

Вінницький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра екології та екологічної безпеки

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка
до магістерської кваліфікаційної роботи

магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: **НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ**
АВТОТРАНСПОРТУ

Виконав: студент групи ТЗД-19м
спеціальності 183 – Технології захисту
навколишнього середовища

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Синчук Руслан Анатолійович

(прізвище та ініціали)

Керівник к.т. н., доцент Васильківський І.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент к.х.н., доцент Тітов Т.С.

(прізвище та ініціали)

Вінниця – 2020 року

Вінницький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут _____ екологічної безпеки та моніторингу довкілля

Кафедра _____ екології та екологічної безпеки

Спеціальність 183 – Технології захисту навколишнього середовища
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕЕБ

к.т.н., доцент

_____ В.А.Іщенко

(підпис)

« 8 » _____ вересня _____ 2020 року

ЗАВДАННЯ

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Синчук Руслан Анатолійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: **НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ АВТОТРАНСПОРТУ**

керівник роботи Васильківський Ігор Володимирович к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджено наказом по ВНТУ від « 25 » _____ вересня _____ 2020 року № 214

2. Строк подання студентом роботи « 1 » _____ грудня _____ 2020 року

3. Вихідні дані до роботи:

1. Доповідь про стан НПС у Вінницькій області (2017 рік) (Уклад. – Департамент екології та природних ресурсів у Вінницькій області. – Вінниця, 2017. – 250 с.).

2. Норми шкідливих викидів ДТЗ категорій М1 і N1 згідно з правилами № 83 з поправками до директиви ЄС (додаток Б).

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Екологічна безпеки автотранспорту в Україні.

2. Характеристика валового викиду забруднюючих речовин двигунами внутрішнього згоряння на території Вінниці.

3. Оцінка забруднення атмосферного повітря Вінниці маршрутним автотранспортом.

4. Природоохоронні заходи для зменшення забруднення атмосферного повітря автомобільним транспортом.

5. Еколого-економічна ефективність впровадження біодизеля в експлуатацію автомобільного транспорту.

5. Перелік графічного матеріалу

1. Норми шкідливих викидів великовантажними автомобілями при випробуванні за циклом ЕТС.

2. Динаміка викидів шкідливих речовин з ВГ дизелів ТЗ серійного виробництва згідно нормативам Європи.
3. Вміст токсичних викидів у відпрацьованих газах двигунів.
4. Порівняльний склад вихлопних газів бензинових і дизельних машин.
5. Середній рівень реалізації пального АЗС у м. Вінниця за добу.
6. Основні шляхи переробки природного газу в моторні палива.
7. Оцінка забруднення атмосферного середовища м. Вінниця маршрутним автотранспортом.
8. Схема двокамерного каталітичного нейтралізатора.
9. Конструктивна схема каталітичного нейтралізатора.
10. Схема встановлення каталітичного нейтралізатора.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
5	Завідувач кафедри підприємництва, логістики та менеджменту, доктор економічних наук, професор Мороз Олена Омелянівна		

7. Дата видачі завдання « 8 » вересня 2020 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Найменування етапів МКР	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Розробка технічного завдання.	15.09.2020	
2.	Оцінка екологічної безпеки автотранспорту в Україні.	30.09.2020	
3.	Характеристика валового викиду забруднюючих речовин ДВЗ на території Вінниці.	19.10.2020	
4.	Оцінка забруднення атмосферного повітря Вінниці маршрутним автотранспортом.	31.10.2020	
5.	Природоохоронні заходи для зменшення забруднення атмосферного повітря автомобільним транспортом.	10.11.2020	
6.	Техніко-економічне обґрунтування впровадження біодизелю в експлуатацію автотранспортом.	20.11.2020	
7.	Підготовка висновків, додатків і переліку літератури.	30.11.2020	

Студент _____ Синчук Руслан Анатолійович
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ І.В.Васильківський
(підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ.....	4
ABSTRACT.....	5
ВСТУП.....	6
1 ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКИ АВТОТРАНСПОРТУ В УКРАЇНІ.....	10
1.1 Загальні положення нормування токсидів внутрішнього згорання.....	10
1.2 Нормування екологічних показників дорожніх транспортних засобів з двигунами внутрішнього згорання.....	11
2 ХАРАКТЕРИСТИКА ВАЛОВОГО ВИКИДУ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН ДВИГУНАМИ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ НА ТЕРИТОРІЇ ВІННИЦІ.....	19
2.1 Структура автомобільного транспорту по м. Вінниця.....	19
2.2 Токсикологічна характеристика забруднюючих речовин, які викидаються внаслідок роботи ДВЗ.....	20
2.2.1 Характеристика забруднюючих речовин.....	20
2.2.2 Розрахунок викидів забруднюючих речовин.....	23
3 ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ВІННИЦІ МАРШРУТНИМ АВТОТРАНСПОРТОМ.....	28
3.1 Визначення добового та річного викиду забруднюючих речовин маршрутним автотранспортом в атмосферне середовище Вінниці.....	28
3.2 Оцінка об'єму атмосферного середовища над територією Вінниці.....	30
3.3 Визначення показника продуктивності кисню в атмосферне повітря рослинним покривом в межах території м. Вінниця.....	32
4 ПРИРОДООХОРОННІ ЗАХОДИ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ.....	34
4.1 Каталізатори для нейтралізації відпрацьованих газів.....	34
4.2 Носії для каталізаторів очищення відпрацьованих газів.....	36
4.3 Особливості процесів нейтралізації відпрацьованих газів дизельних двигунів.....	38

	3
4.4 Каталізатори першого ступеню (попередньої очистки).....	43
4.5 Каталізатори другого ступеню.....	46
4.5.1 Застосування каталізаторів газового викиду.....	47
4.5.2 Термічна нейтралізація.....	50
5 ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ БІОДИЗЕЛЯ В ЕКСПЛУАТАЦІЮ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ.....	53
5.1 Техніко-економічне обґрунтування впровадження біодизелю в експлуатацію автомобільними транспортними засобами.....	53
5.2 Економічний ефект від впровадження біодизелю як альтернативного виду палива для автотранспорту.....	62
ВИСНОВКИ.....	65
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	67
Додаток А. Технічне завдання.....	70
Додаток Б. Норми шкідливих викидів ДТЗ категорій M1 і N1 згідно з правилами № 83 з поправками до директиви ЄС.....	72
Додаток В. Норми викидів великими пасажирськими ДТЗ повною масою до 2.5 т і легкими вантажівками до 3.5 т згідно з директивами 98/69/ЄС «Євро-3», «Євро-4».....	73
Додаток Г. Норми димності відпрацьованих газів.....	74
Додаток Д. Норми шкідливих викидів дизелів різних призначень.....	75
Додаток Е. Характеристика маршрутного таксі м. Вінниця.....	76
Додаток Ж. Кількість зроблених повних маршрутів за зміну.....	77
Додаток И. Кількісна оцінка витрати палива маршрутним автотранспортом м. Вінниця.....	78
Додаток К. Визначення податку за викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря пересувними джерелами забруднення.....	79
Додаток Л. Акт впровадження результатів магістерської кваліфікаційної роботи.....	80

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота: 80 стор., 4 рис., 22 табл., 32 джерела.

У магістерській кваліфікаційній роботі приведено літературний, патентний та інтернет огляд основних методів екологічного нормування газових викидів двигунів внутрішнього згорання. Проаналізовано механізм утворення газових викидів двигунів внутрішнього згорання та запропоновані природоохоронні заходи для зменшення їх негативного впливу на навколишнє природне середовище та населення.

Мета роботи – дослідити екологічний вплив газових викидів двигунів внутрішнього згорання та розробити природоохоронні заходи для їх зменшення.

Об'єктом досліджень є характеристики валового викиду забруднюючих речовин двигунів внутрішнього згорання автотранспорту в атмосферне повітря м. Вінниці.

Предмет дослідження газові викиди двигунів внутрішнього згорання.

Галузь застосування – охорона навколишнього природного середовища України, екологічна безпека і захист атмосферного повітря від негативного впливу викидів автотранспорту.

Ключові слова: ДВЗ, ВІДПРАЦЬОВАНІ ГАЗИ, ВИКИДИ, ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ, ОКСИДИ ВУГЛЕЦЮ, ОКСИДИ АЗОТУ, ЛЕТКІ ОРГАНІЧНІ СПОЛУКИ, АЕРОЗОЛЬ, КАТАЛІЗАТОР.

ABSTRACT

Master's qualification paper: 80 pages, 45 figures, 22 tables, 32 sources.

In the master's qualification work the literary, patent and internet review of the basic methods of ecological normalization of gas emissions of internal combustion engines is given. The mechanism of formation of gas emissions of internal combustion engines and the proposed nature conservation measures to reduce their negative impact on the natural environment and population are analyzed.

The purpose of the work is to study the environmental impact of gas emissions from internal combustion engines and to develop environmental measures to reduce them.

The object of research is the characteristics of gross emissions of pollutants from internal combustion engines of motor vehicles in the atmospheric air of Vinnytsia.

Subject of study of gas emissions of internal combustion engines.

The scope of application - environmental protection of Ukraine, environmental safety and protection of atmospheric air from the negative impact of motor vehicle emissions.

Key words: ICE, VICHLOPIN GAS, Emissions, ATMOSPHERIC AIR POLLUTION, CARBON OXIDES, NITROGEN OXIDES, FAST ORGANIC COMPOUNDS, AEROSOL, CATALYST.

ВСТУП

Актуальність. Удосконалення системи забезпечення екологічної безпеки, існуючої в Україні, має стати одним із пріоритетних напрямів державної політики на основі системного аналізу, із врахуванням процесів трансформації в економіці та державному управлінні, які є на нинішньому етапі розвитку нашої держави.

Головним завданням на найближчу перспективу є мінімізація підвищення рівня антропогенного впливу на довкілля.

Забезпечення екологічної безпеки є не лише необхідною умовою для забезпечення права громадян України на безпечне для життя та здоров'я довкілля, гарантованого статтею 50 Конституції України, але і невід'ємною умовою для просування держави на шляху інтеграції до європейської спільноти.

Визнано, що сталий розвиток будь-якої країни - це об'єктивна вимога часу. При цьому під усталеним розвитком розуміється такий розвиток, при якому вплив на навколишнє середовище залишається у межах екологічної ємності біосфери, тобто не руйнується природна основа для відтворення (репродукції) життя людей.

Чи не найважливішим таким критерієм є показники, що характеризують забрудненість атмосфери шкідливими речовинами, які викидаються двигунами внутрішнього згорання (ДВЗ) [1].

Сьогодні однією з глобальних проблем двигунобудування України є його екологізація на основі створення і запровадження у виробництво таких ДВЗ, які при світовому рівні своїх параметрів не допускать забруднення навколишнього середовища, відповідатимуть вимогам найжорсткіших нормативів на токсичність викидів з відпрацьованими газами.

Двигуни внутрішнього згорання займають провідне місце серед автономних джерел енергії для потреб транспорту, сільського господарства, будівництва, військової техніки. Тому їхній вплив на людське середовище носить глобальний характер. Безперервне розширення використання ДВЗ потребує відповідного посилення вимог щодо екологічного захисту навколишнього середовища.

Мета роботи – дослідити екологічний вплив газових викидів двигунів внутрішнього згорання та розробити природоохоронні заходи для їх зменшення.

Галузь застосування – охорона навколишнього природного середовища України, екологічна безпека і захист атмосферного повітря від негативного впливу викидів автотранспорту.

Задачі дослідження. Для досягнення поставленої мети були сформульовані наступні задачі:

1. Аналіз нормованих екологічних показників транспортних засобів з двигунами внутрішнього згорання.
2. Визначення характеристик валового викиду забруднюючих речовин двигунами внутрішнього згорання на території Вінниці.
3. Оцінка забруднення атмосферного повітря Вінниці маршрутним автотранспортом.
4. Розробка природоохоронних заходів для зменшення забруднення атмосферного повітря автомобільним транспортом.
5. Розрахунок еколого-економічної ефективності впровадження біодизеля в експлуатацію автомобільного транспорту.

Об'єктом досліджень є характеристики валового викиду забруднюючих речовин двигунів внутрішнього згорання автотранспорту в атмосферне повітря м. Вінниці.

Предмет дослідження - газові викиди двигунів внутрішнього згорання.

Наукова новизна.

1. Удосконалений метод розрахунку екологічного паспорту автобусного маршруту за допомогою якого визначений добовий і річний викид забруднюючих речовин маршрутним автотранспортом в атмосферне повітря Вінниці.
2. Запропоновані наукового-обґрунтовані рекомендації для зменшення негативного екологічного впливу маршрутного автотранспорту міста Вінниці на навколишнє приводне середовище і здоров'я населення.

Практичне значення. Результати проведених досліджень доцільно використати в практиці екологічного контролю забруднень автотранспорту, для

потреб транспортних підприємств, природоохоронних організацій і промислових підприємств, зокрема для департаменту екології та природних ресурсів Вінницької обласної державної адміністрації та управління транспорту у Вінницькій області для оптимізації управління в галузі охорони атмосферного повітря на території м.Вінниці, а також у навчальному процесі екологів (додаток Л).

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дана робота виконувалась відповідно науковому напрямку кафедри ЕЕБ, зокрема, госптематики №1610 «Розроблення Програми регіонального екологічного моніторингу Вінницької області на 2012-2016 роки», а також відповідно законів України: «Про охорону навколишнього природного середовища» №1268-ХІІ від 26.06.91, «Про охорону здоров'я» №2802-ХІІ від 19.11.92, «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» №4005-ХІІ від 24.02.94, закону «Про охорону атмосферного повітря», №2708-ХІІ від 16.10.92.

Методи дослідження. Використано методи комплексного, системного науково-обґрунтованого аналізу, а також методи математичної статистики та кореляційного аналізу.

Особистий внесок автора. Автором визначено основні завдання роботи, обрано та опановано методи їх вирішення, підібрано та опрацьовано літературні джерела, розроблені природоохоронні заходи, здійснено розрахунок еколого-економічної ефективності впровадження біодизеля, зроблено аналіз і теоретичне обґрунтування зібраного матеріалу, його узагальнення та формулювання висновків.

Публікації. Викладені у МКР положення доповідались на XLVIII Науково-технічній конференції Інституту екологічної безпеки та моніторингу довкілля ВНТУ (2019).

Подяки. Автор вдячний начальнику відділу транспорту та зв'язку департаменту енергетики, транспорту та зв'язку Вінницької міської ради Бузниковатому Сергію Валерійовичу за розуміння і моральну підтримку у проведенні досліджень магістерської кваліфікаційної роботи.

1 ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКИ АВТОТРАНСПОРТУ В УКРАЇНІ

1.1 Загальні положення нормування токсидів внутрішнього згорання

Звичайно, нормування токсичності двигунів враховує специфіку їх призначень, класів, типів. Однак існують і загальні для будь-якого двигуна положення.

Вимоги щодо екологічного рівня двигунів й установок з ними (перш за все транспорту) постійно стають все жорсткішими.

Сьогодні практично всі країни Америки, Європи, Азії дотримуються вимог визначених нормативних документів. І хоча вказана НТД (нормативна технічна документація) поки що не уніфікована для всіх країн, регіонів, але перелік токсичних речовин, вміст яких у ВГ ДВЗ та установок з ними регламентується, конкретно визначений.

До кінця 1980-х років у промислово розвинутих країнах світу проводили контроль і нормування вмісту у ВГ бензинових та дизельних двигунів трьох газоподібних токсичних компонентів: оксидів азоту, монооксиду вуглецю та сумарних вуглеводнів. Для дизелів окремо нормували й димність ВГ. З початку 1990-х років у США запровадили нормування неметанових вуглеводнів (поряд із сумарними), вважаючи, що метан нетоксичний, а також формальдегіду (при експериментуванні автотранспортних засобів).

Треба підкреслити, що димність, яку візуально відчують по непрозорості ВГ ДВЗ, залежить від вмісту в них різних речовин: пари води, неспалених частинок масла та палива, твердих частинок сажі, а також твердих продуктів зносу деталей двигуна та присадок до палив і масел. Вдосконалення конструкції дизелів, їх робочих процесів привело до того, що рівень димності ВГ став досить низьким, а подальше підвищення рівнів екологічних характеристик дизелів стає можливим лише за рахунок збільшення точності оцінок кількостей викидів з ВГ відповідних речовин як розчинених, так і нерозчинених, тобто твердих часток (ТЧ), як їх сьогодні називають.

У зв'язку із сказаним з 1989 року у США, а з 1992 року у Західній Європі застосували контроль і нормування викидів ТЧ (РМ) із ВГ дизелів. Це поставило нові

задачі як перед виробниками дизелів (щодо дослідження утворення та зниження викидів РМ з ВГ), так і перед розробниками відповідних заходів вимірювань.

Нарешті, відповідно до вимог Правил СЕК ООН № 101 також введено й нормування вмісту діоксиду вуглецю (CO₂) у ВГ двигунів транспортних засобів.

Як відзначалося вище, у ВГ ДВЗ присутні декілька сотень окремих речовин, нормування поки що відбувається тільки за п'ятьма показниками.

До непрямо, та все ж нормованих токсидів можна віднести оксиди сірки та свинцю. Річ у тому, що наявність сірки у паливах, так само ж і вміст етилової рідини у бензинах, регламентується у стандартах на палива для ДВЗ. Це накладає конкретні обмеження і на викиди оксидів сірки та свинцю з ВГ.

Але величезна кількість різних речовин, в тому числі з токсичними властивостями різної агресивності, нормуванню сьогодні ще не підлягають.

Дослідження ці дозволяють зробити деякі висновки:

а) викид ціанідів (характерний представник — синильна кислота або ціаністий водень) найбільший з відпрацьованими газами бензинових ДВЗ; запровадження нейтралізатора ВГ або перехід на дизель дозволяє знизити викид ціанідів на 90...95 %;

б) викид аміаку найбільший з ВГ бензинових двигунів, обладнаних нейтралізаторами;

в) викид альдегідів найменший від бензинових ДВЗ з нейтралізаторами; дизелі викидають у 10 разів більше альдегідів, а бензинові ДВЗ без нейтралізаторів — у 20 разів більше;

г) характер викидів поліциклічних ароматичних вуглеводнів — практично такий же, як і викид альдегідів.

1.2 Нормування екологічних показників дорожніх транспортних засобів з двигунами внутрішнього згорання

Нормування екологічних показників дорожніх транспортних засобів (ДТЗ) проводиться на стадії виробництва і в процесі експлуатації.

На стадії виробництва (при схваленні типу нового ДТЗ, його сертифікації та реєстрації) екологічні показники перевіряються при випробуванні цих засобів на стендах тягових якостей. ДТЗ великої вантажопідйомності та пасажиромісткості – при випробуваннях на гальмівних стендах.

У процесі експлуатації перевірка на відповідність ДТЗ нормам щодо шкідливості їхніх викидів з ВГ проводиться під час роботи двигунів на окремих режимах, характерних для експлуатації.

Згідно з Правилами і Директивами СЕК ООН та ЄС (Європейський Союз) прийнята класифікація транспортних засобів (ТЗ):

а) категорія М (механічні ТЗ, призначені для перевезення пасажирів та мають не менше чотирьох коліс, або три колеса і максимальну масу більше 1 т),

1) категорія М1 - це ТЗ, що мають, крім місця водія, не більше 8 сидячих місць;

2) категорія М2 - такі ТЗ, що мають, крім місця водія, більше 8 сидячих місць; з максимальною масою < 5 т;

3) категорія М3 - засоби, крім місця водія, мають 8 сидячих місць; з максимальною вагою більше 5 т;

4) категорія N (механічні ТЗ призначені для перевезення вантажу і мають не менше чотирьох коліс або три колеса і максимальну масу більше 1 т), в тому числі:

5) категорія N1 — засоби, максимальна маса яких не перевищує 3,5 т;

6) категорія N2 - засоби з максимальною масою, що не менша 3,5 т, але не більша 12 т;

7) категорія N3 - засоби з максимальною масою, що перевищує 12 т.

Саме за цією класифікацією й встановлюються методи ековипробувань і вимоги до ТЗ щодо викидів токсидів з ВГ.

У Європі нормування шкідливих викидів ДТЗ здійснюється згідно з Правилами СЕК ООН та директивами ЄС.

Розглянемо процес нормування та нормативи на токсиди для кожного етапу цього процесу.

Правила ЄЕК регламентують особливості еквивипробувань ДВЗ. Допустимі рівні викидів токсидів та терміни їх введення у дію вказані у Директивах на кожний етап процесу розробки екологічних нормативів ЄС, і вони обов'язкові для країн — членів ЄС. Оскільки Україна наближається до вступу у ЄС, ці зобов'язання стануть обов'язковими і для неї, що потребує термінових і значних зусиль щодо екологізації вітчизняних двигунів ДТЗ.

Нормування викидів токсидів та інших шкідливих речовин з ВГ двигунів ДТЗ категорії МІ та N1 розпочалося у 1970 р., після прийняття Правил ЄЕК ООН №15 та адекватної їм Директиви ЄС № 70/220. Згідно з цими документами обмежувалися викиди монооксиду вуглецю CO та вуглеводнів C_nH_m автомобілями цих двох категорій з бензиновими двигунами. Випробування ТЗ за Правилами ЄЕК ООН № 15 здійснювалося на стенді з біговими барабанами при умовному русі транспортних засобів за чотирма міськими їздовими циклами (рис 1.1). Цикл у цілому (всього випробування) має такі характеристики:

- а) довжина умовного шляху – 4,052 км;
- б) тривалість виконання циклу — 820 с;
- в) максимальна швидкість ТЗ — 50 км/год;
- г) середня умовна швидкість - 18,7 км/год.

Протягом наступних років до вказаних Правил та директив приймалися поправки, якими жорсткіше обмежувалися викиди CO та C_nH_m , вводилися ще й обмеження викидів NO_x ; ці ж обмеження поширилися на автомобілі з дизелями.

Згідно з новим кроком на шляху поглиблення нормування викидів токсидів і ВГ ДВЗ всі автомобілі категорії МІ та N1 розподілені на 3 групи:

- а) ті, що працюють на етилованому бензині;
- б) ті ж — на неетилованому бензині;
- в) ті ж - на дизельному пальному.

Для засобів, що працюють на етилованому бензині, до Правил № 83-00 додали діючі на той час Правила № 15 з поправками 04 (Правила ЄЕК № 15-04).

Щодо ДТЗ, які працюють на неетилованому бензині та дизельному пальному, норми були встановлені залежно від робочого об'єму двигуна. Нормативи токсидів (за

аналогією з Правилами № 83-00) введені були в країнах Європейського Союзу Директивою 88/76 СЕК ООН (табл. 1.1; табл. 1.2). Норми, встановлені для ДТЗ, що працюють на етилованому бензині (табл. 1.1), чинні і годні; нормативи для двигунів на неетилованому бензині чи дизельному пальному безперервно стають все жорсткішими.

Нарешті було введено обмеження на викиди ГЧ з ВГ дизелів (додатки Г і Д).

Правилами № 83-01 для ековипробування ДТЗ категорії МІ вперше введе-й термін "їздовий цикл", що включає чотири звичайних міських цикли та додати й цикл, який імітує рух автомобіля за містом. При цьому для ДТЗ з двигуна-невеликої потужності максимальна швидкість у додатковому циклі навантажень та вимірювань сягає 90 км/год, для решти - 120 км/год. Затильний час висувань подовжився до 1220 с; довжина умовного шляху — до 11,007 км для автомобілів із максимальною швидкістю в циклі 120 км/год при середній швидкості 33,6 км/год. У подальшому такий цикл було введено і для ековипробувань ДТЗ категорії N1 та великих пасажирських автомобілів. Правилами № 83-00 введені однакові норми на токсичність викидів з ВГ ДВЗ при схваленні типу ДТЗ перевірці відповідності серійної продукції (сертифікації цієї продукції).

У правилах № 83-03 передбачене й нормування викидів з ВГ ДТЗ з двигунами іскрового запалювання, що працюють на стисненому природному газі та зрідженому нафтовому газі. Норми викидів для цих ТЗ такі ж, як і для ДТЗ, що працюють на неетилованому бензині.

Таблиця 1.1— Норми викидів ДТЗ, що працюють на етилованому бензині

Маса автомобіля, кг	Шкідливі викиди, г/випр.	
	CH+NO _x	CO
≤ 1020	19* (23.8)**	58 (70)
≤ 1250	20.5 (25.6)	67 (80)
≤ 1470	22.0 (27.5)	76 (91)
≤ 1700	23.5 (29.4)	84 (101)
≤ 1930	25.0 (31.3)	93 (112)
≤ 2150	26.6 (31.1)	110 (132)
≥ 2150	28.0 (35.0)	110 (132)

* Норми при схваленні типу ТЗ.

** Норми при перевірці на відповідність серійній продукції.

Таблиця 1.2 - Норми викидів ДТЗ, що працюють на неетилованому бензині

Шкідливі викиди	Об'єм двигуна, л		
	<1.4	> 1.4<2	>2
CH+NO _x	15 (19)	8 (10)	6.5 (8.1)
CO	45 (54)	30 (36)	25.0 (30)
NO _x	6 (7.5)		3.5 (4.4)
CH+NO _x *	15 (19)	8 (10)	
CO*	45 (54)	30 (36)	
NO _x *	6 (7.5)		

* Норми для транспортних засобів, що працюють на дизельному пальному. В чисельнику наведені норми при схваленні типу ДТЗ, в знаменнику - при перевірці на відповідність серійній продукції

** - для ДТЗ з дизелями

У 1998 році керівними органами ЄС погоджено перспективні норми на токсичність двигунів ДТЗ для 2000-2005 років, так звані норми «Євро-3» та «Євро-4». Відмітимо, що норми «Євро-1» та «Євро-2» наведено вище у додатках Б і В.

Поряд із впровадженням більш жорстких норм токсичних викидів останньою директивою внесено нові вимоги щодо процесу експлуатації. При випробуванні ДТЗ за їздовим циклом ВГ відбираються перші 40 с у двигуна, коли той прогрівається. Попередніми правилами і директивами рекомендувалося відбирати ВГ для аналізу після 40 с циклу навантажень.

З 01.01.2002 року введено випробування при температурі навколишнього середовища -7 °С лише на режимах їздового циклу протягом перших 780 с для автомобілів категорії М1 та N1 з контрольною масою до 1350 кг з двигунами іскрового запалювання. Граничні норми викидів при цьому: CO - 15 г/км; СН_T-1,8г/км.

За Директивою 98/69/ЄС нові ДТЗ категорій М1 та N1 з 01.01.2003 року мають бути обладнані діагностичними системами для контролю екологічних показників.

Директивою ж 98/69/ЄС встановлено граничні норми викидів, виміряних бортовими діагностичними системами, перевищення яких засвідчує несправність ТЗ (табл. 1.3). Аналогічними Директиві 98/69/ЄС є Правила № 83 з поправками серії 05.

Норми викидів великими пасажирськими ДТЗ повною масою до 2.5 т і легкими вантажівками масою до 3.5т згідно з Директивами 98/69/ЄС "Євро-3", "Євро-4" наведено у додатку В.

Дотримання жорстких нормативів токсидів ДТЗ можливе за умови високої якості палив для ДВЗ.

Таблиця 1.3 - Норми викидів пасажирськими ДТЗ повною масою до 2.5 т згідно з Директивами 98/69/ЄС "Євро-3", "Євро-4"

Випробувальний цикл за ЄЕК	Токсиди	Граничні норми викидів ДТЗ 01.2000 року "Євро-3", г/км		Граничні норми викидів ДТЗ 01.2005 року "Євро-4", г/км	
		Бензинові	Дизелі	Бензинові	Дизелі
Міський	СН	0.2	-	0.1	-
	NO _x	0.15	0.5	0.08	0.25
	СН+NO _x	-	0.56	-	0.3
	СО	2.3	0.64	1.0	0.5
	ТЧ	-	0.05	-	0.025

Паралельно з Директивою 98/69/ЄС прийнято Директиву 98/70/ЄС щодо вимог до якості цих палив, згідно з якою 2000 року бензини не повинні містити понад 150 млн¹ сірки, 1 % бензолу, 42 % ароматичних вуглеводнів; у дизельному паливі вміст сірки не повинен перевищувати 350 млн¹. З 2005 року граничний вміст сірки у бензинах і дизельному паливі встановлено на рівні 50 млн¹, ароматичних вуглеводнів у бензинах - 35 % [1-4].

Етиловані бензини заборонені ще з 01.01.2000 року, проте на прохання деяких країн — членів ЄС — термін їхнього використання був продовжений до 01.01.2005 року. Такі бензини не повинні містити більше 1% бензолу та їх обсяг при використанні не повинен перевищувати 0,5% загального обсягу. Цією ж Директивою допускається використання більш чистих палив в окремі країни Європейського союзу.

Останнім часом до процедури нормування показників великовантажних ДТЗ внесено значні зміни. Ще 1997 року Європейська Комісія внесла поправки до основної для цих категорій Директиви 88/77/ЄЕС. Нормування шкідливих викидів ТЗ розпочалося

у 1982 році після прийняття Правил № 49. Ці Правила стосуються ДТЗ з дизелями, тому що бензинові двигуни на таких ДТЗ у Європі не встановлюються.

Таблиця 1.4 — Норми викидів ДТЗ категорій М1 та N1, визначені бортовими системами діагностики згідно з Директивами 98/69/ЄС

Категорії	Контрольна маса	Тип двигуна	Гранична величина викиду, г/км			
			СО	С _n Н _m	NO _x	ТЧ (тверді частки)
М	M _k ≤ 2500	бензиновий	3.2	0.4	0.6	-
		дизель	3.2	0.4	1.2	0.18
N1 та M	M _k ≤ 1305	бензиновий	3.2	0.4	0.6	-
		дизель	3.2	0.4	1.2	0.18
	1350 < M _k ≤ 1760	бензиновий	5.8	0.5	0.7	-
		дизель	4.0	0.5	1.6	0.23
	M _k > 1760	бензиновий	7.3	0.6	0.8	-
		дизель	4.8	0.6	1.9	0.28

У 1999 році ці поправки з деякими змінами узаконені Радою Міністрів та Парламентом ЄС. Згідно з цими поправками випробування великовантажних ДТЗ будуть проводитися за трьома циклами навантажень:

а) ESC - Європейський стаціонарний випробувальний цикл (European Steady State Cycle), який дуже близький до наведеного тільки що тринадцятиступінчастого циклу навантажень;

б) ELR — Європейський навантажувальний цикл (European Load Response Test) проводиться на тих же швидкісних режимах, що і ESC, та використовується для зазначення (тестування) димності дизеля; при реалізації цього циклу на кожному швидкісному режимі дизель навантажується до 10 % від повного навантаження без зміни частоти обертання колінчастого вала дизеля; при цьому визначиться димність на кожному режимі, а потім - середнє її значення для кількох швидкісних режимів, які і порівнюють із нормативом;

в) ETC - Європейський перехідний випробувальний цикл (European Transient Cycle). Такий цикл містить три сукупності несталих режимних циклів, що відповідають руху ДТЗ на міських, сільських та приміських дорогах і на швидкісних магістралях. Цей

цикл наближає умови випробувань до реальних умов експлуатації ДТЗ, і його екологічні показники значно відрізняються від показників, отриманих у стаціонарному випробувальному циклі.

Намічений процес нормування токсичності ДТЗ в Україні вимагає значних, у тому числі фінансових, ресурсів; він триватиме протягом певного часу.

Однак треба мати на увазі, що екологічні вимоги в Європі безперервно жорсткішають (табл. 1.5).

Таблиця 1.5 – Динаміка викидів шкідливих речовин з ВГ дизелів ТЗ серійного виробництва згідно нормативам Європи

Стандарти (ДТЗ з повною масою понад 3.5)	Питомі викиди токсидів, г/(кВт·год)			
	CO	C _n H _m	NO _x	ТЧ (тверді частки)
"Євро-1" (до 01.10.1995р.)	4.9	1.23	8.0	0.40
"Євро-2" (з 01.10.1995р.)	4.0	1.10	7.0	0.25
"Євро-3" (з 01.10.2000р.)	2.1	0.66	5.0	0.13
"Євро-4"(з 2005р.)	1.5	0.46	3.5	0.02
"Євро-5"(з 2008р.)	1.5	0.25	2.0	0.02

Примітка: дизелі повинні відповідати нормам димності за "Євро-3" – не більше 29 % по шкалі Hartrige; за "Євро-4" — не більше 20 %; за "Євро-5 – не більше 6 %.

Тому, чим раніше в Україні цим питанням буде приділена належна увага, тим швидше вітчизняні ТЗ досягнуть європейського рівня. Іншої альтернативи українська автомобільна промисловість не має, оскільки такий напрямок державної технічної політики апробований і в США, Японії, багатьох провідних промислових державах світу.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ВАЛОВОГО ВИКИДУ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН ДВИГУНАМИ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ НА ТЕРИТОРІЇ ВІННИЦІ

2.1 Структура автомобільного транспорту по м. Вінниця

Автомобільно-транспортний парк Вінниччини станом на 15 грудня 2017р. нараховував трохи більше 377 тисяч автомобілів. Автомобілі, які є особистою власністю мешканців області становлять 89% всього автопарку області. Їх загальна кількість становила майже 310 тисяч і в порівнянні з попереднім роком збільшилась на 20%. У структурі транспортних засобів населення області найбільша частка припадає на легкові автомобілі – 85%, і в порівнянні з попереднім роком вона зросла майже на 2 відсоткових пункти.

У середньому на 1000 осіб постійного населення області припадає 120 одиниць легкового автотранспорту.

З загальної кількості автотранспортних засобів 46324 мають вік до 3 років (18,9%), 17807 – від 3,1 до 5 років (7,4%), 27669 – від 5,1 до 10 років (11,3%) та 152741 – більше 10 років (62,4%).

Великої шкоди стану атмосферного повітря м. Вінниця та стану НПС загалом завдають маршрутні транспортні засоби. На даний час у м. Вінниця нараховується 303 маршрутних автобуси. Задля перевезення пасажирів, в основному використовуються автобуси таких марок як: БАЗ-А079,04 «Еталон» та Mercedes Sprinter.

Таблиця 2.1 – Кількість автомобільного транспорту у Вінницькій області

Тип транспорту Роки	Автомобільний транспорт	Інше*	Всього
2015	247250	37598	284848
2016	244541	37969	282510
2017	309736	67041	376777

*Примітка: графа «Інше» у таблиці 2.1 означає кількість усіх інших видів транспорту, крім автомобілів (мотоциклів, тракторів, самохідних машин і механізмів).

2.2 Токсикологічна характеристика забруднюючих речовин, які викидаються внаслідок роботи ДВЗ

2.2.1 Характеристика забруднюючих речовин.

Відпрацьовані гази двигунів внутрішнього горіння має біля 200 складових. Період їх продовжується від кількох хвилин до 4-5 років. Автомобілі спалюють величезну кількість цінних нафтопродуктів, завдаючи одночасно відчутної шкоди навколишньому середовищу, головним чином атмосфері. Оскільки основна маса автомобілів сконцентрована в крупних і найбільших містах, повітря цих міст не тільки обідняється киснем, але і забруднюється шкідливими компонентами відпрацьованих газів. В автомобільних двигунах внутрішнього згорання у світі щорічно спалюється 2 млрд. тон нафтового палива. При цьому ККД складає 23 %. До головних токсичних викидів автомобіля відносяться: відпрацьовані гази, картерні гази і паливні випаровування.

Статистичний показник впливу режимів руху автомобілів на концентрацію токсичних речовин у відпрацьованих газах наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Вплив режимів руху автомобілів на концентрацію токсичних речовин у відпрацьованих газах.

Токсичні компоненти відпрацьованих газів%	Режим роботи			
	Холостий хід 0 км/ год	Постійна швидкість	Прискорення від 0 до 40 км/год	Уповільнення від 40 до 0 км/год
СО	0,50	8,00	0,50	8,00

Хімічний склад викидів залежить від виду та якості палива, технології виробництва, способу спалювання в двигуні і його технічного стану.

У таблиці 2.3 наводиться порівняльна характеристика обсягів викидів продуктів згорання в атмосферу автомобільним транспортом.

Таблиця 2.3 – Динаміка викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря, тис. т/рік.

Види з.р \ Роки	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
сірчистий ангідрид	52,9	56,9	59,5	1,037	1,1	0,9	1,019
оксиди азоту	52,9	56,9	59,5	10,382	10,6	9,3	9,894
оксид вуглецю	9,2	9,6	10,0	62,17	64,8	59,634	60,511
вуглеводні	0,1	0,1	0,1	0,28	0,3	0,237	0,241
леткі органічні сполуки	0,4	0,4	0,4	9,322	9,9	9,123	9,243
речовини у вигляді суспендованих твердих частинок	52,9	56,9	59,5	1,138	1,2	1,021	1,117
Всього	68,3	73,0	76,4	84,329	87,9	80,215	81,8

Слід відзначити, що перспектива збільшення числа дизельних (не бензинових) машин в Україні існує. Є суттєва різниця у вмісті токсичних компонентів у вихлопних газах карбюраторних і дизельних машин. Вміст токсичних викидів у відпрацьованих газах двигунів відображені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Вміст токсичних викидів у відпрацьованих газах двигунів

Компоненти	Доля токсичного компонента		
	Карбюраторні % на 1000л палива кг	Дизельні % на 1000л палива кг	Газобалонні % на 1000л палива кг
СО	0,5-12,0	25	0,009 – 0,5
Бенз(а)пирен	-	до 10	-
Альдегіди	до 0,2	-	0,001-0,09
Кіптява	до 0,04	1	0,01-1,1

Порівняльні дослідження однакових за технічною характеристикою машин, які працюють на бензині та на газі, показали значні переваги останніх щодо вмісту токсичних компонентів у вихлопних газах. Це підтверджують дані, наведені у табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Порівняльний склад вихлопних газів бензинових і дизельних машин

Компонент	Вміст	
	Бензинові машини	Дизельні машини
Оксид вуглецю, %	0,2	до 10
Вуглеводні, %	0,01	до 3
Оксиди азоту, %	0,3	до 0,8
Альдегіди, %	0,002	до 0,03
Сажа, г/м ³	0,01-2,0	до 0,04
Бенз(а)пірен, мг/м ³	до 10	до 20
Двооксид сірки, %	0,03	до 0,008

Викиди автомобільного транспорту істотно залежать від режиму роботи двигуна і якості використовуваного палива. Зразковий склад вихлопних газів автомобілів поданий у табл. 2.6.

Таблиця 2.6 – Викиди оксиду вуглецю та вуглеводнів внаслідок використання як пального зрідженого газу і бензину

Компонент	Викид, г на 1 милію	Зниження токсичності вихлопних газів під час роботи на газоподібному пальному, %
	Бензин	Зріджений газ
Оксид вуглецю (під час руху)	130,0	64,0
Оксид вуглецю (холостий хід)	4,7	1,8
Вуглеводні	7,2	5,8

Найбільша кількість забруднюючих речовин викидається при розгоні автомобіля, особливо при швидкому, а також при русі з малою швидкістю.

Відносна частка (від загальної маси викидів) вуглеводнів і оксиду вуглецю найбільш висока при гальмуванні і на холостому ходу, частка оксидів азоту при розгоні.

З цих даних виходить, що автомобілі особливо сильно забруднюють повітряне середовище при частих зупинках і при русі з малою швидкістю.

Унаслідок забруднення приземних шарів повітря і ґрунтів обабіч автошляхів формуються первинні аномалії токсичних і канцерогенних речовин; зона найбільшого забруднення важкими металами являє собою смугу завширшки до 10 м. Рослинність біля шляху може забруднюватися важкими металами як через потрапляння їх у ґрунт, так і через безпосереднє осідання аерозолів, сажі, пилу на поверхню рослин.

Забруднення поверхневого горизонту свинцем з'являється лише за інтенсивності руху понад 1 тис. автомобілів за добу. На автомагістралях, де інтенсивність руху досягає 20—25 тис. автомобілів за добу, забруднення на 1—2 порядки вище.

При забрудненні акустичного середовища в містах на частку легкових автомобілів припадає 12,3%, вантажних автомобілів - 53,4%, автобусів - 33,7%, тролейбусів і трамваїв - 0,5%.

2.2.2 Розрахунок викидів забруднюючих речовин.

Для розрахунків використовуємо положення теорій ймовірності й статистики. Із загального (зведеного) обсягу автопального, що було реалізовано АЗС у місті, те, що було використано для пересування автомашинами в межах міста визначається за формулою 2.1:

$$M_{ЗВ} = M_{АЗС} \cdot P_M, \quad (2.1)$$

де $M_{ЗВ}$ і $M_{АЗС}$ – маса зведеного автопального, що використано для пересувних автомобілів у межах міста, і того, що реалізовано на АЗС відповідно, т (кг);

P_M – імовірність використання автопального усередині території міста, прийнята такою, що дорівнює 2/3.

Тоді, зведену густину автопального, реалізованого для автомобілів, що пересуваються тільки в межах міста, можна визначити за формулою 2.2:

$$\rho_{ЗВ} = \rho_б \cdot \varepsilon_б + \rho_д \cdot \varepsilon_д + \rho_г \cdot \varepsilon_г, \quad (2.2)$$

де $\rho_б, \rho_д, \rho_г$ – густина бензину, дизпалива і газу відповідно;

$\varepsilon_б, \varepsilon_д, \varepsilon_г$ – частка спожитого бензину, дизпалива і газу, що реалізована через АЗС.

Сумарний викид АТЗ, що використовують різні види палива, можна визначити за формулою 2.3:

$$Q_a = M_{ЗВ}(\varepsilon_б \cdot q_б + \varepsilon_д \cdot q_д + \varepsilon_г \cdot q_г), \quad (2.3)$$

де $q_б, q_д, q_г$ – питомі коефіцієнти викидів забруднюючих речовин із відпрацьованими газами двигунів автомобілів, прийняті згідно таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Питомі коефіцієнти викидів шкідливих речовин з відпрацьованими газами двигунів автомобілів, т/т

Значення коефіцієнтів	Вид автомобільного палива		
	Бензин	Дизельне паливо	Природний газ
Оксид вуглецю, CO	0,42	0,05	0,09
Вуглеводні, CH	0,046	0,019	0,021
Альдегіди, RCHO	0,0012	0,0034	0,0019
Тверді частки	0,0011	0,0092	-
Бенз[а]пірен	$0,1 \cdot 10^{-12}$	$0,14 \cdot 10^{-12}$	$0,01 \cdot 10^{-12}$
Оксиди азоту, NO _x	0,027	0,033	0,016
Оксиди сірки, SO _x	0,0015	0,022	0,0011
Сполуки свинцю	$0,37 \cdot 10^{-3}$	-	-
Усього	0,5	0,2	0,13

Зведений питомий викид $q_{ЗВ}$ на одиницю зведеної маси автопального $M_{ЗВ}$ визначаємо, виходячи з рівняння 2.4:

$$q_{ЗВ} = \frac{Q_a}{M_{ЗВ}}, \quad (2.4)$$

Підставивши значення Q_a з формули 2.3 отримаємо:

$$q_{ЗВ} = \varepsilon_б \cdot q_б + \varepsilon_д \cdot q_д + \varepsilon_г \cdot q_г, \quad (2.5)$$

з ймовірністю 95%.

Питомий викид на одиницю автотранспорту розраховується за співвідношенням 2.6:

$$q_a = \frac{Q_a}{n_a}, \quad (2.6)$$

За розробленою методикою валовий викид від пересувних джерел (автотранспорту) можна визначити за формулою 2.7:

$$Q_a = q_a \cdot n_a, \quad (2.7)$$

Ця формула дає тільки сумарні значення викиду забруднюючих речовин і несе інформацію для аналізу екологічного стану структурних елементів (наприклад, за обраним об'єктом дослідження – кварталу k). Без цього важко надати оцінку по зонах, секторах і кварталах селітебних зон міста, що оточені автомагістралями й дорогами різної категорії й технічного стану.

Виходячи із принципу адитивності, викиди (л/100 км) шкідливих речовин (витрата пального) на 100 км транспортним потоком визначають за формулою 2.8:

$$Q_j = \sum_j \sum_i \sum_n Q_i P_{in} N_a, \quad (2.8)$$

де - Q_i – пробігова витрата пального або викиди i – го виду АТЗ, л/100 км;

P_{in} - ймовірність потрапляння i -ї групи АТЗ в n – й діапазон швидкостей руху потоку;

N_a - інтенсивність потоку, авт./год.

Переходимо до розгляду k – го кварталу який оточений автодорогами з інтенсивністю потоку N_{ik} , i по якому пересуваються автотранспортні засоби i – групи. З урахування рівнянь наведених вище одержимо формулу 2.9:

$$Q_k = \sum_k \sum_i q_{ki} \cdot N_{ik}, \quad (2.9)$$

де Q_k - загальний викид від усіх груп АТЗ в k – му кварталі, т/год;

q_{ki} – питомих викид i -групи АТЗ навколо кварталу, од./год;

N_{ik} – інтенсивність руху і-групи автотransпортних засобів навколо кварталу, од./год.

Питомий викид і-групи автотransпортних засобів, що проїжджають навколо к-кварталу q_{ki} можна визначити за виразом 2.10:

$$q_{ki} = K_p (\varepsilon_{бik} + \varepsilon_{дik} + \varepsilon_{гik}) q_a, \quad (2.10)$$

де K_p – режимно-технічний коефіцієнт, що враховує швидкісні (аеродинамічні режими руху АТЗ, технічний стан доріг і автомобілів, оснащеність вулично-дорожньої мережі і розв'язки доріг навколо к-го кварталу;

$\varepsilon_{бik}$ $\varepsilon_{дik}$ $\varepsilon_{гik}$ – частка і-групи АТЗ із бензиновим, дизельним і газовим паливом.

Надалі слід визначити питому величину викидів від пересувних джерел міста на 1 га або 1 км² території розглянутого кварталу міста за формулою 2.11:

$$S_k = \frac{Q_k}{F_k}, \quad (2.11)$$

де F_k – площа території кварталу, км² або га.

Для проведення подальших розрахунків вихідними даними визначаємо питому величину викидів на одиницю площі території міста за формулою 2.12:

$$S_r = \frac{Q_a}{F_r}, \quad (2.12)$$

де F_r – територія міста, км² або га.

З формул 2.11 і 2.12 маємо формулу розрахування коефіцієнту відносного забруднення 2.13:

$$K_{з.к.} = \frac{S_k}{S_r} = \frac{Q_k}{Q_r}, \quad (2.13)$$

де $K_{з.к.}$ – коефіцієнт відносного забруднення повітря кварталу, т/т.

Таким чином, за коефіцієнтом $K_{з.к.}$ можна оцінити забруднення повітряного басейну будь-якого кварталу, мікрорайону, району міста порівняно із загальною середньою величиною стану атмосферного повітря.

3 ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ВІННИЦІ МАРШРУТНИМ АВТОТРАНСПОРТОМ

3.1 Визначення добового та річного викиду забруднюючих речовин маршрутним автотранспортом в атмосферне середовище Вінниці

Станом на 2016 рік у маршрутному автомобільному парку нараховується 216 автомобілів марки Mercedes-Benz Sprinter (додаток Е). Необхідні для розрахунків технічні характеристики автомобіля: маса автомобіля – 3500 кг; об'єм двигуна – 3,8 дм³; споживання палива у міському режимі – 17,1 л/км.

Для маршрутних автомобілів парку м. Вінниця маса викинутої за один повний маршрут шкідливої j-ої речовини M_j , г визначається за формулою:

$$M_j^r = \sum_j m_j \cdot z_j \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot N_i \quad (3.1)$$

де m_j – питомий викид j-ої шкідливої речовини автомобілем за розрахунковий період (включає в себе пробіговий викид з урахуванням картерних викидів і випаровувань палива), г/км; z_j – пробіг автомобілів за розрахунковий період, млн. км; $K_1 \cdot K_2$ – добуток коефіцієнтів впливу технічного стану і середнього віку автомобілів на викид j-ої шкідливої речовини автомобілем і в даному місті (табл. 3.1); N_i – кількість автомобілів на i-му маршруті.

Таблиця 3.1 – Вплив середнього віку парку і рівня технічного стану на викид шкідливих речовин:

Група автомобілів	Викид оксидів вуглецю		Викид вуглеводнів		Викид оксидів азоту	
	K_1	K_2	K_1	K_2	K_1	K_2
Автобуси дизельні	1,27	1,80	1,17	2,0	1	0,85

Питомі викиди m_j , г/км, оксиду вуглецю, вуглеводнів, оксидів азоту для всіх груп автомобілів залежно від розрахункового року прийняті постійними і наведені в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 - Питомі викиди для автобусів з дизельним двигуном, г/км

Група автомобілів	CO _x	C _x H _y	NO ₂
Автобуси дизельні	15,0	6,4	8,5

Для маршрутних автомобілів парку м. Вінниця маса викинутої за повну робочу зміну шкідливої j -ої речовини M_j , г визначається за формулою:

$$M_j^z = \sum_j m_j \cdot z_j \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot N_i \cdot n_i, \quad (3.2)$$

де n_i – кількість повних зроблених маршрутів за зміну.

Для маршрутних автомобілів парку м. Вінниця маса викинутої за 1 рік шкідливої j -ої речовини M_j , г визначається за формулою:

$$M_j^r = \sum_j m_j \cdot z_j \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot N_i \cdot 365, \quad (3.3)$$

Відповідно до вище наведеної методики проведемо розрахунок маси шкідливих речовин за зміну, за добу та за 1 рік. Необхідні додаткові дані для обчислення візьмемо з додатку Е та у додатках Ж, И і К. Отримані дані занесемо до таблиці 3.3.

Отже загальна маса забруднених речовин, що викидаються в атмосферне середовище м. Вінниця за 1 рік складає $m_{з.р.} = 5185775$ кг або $m_{з.р.} = 5186$ т.

3.2 Оцінка об'єму атмосферного середовища над територією Вінниці

Місто Вінниця розташоване в центрі України, і займає площу 68,84 км². Враховуючи, що забруднюючі речовини внаслідок спалювання пального у двигунах внутрішнього згорання розповсюджуються в повітряному просторі здебільшого до висоти 10 м від земної поверхні, то можна обчислити об'єм повітря, що забруднюється і водночас споживається людським організмом:

$$V_{\text{пов}} = S \cdot H$$

$$V_{\text{пов}} = 68,84 \cdot 10^7 = 688400000 \text{ м}^3$$

Враховуючи, що густина повітря при характерній для травня середньої температури повітря ($t_{\text{пов}} = 20^\circ\text{C}$) $\rho_{\text{пов}} = 1,2 \text{ кг/м}^3$, то можна визначити масу повітря, що забруднюється і водночас споживається людським організмом:

$$m_{\text{пов}} = \rho_{\text{пов}} \cdot V_{\text{пов}}$$

$$m_{\text{пов}} = 1,2047 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 688400000 \text{ м}^3 = 829315480 \text{ кг} = 829316 \text{ т}$$

Відповідно до отриманих даних можна визначити процентну кількість забруднюючих речовин, що викидаються двигунами внутрішнього згорання маршрутним автомобільним транспортом, в атмосферному середовищі м. Вінниця:

$$829316 - 100\%$$

$$5186 - x\%$$

Звідки:

$$x = \frac{5186}{829316} 100\% = 0,63\%$$

Отже в приземному атмосферному середовищі м. Вінниця перебуває 0,63% забруднюючих речовин, що викидаються двигунами внутрішнього згорання маршрутним автомобільним транспортом.

Таблиця 3.3 – Оцінка забруднення атмосферного середовища м. Вінниця маршрутним автотранспортом:

Номер маршруту	Довжина маршруту в 1 бік, км	Кількість автомобілів на маршруті, шт	Викиди в атмосферу за 1 коло, кг	Викиди в атмосферу за 1 зміну, кг	Викиди в атмосферу за 1 рік, кг
1А	5,8	3	2	90	32850
2А	5,4	6	3,7	222	81030
2Б	9,9	10	11	660	240900
3А	12,6	10	14,2	639	233235
3Б	7,4	12	10	900	328500
5А	4,5	4	2	90	32850
6А	4,5	4	2	90	32850
7А	7,5	4	3,4	122,4	44676
8А	9,0	11	11	660	240900
8Б	7,0	4	3,2	96	35040
9А	5,8	2	1,3	36,4	13286
10А	5,0	6	3,4	204	74460
11А	7,0	4	3,2	115,2	42048
11Б	4,5	6	3	135	49275
12А	8,0	6	5,4	243	88695
13А	3,3	4	1,5	67,5	24638
13Б	3,3	4	1,5	67,5	24638
14А	7,5	4	3,4	156,4	57086
16А	10,5	12	14	630	229950
16Б	6,3	5	3,6	324	118260
17А	15,0	15	25	900	328500
17Б	15,6	12	21	945	344925
18А	4,5	6	3	180	65700
18Б	7,5	6	5	300	109500
19А	10,1	6	6,8	244,8	89352
20А	16,0	20	36,2	3258	1189170
21А	6,5	6	4,4	158,4	57816
22А	7,2	6	4,8	216	78840
23А	13,4	18	27,3	2457	896805
				Всього	5185775

3.3 Визначення показника продуктивності кисню в атмосферне повітря рослинним покривом в межах території м. Вінниця

Показник продуктивності кисню рослинним покривом визначається за формулою:

$$P_k = C \cdot T \cdot K,$$

де P_k – продуктивність території по кисню, т; C – щорічне виробництво фітомаси даним рослинним угрупованням, т/га (щорічне виробництво кисню для міста орієнтовно приймають рівним 1,0 т/га); T – територія, покрита рослинністю, га; K – коефіцієнт переходу від біологічної продуктивності до вільного кисню, рівний 1,45.

До зелених зон м. Вінниця слід віднести наступні:

- а) Парк імені Горького 40 га;
- б) Парк «Дружби народів» 90 га;
- в) Маєток М.І. Пирогова «Вишня» 20 га;
- г) Парк імені О.І. Юценка 15 га;
- г) Вінницький зоологічний парк 14 га;
- д) Пятничанський парк 32 га;
- е) Вінницький лісопарк 120 га;
- є) Сквери та зелені насадження вздовж вулиць – 138 га.

Відповідно загальна площа зелених насаджень у м. Вінниця становить – 469 га або 4,69 км².

Визначимо процентну частину території зелених насаджень від загальної площі м. Вінниця:

$$x = \frac{4,69}{68,84} \cdot 100\% = 6,8\%$$

Отже, показник продуктивності кисню рослинним покривом у м. Вінниця:

$$P_k = 0,8 \cdot 469 \cdot 1,45 = 544,04 \text{ т}$$

Оцінимо різницю між масою забруднюючих речовин, що викидаються в повітряний басейн м. Вінниця маршрутним автомобільним транспортом та масою

кисню, який продукується зеленими насадженнями м. Вінниця за 1 рік за формулою:

$$\Delta M = m_{з.р} - П_{к} \quad (3.4)$$

Отримаємо:

$$\Delta M = 5186 - 544,04 = 4641,96 \text{ т.}$$

Отже можна зробити висновок, що кількості зелених насаджень що існують в межах міста Вінниця недостатньо для того, щоб повністю акумулювати шкідливі речовини, які утворюються внаслідок спалювання дизельного палива у двигунах внутрішнього згорання маршрутним автомобільним транспортом м. Вінниця.

Визначимо площу зелених насаджень, яка необхідна для повної акумуляції вихлопних викидів маршрутного автотранспорту в межах м. Вінниця, при умові, що $\Delta M = 0$:

$$\Delta M = m_{з.р} - C \cdot T \cdot K$$

Отримаємо:

$$5186 - 0,8 \cdot T \cdot 1,45 = 0;$$

$$1,16 \cdot T = 5186;$$

$$T = 4471 \text{ га} = 44,71 \text{ км}^2.$$

Отже, для повної нейтралізації вихлопних газів, що викидаються в атмосферне середовище м. Вінниця маршрутним автотранспортом необхідно ще 4002 га, або 40,02 км² зелених насаджень, що складає 58% території міста.

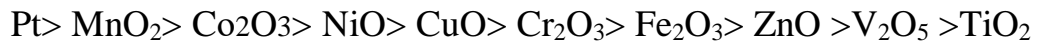
4 ПРИРОДООХОРОННІ ЗАХОДИ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ

4.1 Каталізатори для нейтралізації відпрацьованих газів

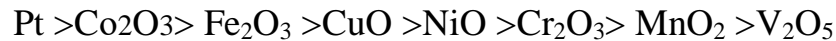
Для нейтралізації відпрацьованих газів ДВЗ використовуються каталізатори на основі платинової групи і оксидні сполуки перехідних металів [5-13]. Найбільше розповсюдження для виготовлення таких каталізаторів отримали платина і паладій, активність яких в реакції окислення оксиду вуглецю близька [12-19]. Крім того, паладій відрізняється більш високою термостабільністю. В закордонних розробках, як правило, використовують суміш платини і паладію у співвідношенні 5:2. Цей склад не має відчутних переваг перед платиною чи паладієм, а його широке розповсюдження пояснюється природним співвідношенням цих елементів в родовищах Південної Африки – основного імпортера дорогоцінних металів на світовий ринок. Інші елементи платинової групи окремо як каталітично активні компоненти не використовуються, а лише додаються до платини, паладію чи оксидних систем. Подібні каталізатори з добавками рутенію, родію, осмію і ірідію мають підвищену селективність по відношенню до реакцій знешкодження токсичних компонентів відпрацьованих газів, в першу чергу оксидів азоту. Наприклад, каталізатори на основі рутенія і родія мають в 1,5-2 рази меншу в порівнянні з платиновими контактами температуру перетворення оксидів азоту. Разом з тим, використання елемента, найбільш активного і селективного в реакції відновлення оксидів азоту – рутенія – ускладнюється високою летючістю його оксидів [19-26]. З метою зменшення випаровування оксидних сполук рутенія його стабілізують оксидами барія, кальція, лантана.

Основними поставщиками на світовий ринок платино-паладієвих каталізаторів є американські фірми «Юніверсал Оіл Продактс», «Амр Продактс», «Енгельгард», французька «Оксі Франс», японська «Токіо Рокі» і цілий ряд інших.

В якості каталізаторів для нейтралізації відпрацьованих газів можуть бути використані оксиди перехідних металів або їх суміші. Дослідження оксидних каталізаторів в реакціях окислення оксиду вуглецю і вуглеводнів показали, що по зменшенню каталітичної активності оксиди можуть бути розташовані наступним чином [26-31]:



Активність оксидів перехідних металів в реакції відновлення оксидів азоту зменшується в наступному порядку:



З приведених даних видно, що оксидні каталізатори по своїй активності, як в реакціях окислення (оксиду вуглецю і вуглеводнів), так і відновлення (оксидів азоту) суттєво поступаються контактам на основі металів платинової групи. Крім того, оксидні каталізатори мають менший термін роботи, їх ефективність порівняно невелика при роботі в умовах великих об'ємних швидкостей, вони легше отруюються різними каталітичними ядами, які присутні у відпрацьованих газах, відрізняються порівняно невисокою термічною стійкістю. Тому каталізатори на основі оксидів перехідних металів широкого практичного використання для нейтралізації відпрацьованих газів не набули, хоча в літературі описано кілька прикладів, коли шляхом використання оксидних каталізаторів вдалося задовільно вирішити проблему очистки викидів дизельних двигунів. Так, оксидний мідно-кобальтовий каталізатор МПБ-11 навіть в умовах довготривалої експлуатації (1850 год або 21 тис. км пробігу) забезпечував очистку відпрацьованих газів на 80-88% від вуглеводнів, 45-71% від CO, 60-72% від сажі. Очистка відпрацьованих газів дизельного двигуна ЯМЗ-236 на оксидному міднохромовому каталізаторі була більш ефективною, ніж у випадку використання платино-паладієвих контактів, де сажа навіть при великих об'ємних

швидкостях не згорала навіть при температурі 500°C. Отримані результати обумовлені розвитком високих температур в каталізаторі при його використанні в нейтралізаторах великих вантажних автомобілів.

З точки зору застосування в системах каталітичної нейтралізації відпрацьованих газів ДВЗ визначений інтерес являють оксидні каталізатори з невеликими додатками цінних металів. Ці каталізатори мають порівняно невелику вартість, оскільки містять незначну кількість дорогих металів, а по активності і довготривалості наближаються до контактів на основі металів платинової групи. Найбільш перспективними такі каталізатори можуть стати в системах окислювальної нейтралізації для очистки ВГ дизельних двигунів. Доведено, що оксидно-марганцевий і оксидно-кобальтовий [24] з незначною добавкою паладію здатні ефективно знешкоджувати газові викиди дизельних двигунів.

Із наведеного вище видно, що в деяких випадках проблема очистки газових викидів дизельних двигунів може бути вирішена шляхом використання як оксидних каталізаторів, так і оксидних систем з додаванням невеликої кількості цінних металів. Але, на жаль, систематичних досліджень в даній області не проводилося, хоча питання частково розглядалося при проведенні пошукових робіт по застосуванню оксидних каталізаторів для очистки ВГ дизельних двигунів.

4.2 Носії для каталізаторів очищення відпрацьованих газів

Каталізатори в системі нейтралізації відпрацьованих газів ДВЗ працюють в умовах високих об'ємних швидкостей, при високих температурах. Швидкість каталітичної реакції при цьому визначається подачею реагента до зовнішньої поверхні каталізатора [12]. Для таких умов протікання каталітичної реакції найбільш доцільно використовувати каталізатори, активна речовина котрих нанесена на зовнішню, обернену до газового потоку поверхню каталізатора, і доступна для здійснення каталітичного перетворення. Природно також, що носій повинен мати необхідну поверхню, термостійкість, механічну стійкість,

розвинуту пористу структуру. Будова каталізатора повинна бути такою, щоб він не створював значного опору газовому потоку, оскільки зворотнє призведе до втрати потужності двигуна.

В наш час для виготовлення каталізаторів очистки газових викидів автотранспортних засобів найбільше розповсюдження отримали гранульовані або блочні (монолітні) носії [8, 12]. Рідше застосовуються носії, виготовлені у вигляді сіток, фольги пластин [7], тканин, скловолокна і інші. Найбільш простими у виробництві є гранульовані носії, технологія виготовлення яких добре відпрацьована як в нашій країні, так і за кордоном. Гранульовані носії зазвичай виготовляють з оксидів алюмінію, алюмосилікатів або інших подібних матеріалів у вигляді куль, таблеток, кілець Рошига.

Оскільки реакція каталітичного знешкодження токсичних компонентів протікає, як зазначалося вище, в приповерхневому шарі каталізатора і проникнення в глибину гранули не перевищує 0,5-1 мм, внутрішня частина зерен контакту участі в каталізі не бере і активна речовина, яка там знаходиться стає баластом. Тому гранульовані каталізатори виготовляють таким чином, щоб активна речовина знаходилася тільки в приповерхневому шарі. Це досягається шляхом нанесення на поверхню гранули вторинного носія (оксидів алюмінію, кремнію) або за рахунок протравочних розчинів, які містять різні відновлювачі.

З метою зменшення газодинамічного опору шару гранульованого каталізатора можуть використовуватися різноманітні спеціальні конструкції нейтралізаторів.

Монолітні (блочні) носії являють собою компактне тіло з великою кількістю каналів, що пронизують це тіло наскрізь і орієнтованих вздовж газового потоку. В кращих зразках блочних носіїв загальний прохідний переріз займає не менше 67-70% загальної площі поперечного розрізу блоку, а товщина стінок між каналами не перевищує 0,1-0,2 мм. Блочна структура носіїв дає можливість суттєво знизити газодинамічний опір каталізатора, більш раціонально використовувати його поверхню. Крім того, маса блочного носія, як правило, значно менша за гранульований, що забезпечує більш оптимальні умови для теплообміну.

Звичайно блочні носії виготовляються на основі тугоплавких оксидів і їх сумішей, шляхом спікання компонентів при високих температурах. Як правило, блочні носії мають малу питому поверхню, від сотих до 1-2 м/г. Ця обставина створює складності при нанесенні активної речовини на носій. Оскільки прямим нанесенням активної речовини не вдається досягти необхідного ступеню дисперсності, а відповідно, і активності каталізатора, для розвитку поверхні носія на початковий матеріал наноситься тонкий шар (50-80 мкм) оксиду алюмінію [12].

Окремої уваги заслуговують металічні носії, котрі можуть бути виготовлені в різних конструкційних формах (блоки, сітки, пластини і інше). Переваги металічних матеріалів проявляються в їх високій теплопровідності, механічній стійкості, технологічності. Порівняння каталітичних нейтралізаторів з основою з металевої сітки з керамічними блоками, покритих платиною і паладієм, показали більш високу стійкість перших до вібрацій і інших механічних впливів. Основним недоліком механічних носіїв є їх невисока жаростійкість і невелика питома поверхня. Практичне застосування отримали в основному міднонікелеві сплави типу «монель» і мідно-нікель-хромові сплави типу «інконель», котрі використовуються в закордонних зразках нейтралізаторів.

4.3 Особливості процесів нейтралізації відпрацьованих газів дизельних двигунів

Автомобілі з дизельними двигунами широко використовуються для пасажирських і вантажних перевозок, при роботі в закритих приміщеннях (шахти, склади, трюми кораблів), відкритих кар'єрах, в будівництві і т.д. Це в першу чергу пов'язано з тим, що по ряду експлуатаційних характеристик (економічність, ресурс роботи) такі автомобілі суттєво переважають автотранспортні засоби з карбюраторними двигунами.

Основною особливістю роботи дизельних двигунів є те, що вони експлуатуються при співвідношенні повітря паливо значно більше 1, концентрація кисню в відпрацьованих газах висока.

Серед токсичних компонентів газових викидів дизельних двигунів основними є сажа, органічні сполуки (бенз/а/пірен, альдегіди та ін.), оксиди азоту, оксид вуглецю. Вміст альдегідів і летючих жирних кислот, які мають неприємний запах і подразнюючу дію, збільшується в 3-10 раз по мірі зношення двигуна. Концентрація бенз/а/пірена у відпрацьованих газах висока при максимальному навантаженні на двигун.

Очистка від сажі відпрацьованих газів дизельних двигунів може бути здійснена за допомогою сажевих фільтрів, виготовлених з волокнистих матеріалів, металічного дроту, кераміки [7]. Однак, всі відомі і описані в літературі фільтри мають порівняно невелику сажеемність.

Найбільш оптимальним вирішенням питання очищення відпрацьованих газів від сажі є її пряме спалювання на каталізаторах. З літератури відомо, що спалювання на каталізаторах, виготовлених на основі оксидів хрому, міді, кобальту проходить при температурі 300-400°C [6], а на таких же каталізаторах, які містять в якості добавок елементи I, II, IV і VIII груп періодичної системи - навіть при більш низьких температурах [6]. Отже, сажеві фільтри, які містять оксиди перехідних металів, можуть бути регенеровані в процесі роботи нейтралізатора при досягненні необхідних температур відпрацьованих газів. Платинові каталізатори забезпечують спалювання сажі при більш високих температурах 500°C і вище.

Спалювання органічних сполук і оксиду вуглецю можна ефективно здійснювати на платинових або паладієвих каталізаторах. Наприклад, при використанні платинового каталізатора, виготовленого на керамічних блоках, концентрацію канцерогенних органічних сполук різних класів можна зменшити на 90%. Оксид вуглецю при використанні подібних каталізаторів окислюється на 90-95%, навіть при порівняно невисоких температурах 200-250°C [7].

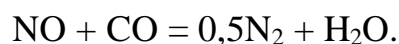
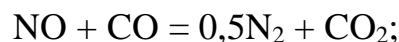
Набагато далі від вирішення знаходиться питання очищення відпрацьованих газів дизельних двигунів від оксидів азоту. Це пов'язано з тим, що в відпрацьованих газах міститься багато кисню, котрий адсорбується на поверхні більшості традиційних каталізаторів, припиняючи адсорбцію оксидів азоту і їх подальше каталітичне знешкодження.

Встановлено, що в присутності платинових і паладієвих каталізаторів при температурах 350–450°C має місце очистка газів від оксидів азоту на 70-85% при додаванні у відпрацьовані гази невеликої кількості аміаку. Однак, цей метод розповсюдження не отримав і на практиці використовується рідко із-за технічних складностей, пов'язаних з дозуванням аміаку у відпрацьовані гази.

Вищесказане свідчить про те, що відомі процеси очистки відпрацьованих газів дизельних двигунів від найбільш токсичних компонентів – сажі, оксидів азоту, ще дуже недосконалі.

В останні роки з'явилися роботи, в яких вказується на можливість відновлення оксидів азоту на іоннообмінних цеолітах навіть в присутності великого надлишку кисню [7]. Найбільш активними є мідьзаміщені цеоліти, в присутності котрих високі ступені перетворення оксидів азоту (до 100%) досягається при температурі 500°C [7].

Для нейтралізації відпрацьованих газів NO_x , CO і C_nH_m застосовують двоступеневий каталітичний нейтралізатор (рис. 4.1). Відпрацьовані гази надходять до відновлюваного каталізатора 3, на якому нейтралізація окислів азоту відбувається за реакцією (для ДВЗ з іскровим запалюванням NO_x на 99% складається з NO):



Для забезпечення відновлювального середовища передпершим ступенем нейтралізатора двигун повинен бути відрегульованим для роботи з α (кутом випередження запалювання суміші), близьким до стехіометричного. При

$\alpha > 1,05$ активність каталізатора різко зменшується (середовище стає окислювальним).

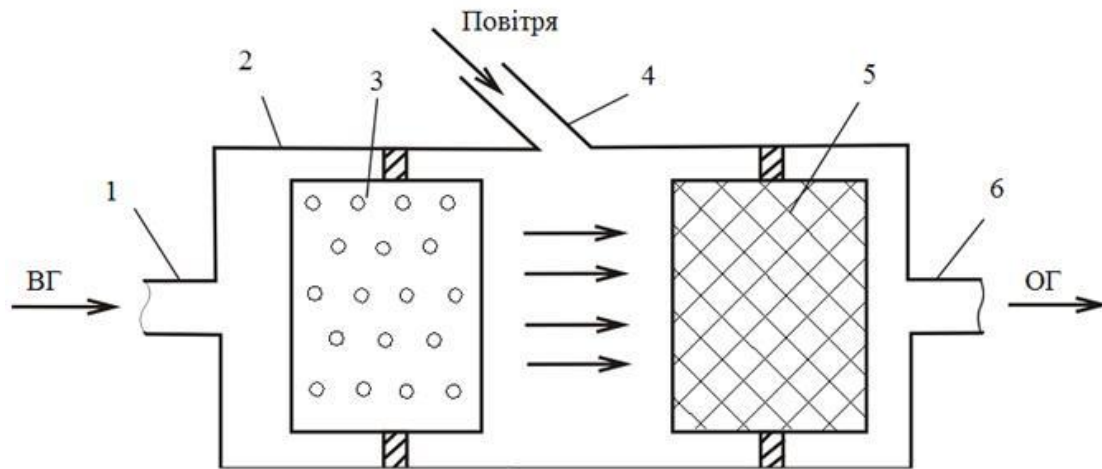
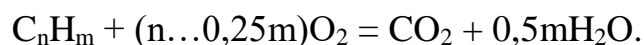


Рисунок 4.1 – Схема двокамерного каталітичного нейтралізатора:

1 – впускний патрубок; 2 – корпус; 3 – каталізатор нейтралізації оксидів азоту; 4 – патрубок для додаткового повітря; 5 – каталізатор окислення CO і C_nH_m ; 6 – впускний патрубок.

Після відновлювального каталізатора до відпрацьованих газів для створення окислювального середовища підводиться через патрубок 4 вторинне повітря. На окислювальному каталізаторі відбувається нейтралізація продуктів неповного згорання CO і C_nH_m . Основними процесами є окислення окису вуглецю і вуглеводнів:



Результати випробувань автомобіля з двоступеневим каталітичним нейтралізатором (в 1-му ступені – мідно-нікелевий сплав, у 2-му – платина) наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Ефективність роботи каталітичного двокамерного нейтралізатора

Автомобіль	Концентрація токсичних речовин		
	NO _x , мг/м ³	CnHm, %	CO, мг/м ³
Без нейтралізатора	1759	100	9100
З нейтралізатором	283	46	3500
Ефективність, %	83,9	54	61,5

Каталітичні нейтралізатори конструктивно складаються з вхідного і вихідного пристроїв, корпусу і поміщеного в ньому реактора. Розроблені каталітичні нейтралізатори для відпрацьованих газів двигунів внутрішнього згорання транспортних засобів з бензиновими і дизельними двигунами.

Схема встановлення каталітичного нейтралізатора в системі ДВЗ наведена на рис. 4.2. Відпрацьовані гази від двигуна 1 надходять випускною трубою 2 до каталітичного нейтралізатора 3, після чого викидаються в атмосферу. Для підтримання необхідної температури газів у нейтралізаторі використовується електронний блок 4, який регулює клапаном 5 подачу повітря через ресивер 6 і зворотний клапан 7 з атмосфери в нейтралізатор.

В основі каталітичної нейтралізації відпрацьованих газів ДВЗ лежать реакції окислення монооксиду вуглецю і вуглеводнів киснем, який міститься у відпрацьованих газах або який подається ззовні, і відновлення оксидів азоту продуктами неповного згорання палива, перш за все монооксидом вуглецю.

Для нейтралізації відпрацьованих газів ДВЗ використовуються каталізатори на основі платинової групи і оксидні сполуки перехідних металів. Найбільше розповсюдження для виготовлення таких каталізаторів получила платина і паладій, активність яких в реакції окислення оксиду вуглецю близька.

Оксидні каталізатори по своїй активності, як в реакціях окислення (оксиду вуглецю і вуглеводнів), так і відновлення (оксидів азоту) суттєво поступаються контактам на основі металів платинової групи. Крім того, оксидні каталізатори мають менший термін роботи, їх ефективність порівняно невелика при роботі в умовах великих об'ємних швидкостей.

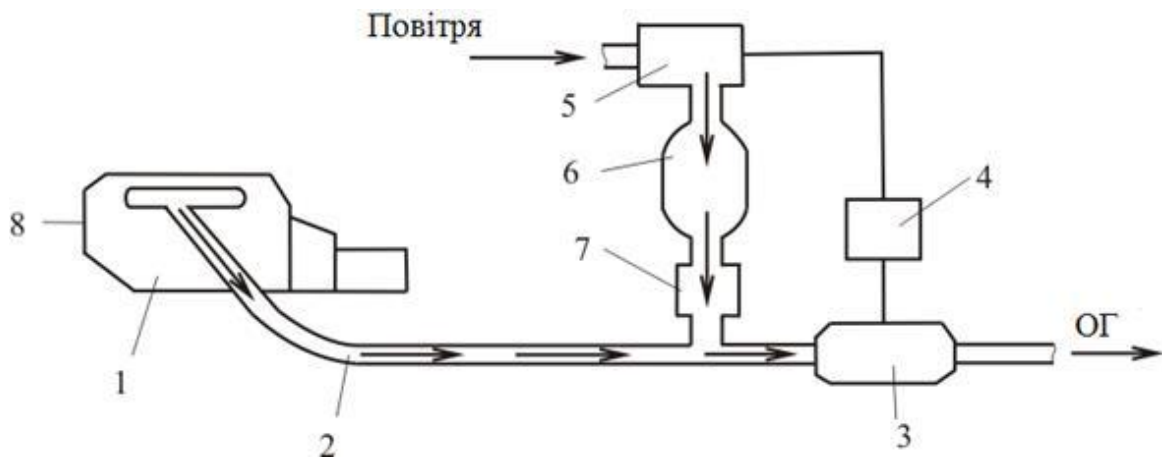


Рисунок 4.2 – Схема встановлення каталітичного нейтралізатора

Тому каталізатори на основі оксидів перехідних металів широкого практичного використання для нейтралізації відпрацьованих газів не набули.

Визначений інтерес являють оксидні каталізатори з невеликими додатками цінних металів. Ці каталізатори мають порівняно невелику вартість, оскільки містять незначну кількість дорогих металів, а по активності і довготривалості наближаються до контактів на основі металів платинової групи. Найбільш перспективними такі каталізатори можуть стати в системах окислювальної нейтралізації для очистки ВГ дизельних двигунів.

4.4 Каталізатори першого ступеню (попередньої очистки)

Каталізатори першого ступеню призначені для очищення газових викидів двигуна в період його запуску і прогріву, коли температура відпрацьованих газів невисока і недостатня для протікання реакцій каталітичного перетворення токсичних компонентів, а також для поглинання каталітичних отрут і захисту основного каталітичного елемента (каталізатора другого ступеню) від їх впливу.

До каталізаторів першого ступеню висуваються такі основні вимоги:

- а) достатньо велика адсорбційна ємність по продуктах неповного згорання моторного палива, в першу чергу по сажі і вуглеводням;
- б) відносно невисока температура регенерації;

в) регенерація повинна протікати без утворення небажаних домішок, наприклад, оксиду вуглецю;

г) каталізатори повинні мати достатню термічну стійкість, яка б забезпечувала його стабільну роботу при максимальній температурі відпрацьованих газів.

Виходячи з цього, в якості носіїв для каталізаторів були обрані промислових глиноземний носій марки А-1 і природний морденіт Закарпатського родовища, модифікований по спеціальній методиці, яка забезпечує збільшення його відкритої пористості і збільшення середнього радіусу пор. Високорозвинута пориста структура вказаних носіїв (величина питомої поверхні для А-1 складає $250\text{ м}^2/\text{г}$, а для морденіта $180\text{ м}^2/\text{г}$) забезпечує достатню адсорбційну ємність каталізаторів, виготовлених на їх основі.

В якості активного елемента цих каталізаторів використовувався оксид трьохвалентного марганцю, котрий наносили на носії в кількості 16% вагових частин.

Каталізатори виготовляли шляхом насичення носіїв водними розчинами азотно-кислого марганцю з подальшою сушкою і прокалюванням при поступовому підвищенні температури до 850°C . Оксидно-марганцевий каталізатор виготовлений на глиноземному носієві А-1 в подальшому був позначений як ОМК-А, а оксидно-марганцевий контакт виготовлений на морденіті – ОМК-М. Каталізатори розроблені в ІФХ ім.Л.В.Писаржевського НАН України, а виготовлені на малому колективному підприємстві «Каталіз і екологія» ІФХ НАН України.

Нижче приведені їх основні характеристики.

Каталізатор ОМК-А. Зовнішній вигляд: екструданти чорного кольору довжиною 5-10 мм і діаметром 5 мм. Питома поверхня $190\text{ м}^2/\text{г}$. Термічна стійкість: до 800°C . Динамічна адсорбційна ємність по оксиду вуглецю при кімнатних температурах: $4,5\text{ мг СО}/\text{г}$. Каталітична активність: при концентрації 1,0% СО в повітрі забезпечує повне окислення оксиду вуглецю при температурі 245°C .

Каталізатор ОМК-М. Зовнішній вигляд: гранули неправильної форми чорного кольору розміром 5-7 мм. Питома поверхня 175 м²/г. Термічна стійкість до 800°C. Динамічна адсорбційна ємність при кімнатних температурах 12 мгСО/г. Каталітична активність: при концентрації 1,0% СО в повітрі забезпечує повне окислення оксиду вуглецю при температурі 255°C.

Адсорбційну ємність каталізаторів по продуктам неповного згорання моторного палива визначали наступним чином. В металічну касету ставили 50 г каталізатора і розташували таким чином, щоб каталітичний шар забезпечував рівномірне проходження газового потоку. Касету під'єднували на виході вихлопної труби вантажного автомобіля КамАЗ і протягом однієї години проводили завуглецювання каталізатора. Після цього каталізатор діставався з касети, сушився для видалення вологи і визначали збільшення його маси. Було встановлено, що каталізатор ОМК-А збільшив свою масу на 32%, а ОМК-М на 27%. Процес регенерації каталізаторів досліджували методом термопрограмованої поверхневої реакції з аналізом складу газоподібних продуктів. Для цього наважку каталізатора в кількості 1,0г ставили в вагову установку і прогрівали в потоці повітря при лінійному підвищенні температури. Визначали втрату ваги каталізаторів в процесі їх прогріву. Результати приведені в таблиці 4.2.

З даних таблиці видно, що процес вигорання продуктів неповного згорання моторного палива на каталізаторах починається уже при температурі 125°C. Повна регенерація каталізатора ОМК-А здійснюється при 575°C, а каталізатора ОМК-М – при 625°C. Основна кількість адсорбованих домішок вигорає в інтервалі температур 345-475°C. Каталізатор ОМК-А більш активний в процесі випалювання продуктів неповного згорання моторного палива, але каталізатор ОМК-М може бути ефективним в реакції відновлення оксидів азоту, оскільки цеолітні каталізатори, які містять катіони перехідних металів, здатні відновлювати NO_x при відносно невисоких температурах.

Таблиця 4.2 – Регенерація завуглецюваних каталізаторів на різних носіях

Температура, °С	Втрата ваги каталізатора, г		Ступінь регенерації, %	
	ОМК-А	ОМК-М	ОМК-А	ОМК-М
100	0	0	0	0
125	1,1	0,2	3,4	0,7
175	2,3	1,1	7,2	4,1
225	6,2	4,9	19,3	18,1
275	13,1	8,0	40,9	29,6
325	17,4	13,1	54,3	48,5
375	19,2	15,8	60,0	58,5
425	24,6	19,3	76,8	71,5
475	28,7	22,6	89,7	83,7
525	31,2	25,4	97,5	94,0
575	32,0	26,8	100,0	99,2
625	32,0	27,0	100,0	100,0

Аналіз газоподібних продуктів реакції показав, що вигорання адсорбованих сполук проходить тільки з утворенням CO_2 , утворення оксиду вуглецю помічено не було.

4.5 Каталізатори другого ступеню

Каталізатори другого ступеню призначені для очистки ВГ від токсичних сполук (оксиду вуглецю, вуглеводнів, оксидів азоту і сажі) в безперервному режимі. Нижче приведені основні характеристики двох каталізаторів української розробки.

Каталізатор ВМК-3М. Розроблений в ІФХ ім.Л.В.Писаржевського НАН України, виготовлений на малому колективному підприємстві «Каталіз і екологія» ІФХ НАН України. Зовнішній вигляд: екструданти чорного або темно-синього кольору довжиною 5-10 мм і діаметром 5 мм. Склад 7-8% Mn_2O_3 і 0,2% Pd на носієві А-1. Питома поверхня 60 $\text{m}^2/\text{г}$. Термічна стійкість: до 900°C. Каталітична активність: при концентрації 1,0% CO в повітрі забезпечує повне окислення оксиду вуглецю при температурі 135°C.

Каталізатор СПК-1,8 (сітчатого типу). Розроблений в ІФХ ім.Л.В.Писаржевського НАН України, виготовлений на малому колективному

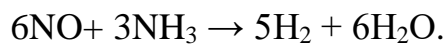
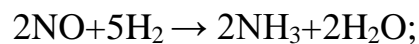
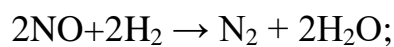
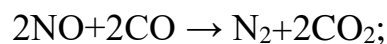
підприємстві «Каталіз і екологія» ІФХ НАН України. Зовнішній вигляд: сітка темно-сірого кольору з розміром вічок 1,85x1,85 мм і діаметром дроту 0,45 мм. Матеріал сітчатого носія – нержавіюча сталь. Містить 1,8% Pd. Термічна стійкість: до 950°C. Каталітична активність: при концентрації 1,0% CO в повітрі забезпечує повне окислення оксиду вуглецю при температурі 210°C.

4.5.1 Застосування каталізаторів газового викиду.

Для прискорення перебігу окиснювальних і відновлювальних реакцій в нейтралізаторах застосовують різні каталізатори (прискорювачі реакцій). Залежно від здатності активізувати ті або інші реакції каталізатори поділяють на окиснювальні, які прискорюють перебіг реакції окиснення оксиду вуглецю і вуглеводнів; відновлювальні – для відновлювання оксидів азоту; двофункціональні, які одночасно активізують окиснювальні і відновлювальні реакції. Широкого поширення в практиці очищення автомобільних відпрацьованих газів отримали каталізатори на основі благородних металів – палладія (Pd) і платини (Pt). Вони мають хорошу селективність, низькі температури початку ефективної роботи, досить довговічні. Платина – універсальний каталізатор. Але каталізаторами, в реакціях відновлення NO_x, можна виступати також родій (Rh) і рутеній (Ru). Широкого поширення ці нейтралізатори не набувають через їх високу вартість. В окиснювальних і відновлювальних реакціях можна використовувати відносно дешеві окиснювальні нейтралізатори на основі міді, марганцю, нікелю, хрому і т.д. (CuO, MnO₂, NiO, Cr₂O₃, Fe₂O₃, ZnO). Але ці каталізатори недовговічні і їх ефективність значно менша за платино-палладієві. Тому, не зважаючи на високу вартість, частіше застосовують каталізатори на основні благородних металів. Будова каталізаторів така: активний каталітичний прошарок нанесено на інертне тіло-носій. Найпоширеніші гранульовані і блочні (монолітні) носії. Гранульовані носії виготовляють з оксиду алюмінію чи алюмосилікатів. Гранули діаметром 2...5 мм мають розвинену, крупно порувату площу поверхні – 50...100 м²/г.

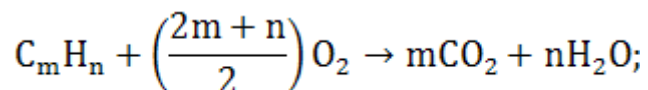
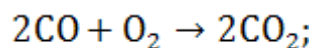
В двигунах із звичайною системою живлення один і той самий каталітичний

нейтралізатор може виконувати роль прискорювача окиснювальних чи відновлювальних реакцій. Через те, що в одному нейтралізаторі важко досягти ефективного очищення відпрацьованих газів від найпоширеніших трьох шкідливих речовин (CO , C_mH_n і NO_x), як правило, застосовується подвійна система очищення. В першу чергу це стосується бензинових двигунів, які працюють на збагачених сумішах. В системі подвійного очищення є два нейтралізатори, розташованих в одному блоці. В першому нейтралізаторі відбувається відновлення NO_x до N_2 в результаті реакцій:



Перебіг третьої реакції має переваги перед другою реакцією. Четверта реакція можлива навіть в окиснювальному середовищі, У відпрацьованих газах бензинових двигунів з іскровим запалюванням, оксиди азоту приблизно на 99% складаються з NO .

В другому – для створення окиснювального середовища, тобто для окиснення CO і C_mH_n крізь додатковий патрубок підводиться повітря. На окиснювальному каталізаторі відбувається нейтралізація продуктів неповного згоряння в результаті реакцій:



В каталітичних нейтралізаторах оксид вуглецю окиснюється в CO_2 при температурі 250...300°C, вуглеводні, бенз(а)пірен і альдегіди – при температурі 400...450°C. При температурі понад 580°C згорає сажа. На рис. 4.3 показана конструктивна схема каталітичного нейтралізатора.

Відпрацьовані гази патрубок 2 надходять в верхню частину нейтралізатора 3, де при нестачі кисню відбуваються реакції відновлення NO_x до N_2 . Далі відпрацьовані гази надходять в нижню частину нейтралізатора 5, де відбуваються

реакції окиснення CO і C_mH_n внаслідок подавання патрубком 1 додаткового повітря.

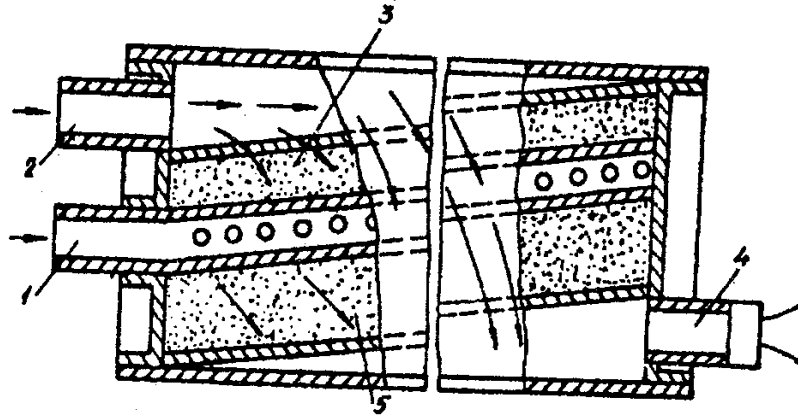


Рисунок 4.3 – Конструктивна схема каталітичного нейтралізатора:

1, 2, 4 – патрубки, 3 – каталізатор відновлювальний,
5 – окислювальний каталізатор.

Хороших результатів досягають застосуванням подвійних нейтралізаторів у разі регулювання двигунів на стехіометричні чи дещо збагачені суміші.

Випробування каталітичного нейтралізатора за їздовим циклом довели зменшення концентрації CO і C_mH_n на 40%, NO_x на 75%.

Широке застосування каталітичних нейтралізаторів в нашій країні гальмується їх високою вартістю, низькою довговічністю, а також через застосування етилованих бензинів. Окрім того, застосування каталітичних нейтралізаторів дещо зменшує потужність і погіршує економічність двигуна. Сполуки свинцю дезактивують каталізatori протягом 100 годин роботи на етилованому бензині.

Ефективність роботи нейтралізаторів в умовах експлуатації погіршується і через сульфатацію носія двооксидом сірки (SO_2) за роботи двигунів на паливах з високим вмістом сірки. Сульфат алюмінію, який утворюється під час хімічних реакцій зменшує активну порувату поверхню носія каталізатора і цим самим погіршує його ефективність роботи.

Останнього часу поширення набули блочні або моноблочні каталітичні нейтралізатори без додаткового подавання повітря. В таких нейтралізаторах

відпрацьовані гази проходять поздовжнім чи радіальним каналами, які виконано в тілі блоку нейтралізатора. Канали виконуються трикутними чи прямокутними з гідравлічним діаметром близько 1 мм. Матеріалом блоку є оксид алюмінію Al_2O_3 , кордієрит і інші, що мають велику питому поверхню від 20 до 25 m^2/g . На поверхню матеріалу блоку наноситься окиснювально-відновлювальний каталізатор.

Блочні чи моноблочні каталітичні нейтралізатори встановлюються на автомобілях з системами живлення, які мають як електронне управління подачею палива в двигун, так із звичайними системами живлення.

4.5.2 Термічна нейтралізація.

При термічній нейтралізації продуктів неповного згоряння палива CO і C_mH_n , які містяться у ВГ двигунів, відбувається їх окиснення до кінцевих продуктів CO_2 і H_2O у випускній системі. Цей процес інтенсифікується створенням в системі випуску умов сприятливих для окиснення – тобто підвищенням температури і збільшенням часу реакції та подаванням в зону окиснення додаткового повітря.

Термічний нейтралізатор – це теплоізолюваний об'єм зі спеціальною організацією перетікання ВГ, який вставляють у впускну систему двигуна, що здійснює термічне доокиснення токсичних компонентів завдяки теплоті ВГ (рис. 4.4). Термічна нейтралізація не залежить від виду палива, яке спалюється, наявності присадок і дозволяє застосовувати в двигунах етилований бензин. Підвищити температуру ВГ в нейтралізаторі можна, зменшуючи теплові втрати застосуванням екранів, теплоізоляцією корпусу нейтралізатора, використанням теплоти реакції окиснення. Для двигунів, які працюють на збагачених сумішах, додаткове повітря перед подаванням в реакційну камеру нейтралізатора, рекомендується підігрівати від гарячих стінок системи випуску ВГ.

Ефективність окиснення CO і C_mH_n залежить від температури, довготривалості реакції, кількості повітря, що подається і якості його змішування з ВГ. Концентрація оксидів азоту у ВГ у разі застосування термічних

нейтралізаторів може дещо зростати в окремих режимах роботи двигуна чи залишатися незмінною.

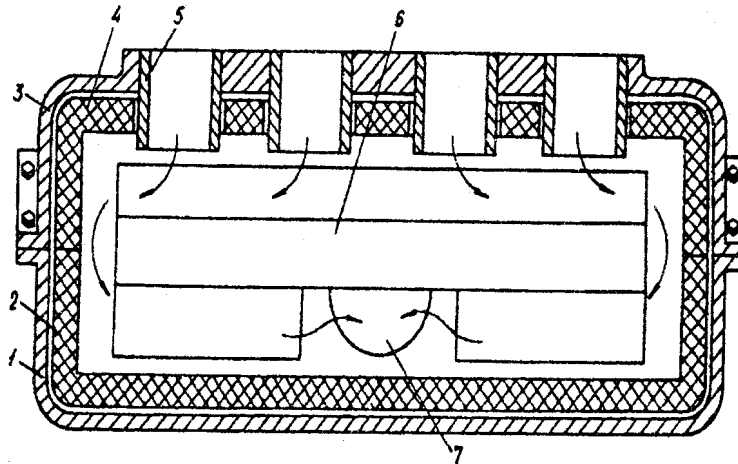


Рисунок 4.4 – Конструктивна схема термічного нейтралізатора:

1 і 3 – частини металічного корпусу; 2 і 4 – камера реактора;

5 – патрубок; 6 – перегородка; 7 – вікно

Трубами (які на схемі умовно не показані) у випускні патрубки головки циліндрів подається додаткове повітря.

У внутрішню камеру реактора патрубками 5 подається суміш ВГ і додаткового повітря. Камеру виготовлено з вогнетривкого матеріалу і складається вона з двох частин – 2 і 4. В середині камери є перегородка 6 яка сприяє кращому перемішуванню повітря з ВГ. Камера ізольована прошарком азбесту і вставлена в металічний корпус 1 і 3. Відпрацьовані гази, які пройшли камеру термічного реактору, направляють в глушник крізь вікно 7.

В дизелях окиснення продуктів неповного згорання, як правило, здійснюється під час перепускання відпрацьованих газів крізь допалювачі, в яких підтримується постійне горіння.

Застосування полум'яних допалювачів, як і усієї термічної нейтралізації, є причиною деякого зменшення потужності і підвищення питомої витрати палива двигунами через зростання протитиску в системі випускання, а також призводить до порушення їх акустичної настройки.

5 ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ БІОДИЗЕЛЯ В ЕКСПЛУАТАЦІЮ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

5.1 Техніко-економічне обґрунтування впровадження біодизелю

Біодизель — екологічно чистий вид біопалива, а також паливна добавка, яке отримують із рослинної олії чи тваринного жиру і використовується для заміни нафтового дизельного палива. З хімічної точки зору це пальне являє собою суміш метилових та/або етилових моноалкілових ефірів довголанцюжкових жирних кислот (насичених і ненасичених). Біодизель є альтернативним автомобільним паливом.

В Україні існує ряд стандартів, які регламентують виготовлення біодизелю, а саме: національний стандарт ДСТУ 6081:2009 «Паливо моторне. Ефіри метилові жирних кислот олій і жирів для дизельних двигунів. Технічні вимоги» (затверджено Наказом Держспоживстандарту від 20.01.2009 р. № 27), а також європейський стандарт EN 14214:2003 [24,30-32] розкривають різницю між біодизелем та нафтовим дизельним паливом відповідно ДСТУ 3868-99 «Паливо дизельне. Технічні умови».

У світі діє ще декілька стандартів на дизельне біопаливо: DIN V 51606 [22] та ASTM D 6751 [17].

Біодизель може використовуватись самостійно або в суміші зі звичайним дизельним паливом. Для позначення палива що містить біодизель застосовується літера «В»:

а) В100 — 100 % біодизелю;

б) В20 — 20 % біодизелю і 80 % звичайного (нафтового) дизельного пального.

Технологія виготовлення біодизельного палива передбачає процес одержання біодизельного палива є досить простим. Рослинна олія є сумішшю тригліцеридів, ефірів, сполучених з молекулою гліцерину. Основне завдання при одержанні біодизелю полягає в тому, щоб видалити гліцерин, замінивши його на

спирт. Цей процес називають переетерифікацією. Переетерифікація є найпоширенішим способом отримання біодизелю з рослинної олії та тваринних жирів спиртами (етиловим, метиловим, ізопропіловим, бутанол). В результаті етерифікації утворюються ефіри жирних кислот (біодизель) та побічний продукт переетерифікації – триатомний спирт гліцерин в складі гліцеролової фази (в неочищеному стані його називають гліцерилем, а саму гліцеролову фазу — так званім «чорним» гліцерином).

Отже, під час реакції етерифікації рослинного жиру нижчим жирним спиртом (найчастіше – метиловим) утворюються складні ефіри, а також гліцеролова фаза, хімічний склад якої такий: гліцерин – 56 %, метанол (етанол) – 4 %, жирні кислоти – 13 %, вода – 8 %, неорганічні солі – 9 %, складні ефіри – 10 %. З 1 тонни олії та 0,1 тонни метанолу виробляють орієнтовно 1 тонну біодизелю то 0,1 тонну гліцерилу.

Якщо отриманий біодизель має низьку температуру спалаху, це свідчить про недостатність очищення від метанолу [4,7]. Для запобігання мікробному псуванню біодизеля на стадії очищення і стабілізації біопалива використовують паливні присадки (біоциди), та проводять докладне зневоднення готового продукту, обробку ультразвуком.

При використанні етанолу буде отримано етилові ефіри біодизелю. Етанолова та ізопропанолова технології складніші (вимагають наявності каталізаторів та апаратури, яка б могла працювати при високому тиску).

Найпоширенішим для виробництва метилових ефірів є використання метанолу, оскільки він є найдешевшим зі спиртів. Під час реакції переетерифікації олії та жири вступають у реакцію з метиловим (етиловим) спиртом у присутності каталізатора (лугу), внаслідок чого утворюються складні ефіри (біодизель), а також гліцеролова фаза, що містить 45-56% гліцерину, 4% метанолу, що не прореагував, 13% жирних кислот, 8% води, 9% неорганічних солей, 10% ефірів. Одержану в результаті реакції суміш розділяють в сепараторах або ємностях-відстійниках. Очищений гліцерин використовується для виробництва миючих засобів, а після глибокої очистки використовується в

фармації. Проте для проведення очистки гліцерину та утилізації відходів необхідні додаткові капіталовкладення на етапі проектування та будівництва переробного заводу.

Ці технології є дещо багатостадійними і пов'язані з нагромадженням відходів, зокрема гліцерилу, який не піддається етерифікації в цих умовах. Розробляються способи одержання біодизелю з використанням твердих гетерогенних каталізаторів, які відкривають перспективу створення одностадійних енергозберігаючих процесів переетерифікації олій та жирів та етерифікацію гліцерину навіть із застосуванням етанолу. Найбільше практичне застосування серед твердих кислот знаходять цеоліти, індивідуальні та змішані оксиди, активовані глини, органічні сульфокатіоніти.

Обсяги виробництва біодизелю у світі стрімко зростають. Загалом дизельне паливо, виготовлене з нафти, дешевше ніж біодизель, проте різниця в ціні змінюється на користь останнього відповідно до «ефекту масштабу» (врожайності ріпаку, ефективності використання соломи і шроту, вартості хімічних інгредієнтів (метанолу і луку), глибини переробки гліцеринової води), а також внаслідок постійного зростання цін на нафту та завдяки урядовим субсидіям для виробників біодизелю. Зазвичай, ціна на біодизель нижча, ніж на нафтове дизельне паливо, але через заборону створення демпінгових умов, ціна буде незначно нижча від ціни на звичайний дизель.

В порівнянні з роздрібною ціною бензину собівартість виробництва біоетанолу в США в 2,4 раза нижче, а у ЄС розрив між собівартістю біоетанолу і бензину, яким він розбавляється, рівний 4.

За прогнозами ФАО виробництво біодизелю у світі до 2019 року досягне 24 мільярдів літрів. Прогнозується, що більша частина обсягів продукції буде надходити з Індонезії й Малайзії, а головним одержувачем буде ЄС. Саме країни ЄС у 2017 році спожили більше половини світового виробництва біодизеля. Біля 80% біодизеля, що випускається Євросоюзом, добувається з ріпаку. Ряд країн Європи (Данія, Австралія, Іспанія) свої потреби в біодизелі вичерпали [4,8].

Обсяги виробництва біодизельного палива у Європейському союзі занесено до таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Динаміка обсягів виробництва біодизелю в ряді країн ЄС

Країна	Виробництво за роками, тис. т					
	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Німеччина	450	715	1035	1669	2662	4361
Франція	366	357	348	492	743	780
Італія	210	273	320	396	447	1366
Чеська республіка	-	-	60	133	107	203
Польща	-	-	-	100	116	250
Австрія	25	32	57	85	123	326
Словаччина	-	-	15	78	82	99
Іспанія	-	6	13	73	99	508
Данія	10	40	70	71	80	90
Великобританія	3	9	9	51	192	657
Словенія	-	-	-	8	11	17
Литва	-	-	5	7	10	42

Мільйони автомобілів в Європі працюють на біодизелі. Він використовується в чистому виді (B100) або, як суміш з нафтовим дизельним паливом. Чистий, без домішок біодизель може заливатись до баку будь-якого дизельного транспорту.

Біодизель може використовуватися в будь-яких дизельних двигунах без внесення зміни в конструкцію двигуна [4,9]. Однак існує дискусія щодо ступеня безпечності використання біодизелю для таких двигунів. Оскільки біодизель кращий розчинник ніж звичайне дизельне пальне — він «прочищає» двигун, видаляє наліт з паливних трубок, і, отже, може призвести до засмічення інжектора.

Багато автовиробників дуже позитивно налаштовані щодо використання біодизелю, наводячи нижчий рівень зношення двигуна, як одну з переваг цього пального. Однак при переході від звичайного дизельного пального до біодизелю, можливо, знадобиться заміна паливного фільтра. Більшість виробників оприлюднюють перелік автомобілів, які працюватимуть на 100% біодизелі —

наприклад, повний список, наданий концерном "Фольксваген", наведено нижче. (Проте перед використанням біодизелю вперше доцільно проконсультуватись з автовиробником)

Деякі автовиробники залишаються обережними в питанні використання біодизелю. Багато виробників у Великобританії надають гарантійну підтримку на двигуни лише за умови використання не більш як 5% біодизелю, змішаного з 95% стандартного дизельного пального — проте, ця позиція вважається занадто обережною. Відповідно до норм "Пежо" та "Сітроен", дизельні двигуни можуть працювати на 30% біодизелю. "Сканіа" та "Фольксваген" мають інші норми, які дозволяють використовувати 100% біодизелю для більшості їхніх двигунів.

В США проводились дослідження по використанню в якості палива 100% метилового ефіру соєвої олії (біодизель), сумішей із 20% такого біодизелю і 85% нафтового дизпалива; 35% метилового ефіру соєвої олії і 65% нафтового дизпалива; 65% метилового ефіру соєвої олії і 35 нафтового дизпалива. Паливо із 20% добавки метилового ефіру соєвої олії прийнято Міністерством Енергетики США як альтернативне паливо. За даними Інституту Палива в Колорадо при збільшенні такої добавки в паливі від 20% до 100% витрата палива зменшується на 3,9% [5-10].

Переваги використання біодизелю:

а) Міжремонтний термін експлуатації двигуна, що працює на біодизелі збільшується приблизно на 50%.

б) Вищий показник змащувальної здатності біодизелю порівняно зі звичайним дизельним паливом — перевага, що сприяє тривалішому «життю» форсунок.

в) Цетанове число біодизелю становить 51 (тоді як в мінерального дизпалива - близько 45), що покращує запуск двигуна.

г) Висока температура спалаху (не менше 11000) робить біодизель одним з найбільш пожежобезпечних видів палива.

г) Кількість викидів шкідливих сполук і твердих часток при роботі двигуна на біодизелі зменшується на 20-25%, чадного газу - на 10-12%, ніж при роботі на мінеральному дизельному паливі.

д) Біодизель не має неприємного бензолowego запаху, а вихлоп машини, що працює на ньому, пахне смаженим насінням.

е) Біодизель відноситься до екологічних видів палива, а вуглекислого газу в вихлопі рівно стільки, скільки споживається із атмосфери тими ж рослинами, з яких отримується олія. Один гектар ріпаку може поглинати до 20 т вуглекислого газу за сезон.

ж) Біодизель, потрапляючи в довкілля, дуже швидко піддається біологічному розкладанню: один літр мінерального палива здатен забруднити 1 млн. л питної води і привести до загибелі водяної флори і фауни, тоді як біодизель при потраплянні в воду не наносить шкоди ні рослинам, ні тваринам. Крім того, він піддається практично повному біологічному розпаду: в ґрунті чи в воді мікроорганізми протягом 21 дня на 90% переробляють біодизель, протягом 28 днів — на 99%.

з) При роботі двигунів на біодизелі значно зменшуються шкідливі викиди інших продуктів згоряння, в тому числі сірки — на 98%, а сажі — від 50 до 61%, гідрокарбонатів — та вуглекислих монооксидів – на 30–34%.

Недоліки застосування біодизелю:

а) Залишковий метанол в паливі, якого згідно стандарту в паливі повинно бути не більше 0,2%, є потужним розчинником і буде викликати не лише розбухання резинових деталей, а й розчинити забруднення в паливній системі. Тому біодизель роз'їдає прокладки та трубки з натуральної гуми (натуральна гума переважно використовуються в двигунах, виготовлених до 1992), хоча найвірогідніше, що ці деталі вже замінені на вироби з синтетичної гуми, котра не роз'їдається біодизелем.

б) При використанні звичайного дизельного палива у двигуні та паливних трубках утворюється наліт. При переході на використання біодизелю цей наліт руйнується (так, як біодизель кращий розчинник ніж звичайне дизельне паливо) і

засмічує паливні фільтри та інжектори. Тому при пробігу 1000—1500 км з моменту переходу на біодизель рекомендується заміна паливних фільтрів.

в) Зберігати біодизель понад три місяці не рекомендується, оскільки він розкладається.

г) Фінансовані виробниками нафтопродуктів дослідження доводять, що для двигунів, звичайне дизельне паливо є кращим ніж біодизель. Але це заперечують незалежні організації, які помітили що біодизель зменшує спрацювання двигуна. Для багатьох стандартних моделей автомобілів атестоване використання біодизелю.

г) Температура за якої чистий (B100) біодизель починає гуснути значно коливається і залежить від суміші ефірів а відповідно від сировини що використовувалась для виробництва палива. Наприклад біодизель виготовлений з певних різновидів канולי починає гуснути при $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Біодизель виготовлений з тваринних жирів стає гелеподібним при $+16\text{ }^{\circ}\text{C}$. Взимку використовується низькотемпературний біодизель, що містить домішки котрі значно знижують температуру загуснення біодизелю [10-18].

Застосування біодизельного палива в ЄС є значно поширенішим ніж в Україні. Статистика кількісного використання біодизелю у країнах ЄС наведена у таблиці 5.2.

Сировинна база для виробництва цього виду палива в Україні дуже широка. Станом на 2017 рік для сільськогосподарських робіт в Україні необхідно мати 1,9 млн. тон дизельного палива і 620 тис. тон бензину, котрі виробляються з 4,5 млн. тонн нафти, переважно імпортною.

За даними, наведеними в літературі [5,13], технічно доступний потенціал продукування біодизельного пального з ріпаку, соняшнику та сої в Україні становить більше 37,6 ТВт·год/рік. Для цього необхідна площа для вирощування рослинної сировини близько 65500 км², з якої можливо одержати 3,6 млн т/рік біодизельного пального.

В Україні вирощується масляних культур (соняшник, ріпак, соя) в 2,5 рази більше, чим потрібно державі, щоб забезпечити народ олією, а аграріїв

біодизелем. В Україні введені в експлуатацію заводи з виробництва дизельного біопалива в смт. Сарата (Одеська область) та поблизу Херсону, потужністю 7,0 та 10,0 тис. тонн на рік.

Таблиця 5.2 – Споживання біодизелю в країнах ЄС

№ п/п	Країна	2015 рік	2016 рік	2017 рік
1	Німеччина	18003	29447	34395
2	Франція	4003	6855	13506
3	Австрія	920	3878	4270
4	Велика Британія	292	1533	3148
5	Іспанія	270	629	3031
6	Португалія	2	818	1847
7	Італія	2000	1732	1621
8	Швеція	97	523	1158
9	Бельгія	0	10	1061
10	Греція	32	540	940
11	Болгарія	–	96	539
12	Литва	87	162	477
13	Люксембург	7	6	397
14	Чехія	33	213	380
15	Польща	152	491	180
16	Словенія	58	48	151
17	Ірландія	9	8	27
18	Латвія	29	17	0
19	Угорщина	0	4	0
20	Данія	0	0	0
21	Нідерланди	0	172	п.а.
22	Словенія	110	149	п.а.
23	Румунія	–	32	п.а.
24	Мальта	8	10	п.а.
25	Фінляндія	0	0	п.а.
26	Естонія	0	7	п.а.
27	Кіпр	0	0	п.а.
27	ЄС разом	26110	47380	67154

В м.Дніпро, спеціалістами ВАТ «Біодизельдніпро» розроблено технологію та устаткування для продукування мікроводоростей і одержання олії для виготовлення біопалива.

Попри стрімке зростання, протягом останніх років, обсягів вирощеного ріпаку (основної сировини для виробництва біодизелю в Україні), лєвова його частина експортується в країни Європи.

Планується будівництво подібних підприємств у Вінницькій, Полтавській, Дніпропетровській, Житомирській, Сумській, Хмельницькій та Івано-Франківській областях. У більшості проектів сировиною для виробництва біодизелю має стати насіння ріпаку.

Вже збудований та вийшов на мінімальну потужність (50 тон) завод у Запорізькій області. Планується відкриття Запорізького Біопаливного Заводу у Запоріжжі. Для виробництва біодизеля в Україні найбільш раціонально використовувати насіння ріпаку, соняшнику та сої. Найсприятливіші агроєкологічні умови для вирощування озимого та ярового ріпаку в Україні на Поліссі та у Лісостепу. Поряд із традиційним регіоном, де вирощують ріпак, — Західна Україна — найперспективнішими вважаються Чернігівська, Сумська, Полтавська і Черкаська області.

При відповідній технології вирощування ріпаку з 1 га площі отриманий врожай дає 20 т зелених кормів, 20 т зелених добрив, 3–3,5 т насіння, 13 ц олії, 16 ц макухи (шроту), 100 кг меду, 500 кг паперу. Призначене для виробництва олії насіння ріпака різних сортів, повинне мати вологість 5–7%, засміченість не більше 1%, вміст ерукової кислоти — менше 2% та кислотне число — не більше 3. Порушення цих вимог погіршує ефективність вижимання та етерифікації, а також може стати причиною зниження якості олії. На це впливають ступінь стиглості насіння та умови його зберігання. Із 3 тонн насіння ріпаку вологістю 7–8% можна отримати 1 тонну біодизеля, 1,9 тонни шроту (із вмістом олії 8–12%), та біля 0,2 тонни гліцерину.

Фінансова оцінка 1 тонни біодизельного палива із насіння ріпаку зазначена в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 - Витрати при виробництві 1 т біодизеля із насіння ріпаку

Матеріали	Кількість	Одиниці вимірювання	Середня ціна, грн	Витрати, грн
Насіння	2,971	т	1550	4605,71
Вартість 1 т ріпаку на олію		грн/т	202	600,23
Готова олія	1,040	т		5205,94
99,8 %-го метанолу	0,144	т	2800	403,20
Луг (88% КОН)	15,6	л	8,730	136,19
Спирт для очистки	20,8	л	5,0	104,00
Амортизація устаткування (100 тис грн.) на 8 років	2160	діб	46,3	46,30
Фонд заробітної плати	200	грн/люд	66,7	66,67
Теплової енергії	40	кВт/т	20,0	800
Електроенергії	50	кВт/т	2,0	100,0
Води	105	кг	0,5	52,50
Всього:				6914,79
Накладні витрати				138,30
Разом:				7053,09

Станом на сьогоднішній день ринкова вартість 1т біодизелю становить 750 євро, або 9,2 грн/л, в той час, коли ринкова ціна нафтового дизельного палива становить, в середньому 10,2 грн/л [5-15].

5.2 Економічний ефект впровадження біодизелю як альтернативного виду палива для автотранспорту

Для визначення доцільності впровадження біодизелю як альтернативного виду палива для автотранспорту розрахуємо економічний ефект від впровадження біодизелю як альтернативного виду палива для автотранспорту.

Станом на 2017 рік в експлуатації маршрутного автомобільного парку міста Вінниця перебуває 216 автомобілів марки Mercedes-Benz Sprinter (Додаток Е). Необхідні для розрахунків технічні характеристики автомобіля: маса автомобіля – 3500 кг; об'єм двигуна – 3,8 дм³; тип палива – дизельне паливо; споживання палива у міському режимі – 0,171 л/км [5-16]. Кількісна оцінка витрати палива маршрутним автотранспортом м.Вінниця наведена у додатку Ж.

Визначення екологічного податку за викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря пересувними джерелами забруднення відбувається згідно Податкового кодексу України.

Суми податку, який справляється за викиди в атмосферне повітря забруднюючих речовин пересувними джерелами забруднення (Пвп), обчислюються податковими агентами, які визначені підпунктом 241.2.1 пункту 241.2 статті 241 Податкового кодексу, самостійно щокварталу виходячи з кількості фактично реалізованого, а для податкових агентів, які визначені підпунктом 241.2.2 пункту 241.2 статті 241 Податкового кодексу, - виходячи із кількості фактично ввезеного на митну територію України палива та ставок податку за формулою 5.1:

$$P_{\text{вп}} = \sum_{i=1} M_i \cdot H_{\text{пі}} \quad (5.1)$$

де M_i – кількість фактично реалізованого (фактично ввезеного на митну територію України) палива i -того виду, в тоннах (т);

$H_{\text{пі}}$ – ставки податку в поточному році за тону i -того виду палива, у гривнях з копійками (наведено в таблиці 5.4).

Таблиця 5.4 – Ставки податку за викиди в атмосферне повітря забруднюючих речовин пересувними джерелами забруднення

Вид палива	Ставка податку, грн/т
Дизельне біопаливо	68,15
Дизельне паливо з вмістом сірки більш як 0,2 мас. %	79,90

Сумарна маса спаленого палива за 1 рік маршрутним автомобільним транспортом м. Вінниця складає 13442140 т. (Додаток И).

Провівши розрахунки згідно формули 5.1 отримані значення занесемо до таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Отримані значення екологічного податку

Вид палива	Ставка податку, грн/т	Маса витраченого палива за 1 рік, т	Сума екологічного податку, грн
Дизельне біопаливо	68,15	13442140	1074027066
Дизельне пальне з вмістом сірки більш як 0,2 мас. %	79,90	13442140	916081909,2

Визначимо економічний ефект від впровадження біодизелю як альтернативного виду палива для маршрутного автомобільного транспорту м. Вінниця:

$$E = 1074027066 - 916081909,2 = 157945156,8 \text{ грн.}$$

Отже, провівши необхідні розрахунки, було досягнуто висновку, що при впровадженні біодизельного палива в експлуатацію для маршрутного автотранспорту м. Вінниця економічний ефект становить майже 15,8 млн. гривень.

ВИСНОВКИ

В магістерській кваліфікаційній роботі отримані наступні результати:

1. Проведено літературний, патентний та Інтернет огляд основних методів екологічного нормування газових викидів двигунів внутрішнього згорання. Встановлено, що найчастіше проводять дослідження тільки санітарно-гігієнічних показників екологічного рівня двигунів, які виконують за стандартами (правилами, приписами, рекомендаціями), що нормують (регламентують) види токсидів з ВГ ДВЗ та методи відповідних ековипробувань. Основними нормативними документами є стандарти, які затверджено багатьма країнами; це – національні стандарти на токсичність двигунів (в Україні, наприклад, ДСТУ – державні стандарти України).

2. Дано характеристику викидів автотранспорту та їх впливу на людину та навколишнє природне середовище. Було описано основні шкідливі речовини, що виділяються під час роботи двигунів автомобілів, механізм їх утворення під час згорання палива в циліндрах двигуна, метаболізм продуктів згорання палива у атмосфері; вплив шкідливих речовин, які надходять у атмосферу під час роботи ДВЗ, на людину і довкілля.

3. Проаналізовані методи визначення екологічних показників автомобілів та вимірювальна і газоаналізуюча апаратура, в якій вони використовуються.

4. Наведені нині діючі методики визначення масових викидів шкідливих речовин автомобілів і соціально-економічних збитків, що наносяться довкіллю.

5. Наведено та проаналізовано методику виконання екологічного паспорту автобусного маршруту.

6. Запропоновані найоптимальніші на даний час шляхи зменшення шкідливих викидів ДВЗ: нейтралізація та уловлювання шкідливих викидів та зменшення забруднення довкілля за рахунок використання перспективних альтернативних палив.

7. Запропонований механізм зменшення шкідливих викидів ДВЗ шляхом раціональної експлуатації автомобілів, вдосконаленням конструкції двигунів, застосуванням систем впорскування бензину тощо.

8. Визначено, що при впровадженні біодизельного палива в експлуатацію для маршрутного автотранспорту м. Вінниця економічний ефект становить майже 15,8 млн. гривень.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Мазур И. И., Молдованов О. И. Курс инженерной экологии: Учебник для вузов / Под ред. И. И. Мазура – М.: Высш. Шк., 1999. – 447 с.
2. Кульчицкий А. Р. Токсичность автомобильных и тракторных двигателей: Учеб. пособие. – Владимир: Владим. Гос. ун-т, 2000. – 256 с.
3. Заонов В. А., Заиграев Л. С. Анализ европейских норм на выбросы вредных веществ с отработавшими газами автомобильных дизелей // Автошляховик України – 1996. - №2. – С. 2-5.
4. Новиков Л. А. Основные направления создания малотоксичных транспортных двигателей // Двигателестроение. – 2002. - №2. – С. 23-27; №3. – С. 32-34.
5. Редзюк А. М., Гутаревич Ю. Ф. Нормування екологічних показників ДВЗ: розвиток, стан і перспективи // Автошляховик України. – 2001. - № 4. – С. 2-9.
6. Новиков Л. А. и др.. Новые ГОСТы России на дымность и вредные выбросы судовых, тепловозных и промышленных дизелей // Двигателестроение. – 1996. - №№ 3,4 – С. 61-63.
7. Марков В. А., Баширов Р. М., Габитов И. И. Токсичность отработавших газов дизелей. – Уфа: Изд-во МГТУ, 2002. – 375 с.
8. Автомобильный справочник. Bosch: Пер. с англ. – М.: Изд-во «За рулем», 2000, - 896 с.
9. Указатель: Правила ЕЭК ООН. Директивы ЕЭК и стандарты ISO в области двигателестроения. – М.: САТР-фонд, 1998. – 88 с.
10. Хвалов В. Ф., Потапов А. И. Методы и приборы контроля вредных выбросов автомобилей в составе передвижной диагностической лаборатории. – Л.: ЛДНТП, 1990. – 32 с.
11. Автомобиль и окружающая среда: Учеб. пособие / П.М. Канило, И.С. Бей, А.И. Ровенский / Харьк. гос. автомоб.-дор. техн. ун-т. – Х.: Прапор, 2000. – 304 с.
12. Марков В.А., Баширов Р.М., Габитов И.И. Токсичность отработавших газов дизелей. – 2.изд., перераб. и доп. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э.Баумана,

2002. – 375с.

13. Автомобильные двигатели: Учеб. пособие для студ. вузов, обучающихся по спец. “Автомобили и автомоб. хоз-во” / Н.Г. Банников. – Луганск: Изд-во Восточноукр. гос. ун-та, 1999. – 224 с.
14. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: Навч. посіб. – К.: Знання, КОО, 2000. – 203 с.
15. Эффективность сжигания топлив и экология (энергоустановки и автомобили): Сб. науч. ст. НАН Украины. Ин-т проблем машиностроения / Отв. ред. Подгорный А.Н., Канило П.М. – Харьков, 1993. – 205 с.
16. Доценко И.И. Загрязнение атмосферного воздуха населенных мест оксидом углерода за счет выхлопных газов автотранспорта, М.: Машиностроение, 1990, – 314 с.
17. Якубовский Ю.Г. Автомобильный транспорт и защита окружающей среды, М.: Машиностроение, 1976, – 211 с.
18. Доценко И.И. Токсичность двигателей внутреннего сгорания. – М.: Машиностроение, 1973. – 200 с.
19. Исследование образования окислов азота в цилиндре бензинового двигателя // Снижение загрязнения воздуха в городе выхлопными газами автомобилей: Докл. участников II симпоз. стран СЭВ и СФРЮ. – М.: НИИНавтопром, 1971. – С. 72-79.
20. Инструкция РД 238 УССР 840011-106-89. Установление допустимых выбросов вредных веществ в атмосферу предприятиями Минтранса УССР от 01.01.1990. – К.: Изд-во Минтранса УССР, 1989. – 267 с.
21. Бучин В.Н. Обезвреживание дизельного выхлопа с помощью каталитических нейтрализаторов. – М.: Знание, 1969. – 247 с.
22. Богдаевский О.А. Пламенные нейтрализаторы дизельного выхлопа. – М.: Энергия, 1966. – 450 с.
23. Звонова З.Т. Каталитическая нейтрализация отработавших газов // Автомоб. пром-ть. – 1974. - Вып. 20. – С. 153-159.
24. Демченко О.Н. Пути уменьшения вредности отработавших газов

карбюраторных двигателей. – М.: НИИНавтопром, 1966. – 235 с.

25. Черных В.И. Метанол – топливо для автомобилей // Автоторожник Украины. – 1985. – № 4.
26. Кутенев В.Ф., Заиграев Л.С., Козлов А.В. Оценка эффективности применения различных методов снижения токсичности // Стандарты и качество. – 1997. – №3. – С. 52-55.
27. Кухаренко П.М., Улексін В.А., Яцук В.М. Застосування палив ненафтового походження для живлення дизельних двигунів з нероздільною камерою згорання // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Збірник наукових праць/ — 2010, №144-3.
28. Мироненко В.Г. Технології виробництва біодизеля : [курс лекцій для студ. сільськогосп. вищ. навч. закл.] / Мироненко В.Г. Дуброеін 8.0.. Попіщук В.М.. Драгнев С.В. — К.: ХОЛТЕХ, 2009. —100 с.
29. Biofuels barometer 2008 – EurObserv'ER Systèmes solaires Le journal des énergies renouvelables n° 185, S. 49–66, 6/2008.
30. Забарний Г.М., Кудря С.О., Кондратюк Т.Г., Четверик Г.О. Термодинамічна ефективність та ресурси рідкого біопалива України. – Київ: Інститут відновлювальної енергетики НАНУ, 2006. – 226 с.
31. Зеркалов Д. В. Энергозбереження в Україні [Електронний ресурс]: Монографія / Д.В. Зеркалов. – Електрон. дані. – К.: Основа, 2012. – 1 електрон. опт. диск (CD-ROM) ISBN 978-966-699-655-1.
32. В. А. Іщенко Р. А. Синчук Наукове обґрунтування рівня екологічної безпеки населення міста Жмеринка / Іщенко, В., & Синчук, Р. (2019). в НТКП ВНТУ. Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля. Отримано з <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-ebmd/all-ebmd-2019/paper/view/7055/5851/>

Додаток А. Технічне завдання

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ЕЕБ
к.т.н., доцент
_____ В.А.Іщенко
(підпис)
« 15 » _____ 09 _____ 2020 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на магістерську кваліфікаційну роботу

**НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ
АВТОТРАНСПОРТУ****08-48. МКР.210.00.000 ТЗ****спеціальність 183 – Технології захисту навколишнього середовища**

Керівник магістерської кваліфікаційної
роботи: к.т.н., доцент
_____ І.В.Васильківський
(підпис)
« 15 » _____ 09 _____ 2020 р.
Розробив: студент гр. ТЗД-19м
_____ Синчук Руслан Анатолійович
(підпис)
« 15 » _____ 09 _____ 2020 р.

1. Підстава для проведення робіт.

Підставою для виконання роботи є наказ № 214 по ВНТУ від “25” 09 2020 р., та індивідуальне завдання на МКР, затверджене протоколом № 2 засідання кафедри ЕЕБ від “8” 09 2020 р.

2. Мета роботи.

Дослідити екологічний вплив газових викидів двигунів внутрішнього згорання та розробити природоохоронні заходи для їх зменшення.

3. Вихідні дані для проведення робіт.

1. Доповідь про стан НПС у Вінницькій області (2017 рік) (Уклад. – Департамент екології та природних ресурсів у Вінницькій області. – Вінниця, 2017. – 250 с.). 2. Норми шкідливих викидів ДТЗ категорій М1 і N1 згідно з правилами № 83 з поправками до директиви ЄС (додаток Б).

4. Методи дослідження.

Математична обробка статистичних даних, використання засобів САПР, патентний та Internet-пошуки.

5. Етапи роботи і терміни їх виконання.

№ з/п	Найменування етапів МКР	Термін виконання
1.	Розробка технічного завдання.	15.09.2020
2.	Оцінка екологічної безпеки автотранспорту в Україні.	30.09.2020
3.	Характеристика валового викиду забруднюючих речовин двигунами внутрішнього згорання на території Вінниці.	15.10.2020
4.	Оцінка забруднення атмосферного повітря Вінниці маршрутним автотранспортом.	30.10.2020
5.	Природоохоронні заходи для зменшення забруднення атмосферного повітря автомобільним транспортом.	10.11.2020
6.	Техніко-економічне обґрунтування впровадження біодизелю в експлуатацію автотранспортом.	20.11.2020
7.	Підготовка висновків, додатків і переліку літератури.	30.11.2020

6. Призначення і галузь використання.

Розробка може бути використана для випуску нових видів вимірювального обладнання і контролю забруднення повітря ДВЗ.

7. Вимоги до розробленої документації.

Пояснювальна записка та графічна частина

8. Порядок приймання роботи.

Публічний захист роботи « » _____ 2020 р.

Початок розробки «8» 09 2020 р.

Граничні терміни виконання МКР «1» 12 2020 р.

Розробив студент групи ТЗД-19м _____ Синчук Руслан Анатолійович
(підпис)

Додаток Б.
Норми шкідливих викидів ДТЗ категорій М1 і N1 згідно з правилами № 83 з поправками до директиви ЄС.

Нормативний документ	Категорія ДТЗ	Тип двигуна	Контрольна маса (M_K), кг	Шкідливі (токсичні) викиди	Допустимі норми викидів токсидів г/км
1	2	3	4	5	6
Правила СЕК № 83-01; Директива 91/441/ЄС («Євро 1»)	М1 (до 6 пасажирів масою до 2.5 т)	Бензиновий дизель	незалежний	СО	2.72/2.16
				CH+NO _x	0.97/1.13
				ТЧ**	0.14/0.18
Правила СЕК № 83-01; Директива 91/441/ЄС	N1 та великі пасажирські ДТЗ (більше 6 пасажирів масою 2.5 т)	Бензиновий дизель	$M_K \leq 1250$	СО	2.72/13.16
				CH+NO _x	0.97/1.16
				ТЧ**	0.14/0.18
			$1250 < M_K \leq 1700$	СО	5.17/6.0
				CH+NO _x	1.4/1.6
				ТЧ**	0.19/9.22
			$M_K > 1700$	СО	6.9/8.0
				CH+NO _x	1.7/2.0
				ТЧ**	0.25/0.29
Правила СЕК № 83-01; Директива 96/44/ЄС («Євро 2»)	М1 (до 6 пасажирів, масою до 2.5 т)	Бензиновий	незалежний	СО	2.2
				CH+NO _x	0.5
		Дизель з розділеною камерою	незалежний	СО	1.0
				CH+NO _x	0.7
		Дизель з нерозділеною камерою	незалежний	СО	1.0
				CH+NO _x	0.9
Директива 96/44/ЄС, 96/69/ЄС	N1 та великі пасажирські ДТЗ (більше 6 пасажирів, масою більше 2.5 т)	Бензиновий	$M_K \leq 1250$	СО	2.2
				CH+NO _x	0.5
			$1250 < M_K \leq 1700$	СО	4.0
				CH+NO _x	0.06
			$M_K > 1700$	СО	5.0
				CH+NO _x	0.7
		Дизель з розділеною камерою	$M_K \leq 1250$	СО	1.0
				CH+NO _x	0.7
				ТЧ**	0.08
			$1250 < M_K \leq 1700$	СО	1.25
				CH+NO _x	1.0
				ТЧ**	0.12
		$M_K > 1700$	СО	1.5	
			CH+NO _x	1.2	
			ТЧ**	0.17	
		Дизель з нерозділеною камерою	$M_K \leq 1250$	СО	1.0
				CH+NO _x	0.9
				ТЧ**	0.1
$1250 < M_K \leq 1700$	СО		1.25		
	CH+NO _x		1.3		
	ТЧ**		1.14		
$M_K > 1700$	СО	1.5			
	CH+NO _x	1.6			
	ТЧ**	0.2			

Додаток В.
Норми викидів великими пасажирськими ДТЗ повною масою до 2.5 т і
легкими вантажівками до 3.5 т згідно з директивами
98/69/ЄС «Євро-3», «Євро-4».

Контрольна маса M_K , кг	Термін введення	Граничні норми викидів, г/км				
		CO	CH	NO _x	C _n H _m +NO _x	ТЧ
«Євро-3»						
ДТЗ з бензиновими двигунами						
$M_K \leq 1305$	01.2000 р.	2.30	0.20	0.15	-	-
$1305 < M_K$	01.2001 р.	4.17	0.25	0.18	-	-
≤ 1760	01.2001 р.	5.22	0.29	0.21	-	-
$M_K > 1760$						
ДТЗ з дизельними двигунами						
$M_K \leq 1305$	01.2000 р.	0.64	-	0.50	0.56	0.05
$1305 < M_K$	01.2001 р.	0.80	-	0.65	0.72	0.07
≤ 1760	01.2001 р.	0.95	-	0.78	0.86	0.10
$M_K > 1760$						
«Євро-4»						
ДТЗ з бензиновими двигунами						
$M_K \leq 1305$	01.2005 р.	1.00	0.10	0.08	-	-
$1305 < M_K$	01.2006 р.	1.81	0.13	0.10	-	-
≤ 1760	01.2006 р.	2.27	0.16	0.11	-	-
$M_K > 1760$						
ДТЗ з дизельними двигунами						
$M_K \leq 1305$	01.2005 р.	0.50	-	0.25	0.30	0.025
$1305 < M_K$	01.2006 р.	0.63	-	0.33	0.39	0.040
≤ 1760	01.2006 р.	0.74	-	0.39	0.46	0.069
$M_K > 1760$						

**Додаток Г.
Норми димності відпрацьованих газів.**

Витрати ВГ, $\text{дм}^3/\text{с}$	Натуральний показник послаблення потоку світла, не більше, м^{-1}	Коефіцієнт послаблення потоку світла, приведений до шкали димоміра ДОТ з $L = 0.43$, не більше, $N, \%$	Димове число фільтрату, приведене до шкали димоміра ДФТ з $L = 0.405$, не більше FSN, умовних одиниць
До 75 включно	1.857	55	4.17
Більше 75 до 85 включно	1.707	52	4.01
Більше 85 до 95 включно	1.612	50	3.91
Більше 95 до ПО включно	1.521	48	3.80
Більше ПО до 125 включно	1.433	46	3.70
Більше 125 до 140 включно	1.348	44	3.59
Більше 140 до 160 включно	1.267	42	3.47
Більше 160 до 185 включно	1.188	40	3.37
Більше 185 до 210 включно	1.112	38	3.26
Більше 210 до 250 включно	1.038	36	3.14
Більше 250 до 290 включно	0.966	34	3.02
Більше 290 до 350 включно	0.897	32	2.89
Більше 350 до 400 включно	0.829	30	2.77
Більше 400 до 500 включно	0.764	28	2.64
Більше 500 до 600 включно	0.700	26	2.50
Більше 600 до 700 включно	0.638	24	2.34
Більше 700 до 900 включно	0.578	22	2.13
Більше 900 до 1150 включно	0.519	20	2.02
Більше 1150 до 1500 включно	0.461	18	1.84
Більше 1500 до 2000 включно	0.405	16	1.67
Більше 2000 до 3000 включно	0.351	14	1.48
Більше 3000	0.297	12	1.42

**Додаток Д.
Норми шкідливих викидів дизелів різних призначень.**

Країна, стандарт, рік введення	Призначення дизеля	Параметр, який нормується	Значення норми, г/(кВт·год)	Випробувальна процедура
Росія, ГОСТР 51249, 2000	Судновий	NO _x	9.8 – 17.0	4-ступінчасті цикли (ISO 8178-4)
		CO	3.0	
		C _n H _m	1.0	
Росія, ГОСТР 51249, 2000	Тепловозний	NO _x	12.0	3-ступінчасті цикли (ISO 8178-4)
		CO	3.0	
		C _n H _m	1.0	
Росія, ГОСТР 51249, 2000	Промисловий	NO _x	10.0	4-ступінчасті цикли (ISO 8178-4)
		CO	3.0	
		C _n H _m	1.0	
США, ЕРА, 1995	Тепловозний	NO _x	12.7	13-ступінчастий цикл
		CO	6.7	
		C _n H _m	1.3	
Країни ЄС (Європа), EURO-1, 1994	Дизелі кожного транспорту	NO _x	5.0	13-ступінчастий цикл
		CO	4.5	
		C _n H _m	1.3	
		ТЧ	0.36	
Країни ЄС (Європа), EURO-2, 1997	Дизелі кожного транспорту	NO _x	7.0	13-ступінчастий цикл
		CO	4.0	
		C _n H _m	1.1	
		ТЧ	0.15	
Країни ЄС (Європа), ЕСЕ № 96, 1995	Тракторні	NO _x	9.2	8-ступінчастий цикл
		CO	5.0	
		C _n H _m	1.3	
		ТЧ	0.54	
США, ЕРА, 1995	Дизелі кожного транспорту	NO _x	6.4	13-ступінчастий цикл
		CO	3.5	
		C _n H _m	1.0	
		ТЧ	0.30	
Стандарт ІМО, МЕРС39/1, 2000	Судновий	NO _x	9.8 – 17.0	4-ступінчасті цикли (ISO 8178-4)
США, ЕРА, 1995	Судновий	NO _x	11.4	4-ступінчасті цикли
		CO	6.2	
		C _n H _m	1.3	
		ТЧ	0.54	

**Додаток Е.
Характеристика маршрутного таксі м. Вінниця.**

Номер маршруту	Довжина маршруту, км	Кількість автомобілів на маршруті, шт	Витрати палива 1 автомобіля в 1 бік, л	Витрати палива окремого маршруту в 1 бік, л	Витрати палива окремого маршруту за 1 коло, л	Грошова оцінка спаленого дизельного палива в 1 бік, грн	Грошова оцінка спаленого біодизелю в 1 бік, грн
1А	5,8	3	1	3	6	30,6	27,6
2А	5,4	6	1	6	12	61,2	55,2
2Б	9,9	10	1,7	17	34	173,4	156,4
3А	12,6	10	2,2	22	44	224,4	202,4
3Б	7,4	12	1,25	15	30	153	138
5А	4,5	4	0,25	3	6	30,6	27,6
6А	4,5	4	0,5	2	4	20,2	18,4
7А	7,5	4	1,25	5	5	51	46
8А	9,0	11	1,55	17	34	173,4	156,4
8Б	7,0	4	1,25	5	10	51	46
9А	5,8	2	1	2	4	20,2	18,4
10А	5,0	6	0,83	5	10	51	46
11А	7,0	4	1,25	5	10	51	46
11Б	4,5	6	0,83	5	10	51	46
12А	8,0	6	0,75	8	16	81,6	73,6
13А	3,3	4	0,6	2	4	20,2	18,4
13Б	3,3	4	0,6	2	4	20,2	18,4
14А	7,5	4	1,3	5	10	51	46
16А	10,5	12	1,8	22	44	224,4	202,4
16Б	6,3	5	1,1	5	10	51	46
17А	15,0	15	2,6	39	78	397,8	358,8
17Б	15,6	12	2,7	32	64	326,4	294,4
18А	4,5	6	0,8	5	10	51	46
18Б	7,5	6	1,3	8	16	81,6	73,6
19А	10,1	6	1,8	10	20	102	92
20А	16,0	20	2,7	54	108	550,8	496,8
21А	6,5	6	1,1	7	14	71,4	64,4
22А	7,2	6	1,2	7	14	71,4	64,4
23А	13,4	18	2,3	41	82	418,2	377,2

Додаток Ж.
Кількість зроблених повних маршрутів за зміну.

Номер маршруту	Час роботи, год	Середнє значення інтервалу руху, хв (год)	Кількість повних маршрутів за зміну
1А	18	24 (0,4)	45
2А	18	16 (0,3)	60
2Б	18	18 (0,3)	60
3А	18	24 (0,4)	45
3Б	18	10 (0,2)	90
5А	18	22 (0,2)	45
6А	18	30 (0,5)	36
7А	18	24 (0,4)	45
8А	18	20 (0,3)	60
8Б	18	34 (0,6)	30
9А	18	44 (0,7)	28
10А	18	20 (0,3)	60
11А	18	30 (0,5)	36
11Б	18	22 (0,4)	45
12А	18	22 (0,4)	45
13А	18	22 (0,4)	45
13Б	18	22 (0,4)	45
14А	18	22 (0,4)	45
16А	18	24 (0,4)	45
16Б	18	14 (0,2)	90
17А	18	30 (0,5)	36
17Б	18	22 (0,4)	45
18А	18	20 (0,3)	60
18Б	18	20 (0,3)	60
19А	18	30 (0,5)	36
20А	18	14 (0,2)	90
21А	18	30 (0,5)	36
22А	18	24 (0,4)	45
23А	18	12 (0,2)	90

Додаток И.
Кількісна оцінка витрати палива маршрутним автотранспортом
м. Вінниця

Номер маршруту	Кількість автомобілів на маршруті, шт	Кількість повних маршрутів за зміну	Витрати палива окремого маршруту за 1 коло, л	Витрати палива окремого маршруту за 1 добу, л	Витрати палива окремого маршруту за 1 рік, л	Маса витраченого палива окремого маршруту за 1 рік, т
1А	3	45	6	270	98550	84753
2А	6	60	12	720	262800	226008
2Б	10	60	34	2040	744600	640356
3А	10	45	44	1980	722700	621522
3Б	12	90	30	2700	985500	847530
5А	4	45	6	270	98550	84753
6А	4	36	4	144	52560	45202
7А	4	45	5	225	82125	70628
8А	11	60	34	2040	744600	640356
8Б	4	30	10	300	109500	94170
9А	2	28	4	112	40880	35157
10А	6	60	10	600	219000	188340
11А	4	36	10	360	131400	113004
11Б	6	45	10	450	164250	141255
12А	6	45	16	720	262800	226008
13А	4	45	4	180	65700	56502
13Б	4	45	4	180	65700	56502
14А	4	45	10	450	164250	141255
16А	12	45	44	1980	722700	621522
16Б	5	90	10	900	328500	282510
17А	15	36	78	2808	1024920	881431
17Б	12	45	64	2880	1051200	904032
18А	6	60	10	600	219000	188340
18Б	6	60	16	960	350400	301344
19А	6	36	20	720	262800	226008
20А	20	90	108	9720	3547800	3051108
21А	6	36	14	504	183960	158206
22А	6	45	14	630	229950	197757
23А	18	90	82	7380	2693700	2316582
Разом	212	–	699	42823	15630395	13442140

Додаток К.

Визначення податку за викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря пересувними джерелами забруднення.

Номер маршруту	Маса витраченого палива окремого маршруту за 1 рік, т	Ставка податку за викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря пересувними джерелами забруднення при спалюванні дизельного пального, грн/т	Ставка податку за викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря пересувними джерелами забруднення при спалюванні біодизельного пального, грн/т	Податок за викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря пересувними джерелами забруднення при спалюванні дизельного пального, грн	Податок за викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря пересувними джерелами забруднення при спалюванні біодизельного пального, грн
1А	84753	79,9	68,15	6771764,7	5775916,95
2А	226008	79,9	68,15	18058039,2	15402445,2
2Б	640356	79,9	68,15	51164444,4	43640261,4
3А	621522	79,9	68,15	49659607,8	42356724,3
3Б	847530	79,9	68,15	67717647	57759169,5
5А	84753	79,9	68,15	6771764,7	5775916,95
6А	45202	79,9	68,15	3611639,8	3080516,3
7А	70628	79,9	68,15	5643177,2	4813298,2
8А	640356	79,9	68,15	51164444,4	43640261,4
8Б	94170	79,9	68,15	7524183	6417685,5
9А	35157	79,9	68,15	2809044,3	2395949,55
10А	188340	79,9	68,15	15048366	12835371
11А	113004	79,9	68,15	9029019,6	7701222,6
11Б	141255	79,9	68,15	11286274,5	9626528,25
12А	226008	79,9	68,15	18058039,2	15402445,2
13А	56502	79,9	68,15	4514509,8	3850611,3
13Б	56502	79,9	68,15	4514509,8	3850611,3
14А	141255	79,9	68,15	11286274,5	9626528,25
16А	621522	79,9	68,15	49659607,8	42356724,3
16Б	282510	79,9	68,15	22572549	19253056,5
17А	881431	79,9	68,15	70426336,9	60069522,65
17Б	904032	79,9	68,15	72232156,8	61609780,8
18А	188340	79,9	68,15	15048366	12835371
18Б	301344	79,9	68,15	24077385,6	20536593,6
19А	226008	79,9	68,15	18058039,2	15402445,2
20А	3051108	79,9	68,15	243783529,2	207933010,2
21А	158206	79,9	68,15	12640659,4	10781738,9
22А	197757	79,9	68,15	15800784,3	13477139,55
23А	2316582	79,9	68,15	185094901,8	157875063,3
Разом	13442141	-	-	1074027066	916081909,2

Додаток Л.
Акт впровадження результатів магістерської кваліфікаційної роботи

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор ІНЕБМД, д.т.н., професор
_____ Петрук В.Г.
“ ____ ” _____ 2020 р.

АКТ
впровадження результатів
магістерської кваліфікаційної роботи
студента групи ТЗД-19м
Синчука Руслана Анатолійовича
на тему: «НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ
АВТОТРАНСПОРТУ»
у навчальний процес

Комісія у складі професора Ранського А. П., доцента Кватернюка С. М., доцента Петрука Р.В. склали цей акт про те, що в інституті екологічної безпеки та моніторингу довкілля Вінницького національного технічного університету під час виконання практичних занять з дисципліни «Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище» впроваджено такі результати, розроблені магістрантом Синчуком Русланом Анатолійовичем:

1. Удосконалена методика оцінки забруднення атмосферного повітря маршрутним автотранспортом на досліджуваній території.
2. Планування природоохоронних заходів із використанням каталізаторів для зменшення забруднення атмосферного повітря автомобільним транспортом.

“ ____ ” _____ 2020 р.

Голова комісії: _____ д.х.н., професор, завідувач кафедри
ХХТ Ранський А. П.

Члени комісії: _____ к.т.н., доцент каф. ЕЕБ Кватернюк С.М.

_____ к.т.н., доцент кафедри ЕЕБ Петрук Р. В.

Норми шкідливих викидів великовантажними автомобілями при випробуванні
за циклом ЕТС

Рік введення	Викиди г/(кВтгод)				
	СО	Неметанових вуглеводнів (НМС _n Н _m)	Метану (СН ₄)**	NO _s	ТЧ (РТ)***
2000, "Євро-3"	5.45	0.78	1.6	5.0	0.16 0.21*
2005, "Євро-4"	4.0	0.55	1.1	3.5	0.03
2008, "Євро-5"	4.0	0.55	1.1	0.2	0.03
Норми для ЕЕФТ					
	3.0	0.4	0.65	2.0	0.02

* Для двигунів з об'ємом циліндра менше 0,75 л і частотою обертання більше 3000 хв⁻¹

** Тільки для двигунів на природному газі.

*** Не стосується газових двигунів за "Євро-3", "Євро-4".

Динаміка викидів шкідливих речовин з ВГ дизелів ТЗ серійного виробництва згідно нормативам Європи

Стандарти (ДТЗ з повною масою понад 3.5)	Питомі викиди токсидів, г/(кВт·год)			
	СО	С _n Н _m	NO _x	ТЧ (тверді частки)
"Євро-1" (до 01.10.1995р.)	4.9	1.23	8.0	0.40
"Євро-2" (з 01.10.1995р.)	4.0	1.10	7.0	0.25
"Євро-3" (з 01.10.2000р.)	2.1	0.66	5.0	0.13
"Євро-4" (з 2005р.)	1.5	0.46	3.5	0.02
"Євро-5" (з 2008р.)	1.5	0.25	2.0	0.02

Примітка: дизелі повинні відповідати нормам димності за "Євро-3" – не більше 29 % по шкалі Hartrige; за "Євро-4" — не більше 20 %; за "Євро-5 – не більше 6 %.

					08-48. МКР.210.00.001 ГЧ			
					Норми шкідливих викидів великовантажними автомобілями при випробуванні за циклом ЕТС. Динаміка викидів шкідливих речовин з ВГ дизелів ТЗ серійного виробництва згідно нормативам Європи	Літ.	Маса	Масш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата				
Розробив	Синчук Р.А.			30.11				
Перевірів	Васильківський І.В.			30.11				
Т.контр.								
Рецензент	Тітов Т.С.			30.11				
Н. контр.	Васильківський І.В.			30.11				
Затвердив	Іщенко В.А.			30.11				
						Аркш 1	Аркшів 6	
						ВНТУ, ІнеБМД, ТЗД-19м		

Вміст токсичних викидів у відпрацьованих газах двигунів

Компоненти	Доля токсичного компонента		
	Карбюраторні % на 1000л палива кг	Дизельні % на 1000л палива кг	Газобалонні % на 1000л палива кг
СО	0,5-12,0	25	0,009 – 0,5
Бенз(а)пирен	-	до 10	-
Альдегіди	до 0,2	-	0,001-0,09
Кіптява	до 0,04	1	0,01-1,1

Порівняльний склад вихлопних газів бензинових і дизельних машин

Компонент	Вміст	
	Бензинові машини	Дизельні машини
Оксид вуглецю, %	0,2	до 10
Вуглеводні, %	0,01	до 3
Оксиди азоту, %	0,3	до 0,8
Альдегіди, %	0,002	до 0,03
Сажа, г/м ³	0,01-2,0	до 0,04
Бенз(а)пирен, мг/м ³	до 10	до 20
Двооксид сірки, %	0,03	до 0,008

Питомі коефіцієнти викидів шкідливих речовин з відпрацьованими газами двигунів автомобілів, т/т

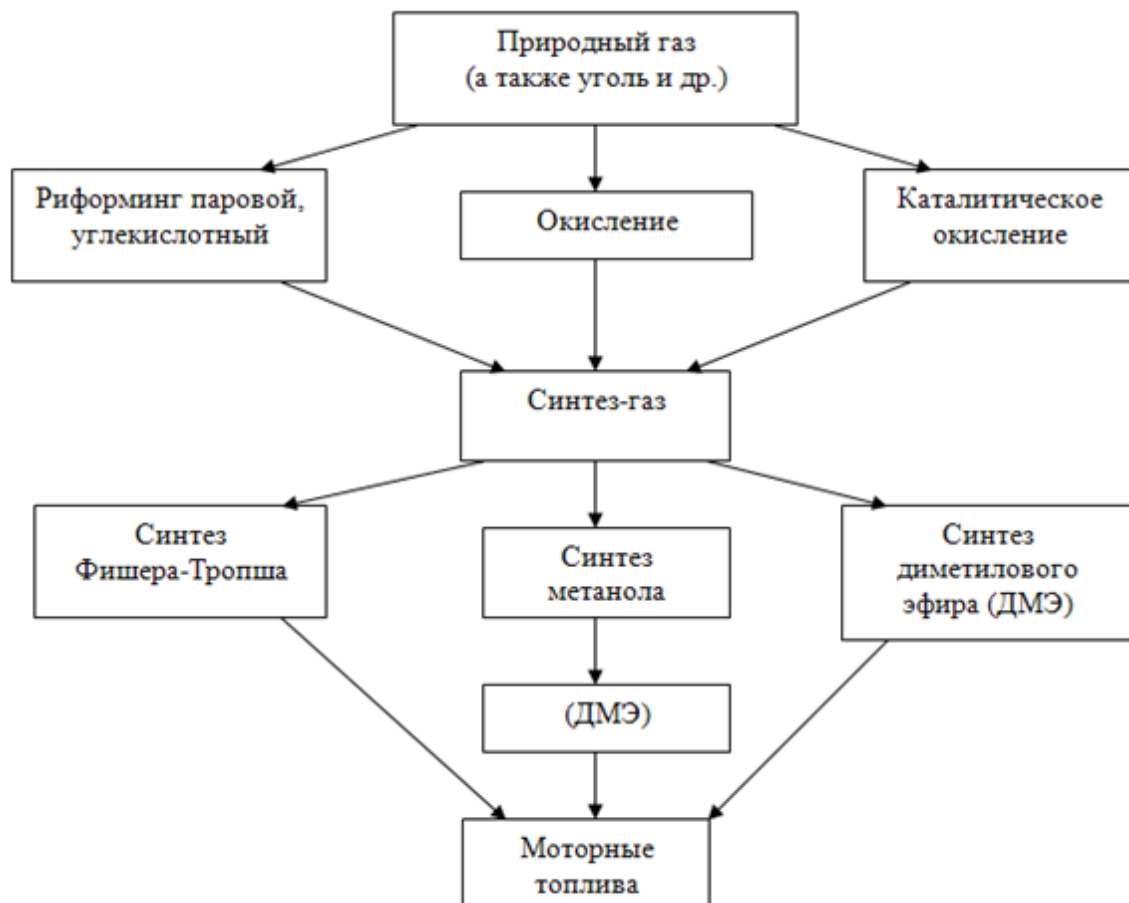
Значення коефіцієнтів	Вид автомобільного палива		
	Бензин	Дизельне паливо	Природний газ
Оксид вуглецю, СО	0,42	0,05	0,09
Вуглеводні, СН	0,046	0,019	0,021
Альдегіди, RCHO	0,0012	0,0034	0,0019
Тверді частки	0,0011	0,0092	-
Бенз[а]пирен	$0,1 \cdot 10^{-12}$	$0,14 \cdot 10^{-12}$	$0,01 \cdot 10^{-12}$
Оксиди азоту, NO _x	0,027	0,033	0,016
Оксиди сірки, SO _x	0,0015	0,022	0,0011
Сполуки свинцю	$0,37 \cdot 10^{-3}$	-	-
Усього	0,5	0,2	0,13

					08-48. МКР.210.00.002 ГЧ			
					Вміст токсичних викидів у відпрацьованих газах двигунів. Порівняльний склад вихлопних газів бензинових і дизельних машин.	Літ.	Маса	Масш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата				
Розробив		Синчук Р.А.		30.11				
Перевірів		Васильківський І.В.		30.11				
Т. контр.						Аркш 2		Аркшів 6
Рецензент		Тітов Т.С.		30.11		ВНТУ, ІнЕБМД, ТЗД-19м		
Н. контр.		Васильківський І.В.		30.11				
Затвердив		Іщенко В.А.		30.11				

Середній рівень реалізації пального АЗС у м. Вінниця за добу

Назва компанії АЗС	Кількість	Середній рівень реалізації пального, дм ³ /добу			
		Бензин	Дизельне паливо	Газ	Всього
Укрнафта	1	10000	1620	380	12000
TNK	3	32760	5240	1000	39000
Wels	9	143640	25710	1650	171000
OKKO	6	70560	11590	850	84000
WOG	4	57120	10300	580	68000
Shell	6	100800	18000	1200	120000
Лукойл	1	9240	1400	260	11000
Всього	29	424120	73860	5920	505000

Основні шляхи переробки природного газу в моторні палива



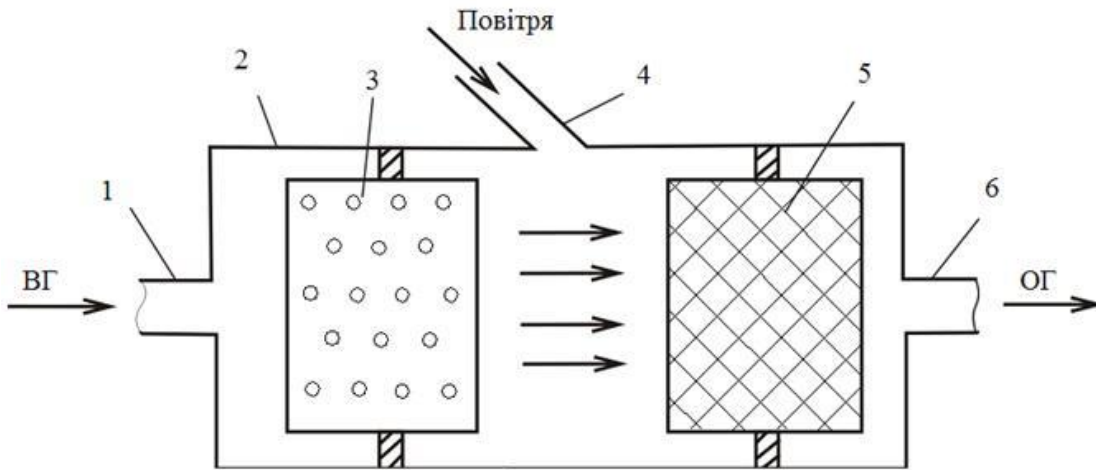
					08-48. МКР.210.00.003 ГЧ			
					Середній рівень реалізації пального АЗС у м. Вінниця за добу. Основні шляхи переробки природного газу в моторні палива.	Літ.	Маса	Масш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата				
Розробив		Синчук Р.А.		30.11				
Перевірів		Васильківський І.В.		30.11				
Т. контр.				30		Аркш 3 Аркшів 6		
Рецензент		Тітов Т.С.		30.11		ВНТУ, ІнеБМД, ТЗД-19м		
Н. контр.		Васильківський І.В.		30.11				
Затвердив		Іщенко В.А.		30.11				

Оцінка забруднення атмосферного середовища м. Вінниця
маршрутним автотранспортом

Номер маршруту	Довжина маршруту в 1 бік, км	Кількість автомобілів на маршруті, шт	Викиди в атмосферу за 1 коло, кг	Викиди в атмосферу за 1 зміну, кг	Викиди в атмосферу за 1 рік, кг
1А	5,8	3	2	90	32850
2А	5,4	6	3,7	222	81030
2Б	9,9	10	11	660	240900
3А	12,6	10	14,2	639	233235
3Б	7,4	12	10	900	328500
5А	4,5	4	2	90	32850
6А	4,5	4	2	90	32850
7А	7,5	4	3,4	122,4	44676
8А	9,0	11	11	660	240900
8Б	7,0	4	3,2	96	35040
9А	5,8	2	1,3	36,4	13286
10А	5,0	6	3,4	204	74460
11А	7,0	4	3,2	115,2	42048
11Б	4,5	6	3	135	49275
12А	8,0	6	5,4	243	88695
13А	3,3	4	1,5	67,5	24638
13Б	3,3	4	1,5	67,5	24638
14А	7,5	4	3,4	156,4	57086
16А	10,5	12	14	630	229950
16Б	6,3	5	3,6	324	118260
17А	15,0	15	25	900	328500
17Б	15,6	12	21	945	344925
18А	4,5	6	3	180	65700
18Б	7,5	6	5	300	109500
19А	10,1	6	6,8	244,8	89352
20А	16,0	20	36,2	3258	1189170
21А	6,5	6	4,4	158,4	57816
22А	7,2	6	4,8	216	78840
23А	13,4	18	27,3	2457	896805
				Всього	5185775

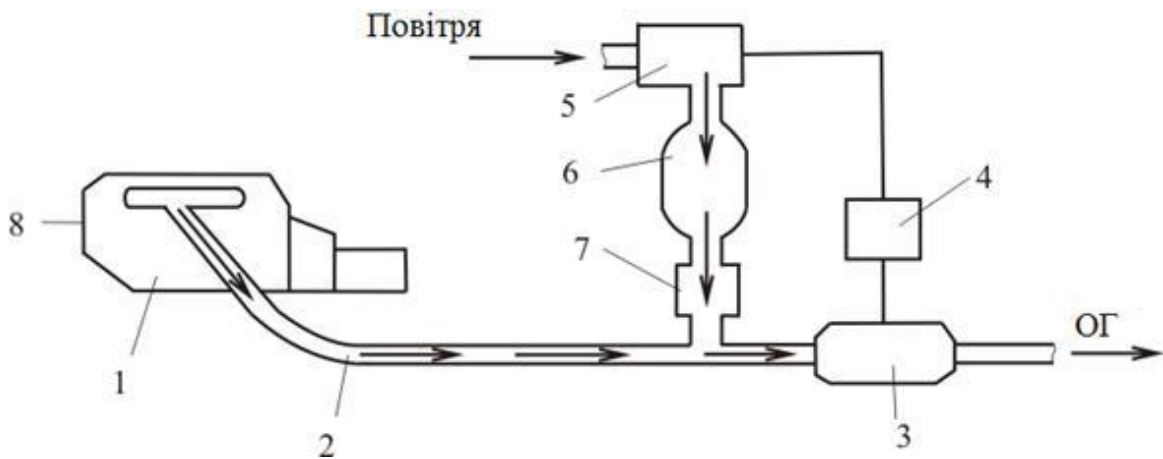
					08-48. МКР.210.00.004 ГЧ			
					Оцінка забруднення атмосферного середовища м. Вінниця маршрутним автотранспортом.	Літ.	Маса	Масш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата				
Розробив	Синчук Р.А.			30.11				
Перевірів	Васильківський І.В.			30.11				
Т.контр.						Арк.ш	Арк.шів 6	
Рецензент	Тітов Т.С.			30.11		ВНТУ, ІнЕБМД, ТЗД-19м		
Н. контр.	Васильківський І.В.			30.11				
Затвердив	Іщенко В.А.			30.11				

Схема двокамерного каталітичного нейтралізатора

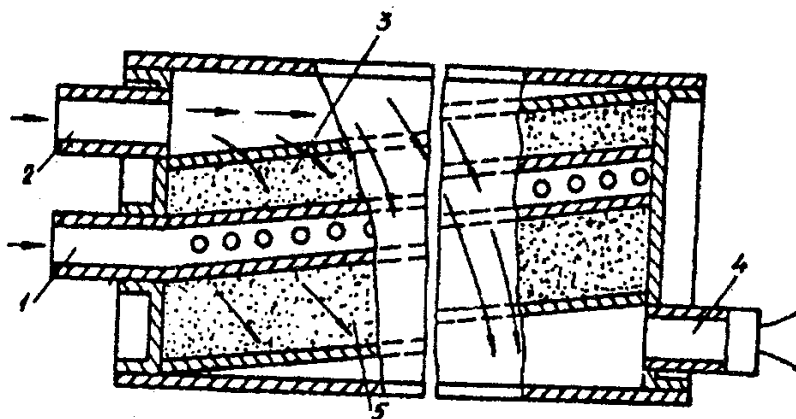


1 – впускний патрубок; 2 – корпус; 3 – каталізатор нейтралізації оксидів азоту; 4 – патрубок для додаткового повітря; 5 – каталізатор окислення CO і C_nH_m ; 6 – випускний патрубок.

Схема встановлення каталітичного нейтралізатора



Конструктивна схема каталітичного нейтралізатора



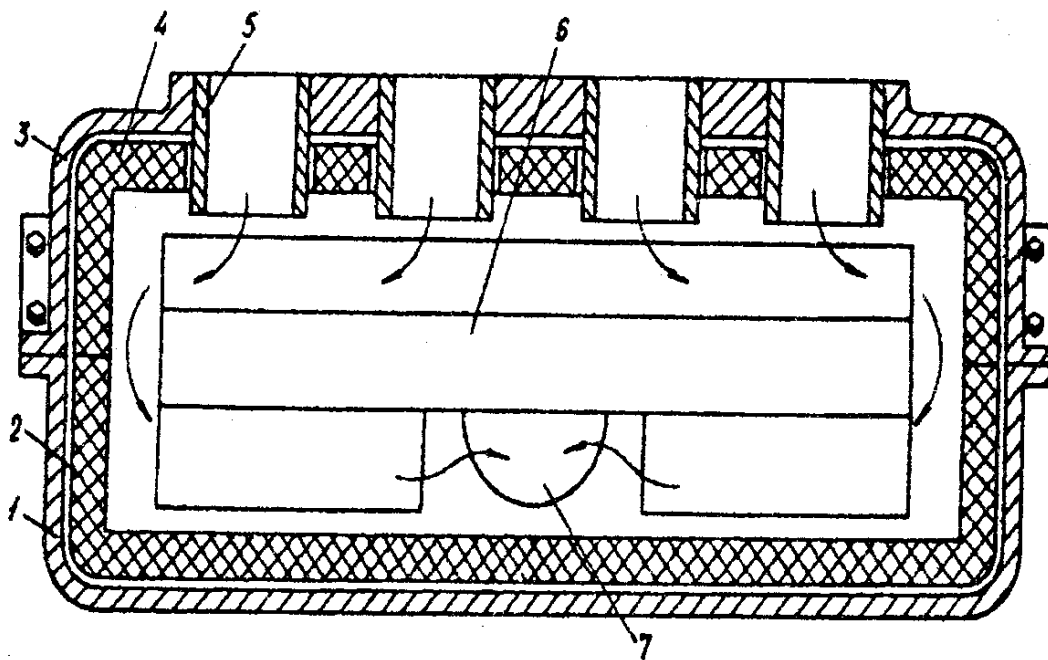
1, 2, 4 – патрубки, 3 – каталізатор відновлювальний, 5 – окислювальний каталізатор.

					08-48. МКР.210.00.005 ГЧ			
					Схема двокамерного каталітичного нейтралізатора. Конструктивна схема каталітичного нейтралізатора. Схема встановлення каталітичного нейтралізатора.	Літ.	Маса	Масш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата				
Розробив	Синчук Р.А.			30.11				
Перевірів	Васильківський І.В.			30.11				
Т.контр.								
Рецензент	Тітов Т.С.			30.11				
Н. контр.	Васильківський І.В.			30.11				
Затвердив	Іщенко В.А.			30.11				
						Арк\ш	Арк\шів	б
						ВНТУ, ІнЕБМД, ТЗД-19м		

Регенерація завуглецьованих каталізаторів на різних носіях

Температура, °C	Втрата ваги каталізатора, г		Ступінь регенерації, %	
	ОМК-А	ОМК-М	ОМК-А	ОМК-М
100	0	0	0	0
125	1,1	0,2	3,4	0,7
175	2,3	1,1	7,2	4,1
225	6,2	4,9	19,3	18,1
275	13,1	8,0	40,9	29,6
325	17,4	13,1	54,3	48,5
375	19,2	15,8	60,0	58,5
425	24,6	19,3	76,8	71,5
475	28,7	22,6	89,7	83,7
525	31,2	25,4	97,5	94,0
575	32,0	26,8	100,0	99,2
625	32,0	27,0	100,0	100,0

Конструктивна схема термічного нейтралізатора



1 і 3 – частини металічного корпусу; 2 і 4 – камера реактора;
5 – патрубок; 6 – перегородка; 7 – вікно

					08-48. МКР.210.00.006 ГЧ			
					Регенерація завуглицьованих катализаторів на різних носіях. Конструктивна схема термічного нейтралізатора.	Літ.	Маса	Масш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата				
Розробив		Синчук Р.А.		30.11				
Перевірів		Васильківський І.В.		30.11				
Т.контр.								
Рецензент		Тітов Т.С.		30.11				
Н. контр.		Васильківський І.В.		30.11				
Затвердив		Іщенко В.А.		30.11				
						Аркш	Аркшів	б
						ВНТУ, ІнЕБМД, ТЗД-19м		