

82. Інструкція з охорони праці та техніки безпеки під час експлуатації водневої станції отримання водню методом електролізу [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://fire-declaration.ru/instrukcii/instrukciya-po-ohrane-truda-i-tehnike-bezopasnosti-pri-ekspluatacii-vodorodnoy-stancii> (дата звернення 06.12.2022 р.).

83. Діоксид вуглецю і парниковий ефект, зміна клімату. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://uadoc.zavantag.com/text/21575/index-1.html>.

84. Захист навколишнього середовища. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://uadoc.zavantag.com/text/33780/index-1.html>.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510205

Арк
79

85. Киотский протокол, його роль і значення в ринковому регулюванні викидів парникових газів. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://4ua.co.ua/economy/qb2bd79b5d43b89521216c37_0.html

86. Дослідження та розробка холодильної системи для виробництва і зберігання рідкого двоокису вуглецю для систем безпеки газозову. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://kazedu.com/referat/201654/4> .

87. Особливості забезпечення безпеки галузі (торгівлі). [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://ukrbukva.net/page,11,6209-Osobennosti-obespecheniya-bezopasnosti-otrasli-torgovli.html> .

88. Вплив забруднювачів автомобілів на навколишнє середовище. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://uk.mosg-portal.com/effects-car-pollutants-environment-23581-4912>.

89. Аналіз впливу відпрацьованих автомобільних газів на стан атмосферного повітря в густонаселених районах. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/519/1/stat%27ya.pdf>.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 21510205

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Таблиця А.1 – SWOT-аналіз економічних ініціатив для зниження шкідливого впливу автотранспорту

Сильні сторони	Бал	Ранг	Кор. коеф.	Сер. знач.	Слабкі сторони	Бал	Ранг	Кор. коеф.	Сер. знач.
1. Зменшення експлуатації автомобілів через високі податки.	3	3	0,6	1,8	1. Недостатня кваліфікація працівників податкової служби.	2	3	0,6	1,2
2. Перехід населення на екологічніший транспорт.	4	4	0,8	3,2	2. Необхідний великий термін для створення та затвердження законодавства.	5	5	1	2
3. Збільшення надходжень до бюджету.	5	5	1	5	3. Розвиток хабарництва.	5	4	0,8	4
Можливості	Бал	Ранг	Кор. коеф.	Сер. знач.	Загрози	Бал	Ранг	Кор. коеф.	Сер. знач.
1. створення пільг для власників «зелених» автомобілів.	4	3	0,6	2,4	1. Нестабільна політична ситуація у світі.	5	5	1	5
2. створення нових робочих місць.	3	2	0,4	1,2	2. Загрози з боку контролюючих органів.	4	4	0,8	3,2
3. Можливість використання коштів з податків на покращення екологічної ситуації.	5	5	1	5	3. Необхідність проведення примусового стягнення.	3	2	0,4	1,2
4. підтримка вітчизняних виробників «зелених» ТЗ	5	4	0,8	4	4. Зменшиться потік іноземців, які не хотітимуть платити за користування платними дорогами.	3	3	0,6	1,8
Сума середніх значень сильних сторін і можливостей				22,6	Сума середніх значень слабких сторін і загроз				18,4

ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1 – SWOT-аналіз використання відновлюваних видів палива для зниження шкідливого впливу автотранспорту

Сильні сторони	Бал	Ранг	Кор. коеф.	Сер. знач.	Слабкі сторони	Бал	Ранг	Кор. коеф.	Сер. знач.
1. Зменшення побутових, промислових та с/г відходів	5	3	0,6	3	1. Щоб виготовити достатню кількість пального, потрібні великі плантації, на яких можна вирощувати спеціальні рослини.	3	1	0,2	0,6
2. Досягнення енергетичної незалежності багатьох держав.	5	2	0,4	2	2. Такі культури виснажують ґрунт, що робить її нездатною дати якісний урожай іншим культурним рослинам.	4	4	0,8	3,2
3. Дешевизна та простота отримання палива.	4	1	0,2	0,8	3. Найчастіше – зниження потужності двигуна.	3	2	0,4	1,2
4. Мінімальні або нульові викиди в атмосферу.	5	5	15	5	4. Необхідність переробки моторів.	4	5	1	4
5. Невичерпні джерела	5	4	0,8	4	5. Сезонні коливання наявності сировини для пального.	4	3	0,6	2,4
Можливості	Бал	Ранг	Кор. коеф.	Сер. знач.	Загрози	Бал	Ранг	Кор. коеф.	Сер. знач.
1. Зменшення цінової політики на паливо.	4	4	0,8	3,2	1. Поганий урожай необхідної сировини.	4	4	0,8	3,2
2. Створення більшої кількості фермерських господарств.	3	2	0,4	1,2	2. Законодавчі бар'єри.	5	5	1	5
3. Створення запасів сировини.	4	3	0,6	2,4					
4. Розширення асортименту сировини	4	5	1	4					
Сума середніх значень сильних сторін і можливостей				25,6	Сума середніх значень слабких сторін і загроз				19,6

ДОДАТОК В

Таблиця В.1 – SWOT-аналіз використання електромобільного транспорту

Сильні сторони	Бал	Ранг	Кор. коеф.	Сер. знач.	Слабкі сторони	Бал	Ранг	Кор. коеф.	Сер. знач.
1. Відсутність вихлопних газів.	5	5	1	5	1. Низька ємність батареї. Одного заряду в самому якісному виконанні вистачає максимум на 300 км.	5	5	1	5
2. безшумність.	3	3	0,6	1,8	2. Неуніверсальність. Зазвичай це двомісні автомобілі.	3	1	0,2	0,6
3. Використання сучасних засобів безпеки.	3	2	0,4	1,2	3. неможливість рекуперації енергії.	4	3	0,6	2,4
4. Відсутність паливної системи, масла, свічок і безлічі інших деталей, які ускладнюють експлуатацію.	4	4	0,8	3,2	4. З часом хімічний наповнювач акумулятора втрачає свої властивості. За 2 роки батарейка втрачає 20% своєї ємності, а при частих перепадах температур – і до 50%.	5	4	0,8	4
					5. Недостатня кількість заправних станцій.	3	2	0,4	1,2
Можливості	Бал	Ранг	Кор. коеф.	Сер. знач.	Загрози	Бал	Ранг	Кор. коеф.	Сер. знач.
1. Встановлення генератора для підзарядки акумулятора під час руху.	3	5	1	3	1. Високі ціни на автомобілі.	4	3	0,6	2,4
2. Збільшення швидкості електромашин.	3	3	0,6	1,8	2. Підвищення цін на електроенергію.	4	4	0,8	3,2
3. Збільшення асортименту автомобілів.	4	4	0,8	3,2	3. Використання електроенергії, що виготовляють з невідновлюваних джерел енергії (атомна енергетика)	5	5	1	5
Сума середніх значень сильних сторін і можливостей				19,2	Сума середніх значень слабких сторін і загроз				23,8