МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра прикладної екології та охорони праці
(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота/проект

рівень вищої освіти другий (магістерський)

на тему «Аналіз технологічних заходів з мінімізації екологічного ризику від забруднення атмосферного повітря викидами автотранспорту»

Виконав: студент (ка) 2 курсу, групи 8.1839з

Спеціальності 183 «Технології захисту навкслишнього середовища»
(назва)

Освітньої програми «Технології захисту навколишнього середовища»
(назва)

спеціалізації _____
(код і назва спеціалізації)

Пругло К.В.
(ініціали та прізвище)

Керівник доцент, доцент, к.т.н. Бєлоконь К.В.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент професор, д.т.н. Куріс Ю.В.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

м. Запоріжжя

2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра прикладної екології та охорони праці

Рівень вищої освіти другий (магістерський)
(перший (бакалаврський) рівень, другий (магістерський) рівень)

Спеціальність 183 «Технології захисту навколишнього середовища»
(шифр)

Освітня програма «Технології захисту навколишнього середовища»
(назва)

Спеціалізація _____
(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ Г.Б. Кожемякін
"01" 12 2020 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ/ПРОЕКТ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Пругло Катерини Віталіївни
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту) «Аналіз технологічних заходів з мінімізації екологічного ризику від забруднення атмосферного повітря викидами автотранспорту»

керівник роботи Бєлоконь Каріна Володимирівна, доцент, кандт. техн.наук
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від "09" 10 2020 року № 1583-с

2. Строк подання студентом 01.12.2020

3. Вихідні дані до роботи концентрації забруднюючих речовин, референтні концентрації

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) сучасний стан проблеми забруднення навколишнього середовища викидами автотранспорту та способи їх знешкодження, методи дослідження та методики проведення експериментів, визначення рівня екологічної безпеки викидів автотранспорту, дослідження процесу каталітичного знешкодження шкідливих компонентів викидів автотранспорту з використанням інтерметалідних каталізаторів, охорона праці та техногенна безпека, висновки, список використаних джерел, додатки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) 15 слайдів: мета та завдання кваліфікаційної роботи, наукова новизна та практичне значення кваліфікаційної роботи, вплив викидів автотранспорту на здоров'я населення,

розрахунок індивідуального ризику, розрахунок неканцерогенного р
транспортно-екологічна характеристика перехресть, що досліджуєт
індивідуальний канцерогенний ризик від бенз(а)пірену, індекси небезпеки на орг
системи на досліджуваних перехрестях, заходи, спрямовані на зменшення
шкідливих викидів від автотранспорту, схеми лабораторних установок для отри
інтерметалідних каталізаторів та дослідження каталітичної активності, кор
оксиду вуглецю та вуглеводнів на інтерметалідних каталізаторах без обр
дослідження складу каталізатора, обробленого лугом 20% NaOH, на процес окис
оксиду вуглецю та вуглеводнів, значення питомої поверхні каталізатора до і
обробки, висновки

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	доцент Бєлоконь К.В.	01.10.20	01.10.2
2	доцент Бєлоконь К.В.	11.10.20	18.10.2
3	доцент Бєлоконь К.В.	19.10.20	19.10.2
4	доцент Бєлоконь К.В.	01.11.20	10.11.2
5	доцент Бєлоконь К.В.	11.11.20	16.11.20

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Приміт
1	Збір матеріалу	01.09-15.09 2020	
2	Аналіз зібраного матеріалу	15.09-01.10 2020	
3	Виконання 1 розділу	01.10-10.10.2020	
4	Виконання 2 розділу	11.10-18.10 2020	
5	Виконання 3 розділу	19.10-30.10 2020	
6	Виконання 4 розділу	01.11-10.11 2020	
7	Виконання 5 розділу	11.11-16.11 2020	
8	Розробка презентації	17.11-30.11 2020	
9	Перевірка роботи консультантами	01.11-01.12.2020	
10	Попередній захист роботи	01.12.2020	
11	Захист роботи у ЕК	15.12.2020	

Студент (підпис) Пругло К.В. (ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту) (підпис) Бєлоконь К.В. (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер (підпис) Рижков В.Г. (ініціали та прізвище)

Анотація

Пругло К.В. Кваліфікаційна робота «Аналіз технологічних заходів з мінімізації екологічного ризику від забруднення атмосферного повітря викидами автотранспорту».

Кваліфікаційна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 183 «Технології захисту навколишнього середовища», науковий керівник К.В. Бєлоконь. Запорізький національний університет. Інженерний навчально-науковий інститут, кафедра прикладної екології та охорони праці, 2020.

Проведено аналіз екологічної безпеки викидів автотранспорту м. Запоріжжя. Розраховано неканцерогенні ризики за коефіцієнтами та індексами небезпеки, індивідуальні канцерогенні ризики та індивідуальні ризики смерті для здоров'я експонованого населення, що зазнає впливу від забруднення атмосферного повітря викидами автотранспорту м. Запоріжжя. Розроблено оптимальний склад інтерметалідного каталізатора. Визначено вплив кислотної та лужної обробки інтерметалідних каталізаторів на їх каталітичну активність.

Ключові слова: ОКСИД ВУГЛЕЦЮ, ВУГЛЕВОДНІ, ІНДЕКС НЕБЕЗПЕКИ, РЕФЕРЕНТНА ДОЗА, ОЦІНКА РИЗИКУ, КАТАЛІТИЧНЕ ЗНЕШКОДЖЕННЯ, НЕЙТРАЛІЗАТОР, ІНТЕРМЕТАЛІДНИЙ КАТАЛІЗАТОР.

Abstract

Pruglo K.V. Qualifying work «Analysis of technological measures to minimize the environmental risk of air pollution by vehicle emissions».

Scientific supervisor is K.V. Belokon of qualifying work for obtaining master's degree in higher education on specialty № 183 «Environmental Protection Technologies». Zaporizhzhia National University. Engineering Educational and

Scientific Institute of Zaporizhzhia National University, The Department of Applied Ecology and Labor Protection, 2020.

The analysis of the environmental safety of vehicle emissions in Zaporozhye was realized. Calculated non-carcinogenic risks by coefficients and hazard indices, individual carcinogenic risks and individual risks of death for the health of the exposed population, which is affected by atmospheric air pollution by emissions from vehicles in Zaporozhye. The optimal composition of intermetallide catalysts was developed. The effect of acid and alkaline treatment of intermetallide catalysts on their catalytic activity was determined.

Keywords: CARBON MONOXIDE, HYDROCARBONS, HAZARD INDEX, REFERENCE DOSE, RISK ASSESSMENT, CATALYTIC NEUTRALIZATION, NEUTRALIZER, INTERMETALLIDE CATALYST.

Аннотация

Пругло Е.В. Квалификационная работа «Анализ технологических мероприятий по минимизации экологического риска загрязнения атмосферного воздуха выбросами автотранспорта».

Квалификационная работа для получения степени высшего образования магистра по специальности 183 «Технологии защиты окружающей среды», научный руководитель К.В. Белоконь. Запорожский национальный университет. Инженерный учебно-научный институт, кафедра прикладной экологии и охраны труда, 2020.

Проведен анализ экологической безопасности выбросов автотранспорта г. Запорожья. Рассчитаны неканцерогенные риски по коэффициентам и индексам опасности, индивидуальные канцерогенные риски и индивидуальные риски смерти для здоровья экспонированного населения, которое испытывает влияние загрязнения атмосферного воздуха выбросами автотранспорта г. Запорожье. Разработан оптимальный состав интерметаллидных катализаторов. Определено влияние кислотной и

щелочной обработки интерметаллидных катализаторов на их каталитическую активность.

Ключевые слова: ОКСИД УГЛЕРОДА, УГЛЕВОДОРОДЫ, ИНДЕКС ОПАСНОСТИ, РЕФЕРЕНТНАЯ ДОЗА, ОЦЕНКА РИСКА, КАТАЛИТИЧЕСКОЕ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ, НЕЙТРАЛИЗАТОР, ИНТЕРМЕТАЛЛИДНЫЙ КАТАЛИЗАТОР.

ЗМІСТ

ВСТУП 10

1 СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ВИКИДАМИ АВТОТРАНСПОРТУ ТА СПОСОБИ ЇХ ЗНЕШКОДЖЕННЯ 15

1.1 Динаміка викидів автотранспорту у м. Запоріжжі . . 15

1.2 Нормування викидів відпрацьованих газів автомобілів та перехід до стандартів Євро 20

1.3 Вплив викидів від автотранспорту на здоров'я людини та навколишнє природне середовище 26

1.4 Порівняльна характеристика каталізаторів, які застосовуються в каталітичних нейтралізаторах для очищення вихлопних газів . . 34

1.5 Огляд існуючих конструкцій каталітичних нейтралізаторів для очищення вихлопних газів двигунів внутрішнього згоряння . . 40

1.6 Огляд методів виробництва каталізаторів, що використовуються в каталітичних нейтралізаторах для очищення вихлопних газів . . 45

1.7 Висновки до розділу 1 46

2 МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТІВ 47

2.1 Методологія оцінки ризику для здоров’я населення . . 47

2.1.1 Ідентифікація небезпеки 48

2.1.2 Оцінка експозиції 48

2.1.3 Характеристика небезпеки 53

2.1.4 Характеристика ризику 54

2.1.5 Аналіз невизначеностей 59

2.1.6 Управління ризиком 60

2.1.7 Інформування про ризик 60

2.2 Матеріали і устаткування для проведення експериментів . 61
2.3 Висновки до розділу 2 65

3 ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ВИКИДІВ АВТОТРАНСПОРТУ 66
3.1 Характеристика метеорологічної ситуації м. Запоріжжя . 66
3.2 Характеристика рельєфу м. Запоріжжя 70
3.3 Оцінка експозиційних навантажень впливу автотранспорту на здоров'я населення м. Запоріжжя 71
3.4 Характеристика ризику для здоров'я населення м. Запоріжжя 72
3.5 Управління ризиком 85
3.6 Висновки до розділу 3 88
4 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ КАТАЛІТИЧНОГО ЗНЕШКОДЖЕННЯ ШКІДЛИВИХ КОМПОНЕНТІВ ВИКИДІВ АВТОТРАНСПОРТУ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНТЕРМЕТАЛІДНИХ КАТАЛІЗАТОРІВ . . 88
4.1 Дослідження впливу кислотної і лужної обробки інтерметаллідних каталізаторів на їх каталітичну активність в процесах окиснення СО і вуглеводнів 88
4.2 Висновки до розділу 4 93
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА . . 95
5.1 Характеристика потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів 95
5.2 Заходи з поліпшення умов праці 97
3.3 Заходи з електробезпекаи 101
5.4 Заходи з пожежної та техногенної безпеки 106
5.5 Розрахунок сумарного рівня звукового тиску на робочому місці 110
5.6 Висновки до розділу 5 111
ВИСНОВКИ 113
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 115
ДОДАТКИ 119

Додаток А 119
Додаток Б 122
Додаток В 124
Додаток Г 133

ВСТУП

Актуальність теми. Відомо, що до 90% токсичних, в тому числі канцерогенних, забруднюючих речовин надходить в атмосферне повітря міст у складі відпрацьованих газів автотранспорту [1]. Канцерогенні речовини чинять значний негативний вплив на здоров'я, оскільки не мають порогу шкідливої дії, і незначна кількість молекул канцерогенної речовини може призвести до порушення стану здоров'я людини.

Значне надходження шкідливих хімічних речовин в атмосферне повітря міст обумовлено щорічним збільшенням чисельності автомобільного парку, а також відсутністю можливості розширення транспортних магістралей [2]. Якщо у середньому в світі на 1 км^2 території припадає п'ять автомобілів, то у великих містах, де сконцентрована основна маса автотранспорту, їх знаходиться в 300 разів більше [3].

Загальна кількість автотранспортних засобів в Україні в десятки і більше разів менша, ніж у розвинутих країнах Європи, Азії та США, проте рівень забруднення атмосферного повітря викидами двигунів є набагато вищим внаслідок низьких експлуатаційних показників автомобілів вітчизняного виробництва та виробництва автомобільної промисловості колишнього СРСР, а також через поповнення автомобільного парку за рахунок імпорту іноземних марок автомобілів (авто з євро номерами (на «євроблях»)), які тривалий час знаходились в експлуатації [4]. Відповідно, за різними оцінками в Україні зараз – від кількох сотень тисяч до півтора-двох мільйонів «євроблях», які були ввезені в Україну без сплати мита та подальшої перереєстрації. Сотні тисяч, а то й мільйон автомобілів, вік яких коливається від кількох років до кількох десятків років. Половина всіх «євроблях» була виготовлена ще у минулому столітті, тобто вони не відповідають екологічним стандартам, які можуть врятувати природу і наше життя. Особливо небезпечними є дизельні автомобілі, які у рази більше

викидають в атмосферу шкідливих речовин, тому у світі щороку скорочують їх виробництво.

Як показали дослідження [5], високий канцерогенний ризик для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря відпрацьованими газами автотранспорту обумовлюють 1,37бутадієн, бензол, формальдегід, бенз(а)пірен та інші канцерогенні речовини. Звичайно, ці речовини надходять в атмосферу міста не лише з вихлопами двигунів, але й у складі викидів промислових підприємств. Проте частка внеску автотранспорту в забруднення атмосферного повітря міст шкідливими речовинами зазвичай більша; передбачається, що вона буде зростати, так як темпи росту забруднення атмосфери відпрацьованими газами вищі, ніж темпи росту промислового виробництва [6].

Дослідження з вивчення впливу забруднюючих речовин, що обумовлені викидами автотранспорту певної території (міста, району, тощо) на населення проведені мало, оскільки це пов'язано з рядом складностей. Вони обумовлені рядом проблем, які виникають при спробі вичленити частковий внесок автотранспорту в забруднення повітря міст і визначити кількість населення, що безпосередньо підлягає цьому впливу. Важливе значення мають особливості розповсюдження забруднювачів за рахунок викидів відпрацьованих газів в приземному шарі атмосфери, що погіршує умови розсіювання, в порівнянні з викидами стаціонарних джерел, і створює підвищений рівень забруднення поблизу магістральних вулиць [7, 8, 9].

Оцінка екологічного ризику є одним з елементів методології аналізу ризику здоров'ю, яка включає в себе оцінку ризику, управління ризиком та інформування про ризик. В науковому відношенні оцінка ризику – це послідовне, системне розглядання всіх аспектів дії фактору, що аналізується, на здоров'я людини, яке містить обґрунтування допустимих рівнів впливу. В науково-практичному застосуванні основна задача оцінки екологічного ризику в отриманні та узагальненні інформації про можливий вплив факторів середовища існування людини на стан його здоров'я.

Автотранспорт є одним з основних секторів економіки, який відіграє важливу роль в задоволенні потреб населення у перевезеннях. По території України проходять важливі автомагістралі міжнародного та республіканського значення та є достатньо розвинена вулично-доріжна сітка у містах. На фоні наявних переваг розгалуженої транспортної сітки виявляється ріст її негативного впливу на навколишнє середовище – багаторазове перевищення нормативів гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин не тільки поблизу магістралей, а й у житлових кварталах міст. Постійно збільшується вміст забруднень від автотранспорту. Їх шкідливі, в тому числі й канцерогенні речовини, створюють небезпечні концентрації на рівні дихання людини і через слабке розсіювання негативно впливають на стан здоров’я людини.

Аналізуючи вищевикладене, необхідно розробляти та впроваджувати заходи з мінімізації викидів забруднюючих речовин від викидів автотранспорту.

Практичне значення одержаних результатів.

Розроблено інтерметалідний каталізатор для очищення вихлопних газів двигунів внутрішнього згоряння від оксиду вуглецю і вуглеводнів. Матеріали роботи можуть бути впроваджені у навчальний процес кафедри прикладної екології та охорони праці Інженерного навчально-наукового інституту Запорізького національного університету при виконанні лабораторних і практичних робіт з дисциплін: «Екологія міських систем», «Загальна екологія і неоекологія», «Теоретичні основи і техніка захисту повітряного басейну».

Особистий внесок автора.

Особистий внесок автора полягає в проведенні теоретичних та експериментальних досліджень, обробці отриманих результатів, формулюванні основних наукових положень і висновків.

Магістрантка особисто виконала: аналіз сучасного стану проблеми захисту атмосферного повітря від викидів автотранспорту та їх впливу на здоров'я людини; експерименти щодо отримання інтерметалідних

каталізаторів; експериментальні дослідження щодо кислотної і лужної обробки інтерметалідних каталізаторів на їх каталітичну активність; дослідження структури, фазового складу та каталітичних властивостей каталізаторів; дослідження процесу каталітичного окиснення оксиду вуглецю і вуглеводнів на інтерметалідних каталізаторах.

Відомості про апробацію результатів роботи.

Основні положення кваліфікаційної роботи представлені та обговорені на IV Спеціалізованому міжнародному Запорізькому екологічному форумі «Еко Форум – 2020» (м. Запоріжжя, 15-17.10.2020 р.).

Відомості про публікації здобувача.

За матеріалами кваліфікаційної роботи опубліковано 1 наукова праця у матеріалах наукової конференції.

1 СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ВИКИДАМИ АВТОТРАНСПОРТУ ТА СПОСОБИ ЇХ ЗНЕШКОДЖЕННЯ

1.1 Динаміка викидів автотранспорту у м. Запоріжжі

Основними забруднювачами атмосферного повітря у Запоріжжі є пересувні джерела, серед яких за обсягами викидів перше місце займає автотранспорт.

Транспортна система Запорізької області представлена різними видами транспорту: аеропортом, морським та річковим портами, Запорізькою дирекцією залізничних перевезень Придніпровської залізниці, електротранспортом (м. Запоріжжя), суб'єктами господарювання, на балансі яких є автомобільний транспорт. Значна роль належить саме автомобільному транспорту.

Автомобільний транспорт – галузь транспорту, яка забезпечує задоволення потреб населення та суспільного виробництва у перевезеннях пасажирів та вантажів автомобільними транспортними засобами [2].

Незважаючи на існуючі негативні аспекти автомобілізації, такі як: соціальні і економічні втрати від дорожньо-транспортних пригод, забруднення довкілля, руйнування покриття доріг, галузь має об'єктивні переваги: доступність відкриття бізнесу, швидкість пересування пасажирів та вантажів, висока маневреність, забезпечення перевезень «від дверей до дверей» та на «останньому кілометрі», цінова доступність для споживачів, розвинуті логістичні системи [3].

Для формування сталого ринку послуг автомобільного транспорту необхідна реалізація єдиної економічної, інвестиційної, науково-технічної й соціальної політики, підвищення рівня безпеки та якості обслуговування населення та підприємств області автомобільним транспортом.

Кількість вантажних і пасажирських автомобілів, наявна мережа автобусних маршрутів дозволяють в основному задовольнити потреби населення області в перевезеннях, але із-за недостачі коштів парк автобусів і вантажних автомобілів тривалий час не оновлювався й технічний стан автотранспорту не відповідає сучасним вимогам. Частина автоперевізників надають послуги без ліцензій. На недостатньому рівні державне регулювання маршрутних і легкових таксомоторних перевезень [1].

Інформація щодо наявної кількості автомобільного транспорту в Запорізькій області наведена в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Наявність автомобільного транспорту в Запорізькій області

Автотранспортні засоби	Всього	У власності фізичних осіб
Всього:	477236	417905
у т.ч.: легкових автомобілів	332593	316263
вантажних бортових автомобілів	12988	5836
самоскидів	10626	3404
сідельних тягачів	4092	2078
спеціальних вантажних автомобілів	2841	441
автобусів	5635	3056
інших автомобілів	32560	18615

Структура автобусного парку юридичних осіб залежно від строків експлуатації становить 2579 одиниць, в т.ч.: до 3 років – 4,5 % від загального обсягу; від 3 до 5 років – 4,5 %; з 5 до 10 років – 10,6 %; понад 10 років – 80,4 %.

В структурі парку вантажних автомобілів юридичних осіб транспортні засоби строком експлуатації понад 10 років становлять 85,5 %.

Таким чином, більша частина рухомого складу в області потребує оновлення. Поступова заміна транспорту старше 10 років на більш новий необхідна для забезпечення безпеки перевезень, поліпшення якості обслуговування, зменшення екологічного навантаження на навколишнє середовище.

Загальна кількість ліцензій для надання послуг з перевезення пасажирів та вантажів автомобільним транспортом складає 3481 шт. (ліцензійних карток на транспортні засоби – 9093 шт.).

Відсоток виданих ліцензій на перевезення автотранспортом фізичним особам становить 89 %, ліцензійних карток на транспортні засоби – 50 %.

Велика кількість виданих ліцензій і постійне зростання кількості ліцензій у результаті збільшення на ринку суб'єктів господарювання, зокрема суб'єктів малого підприємництва, ускладнює контроль за роботою автотранспорту загального користування.

Контроль за діяльністю автоперевізників усіх форм власності в області здійснюють: підрозділи управління ДАІ ГУМВС України в Запорізькій області, Управління Укртрансінспекції у Запорізькій області, Запорізька обласна державна адміністрація, районні державні адміністрації, виконавчі комітети міських рад міст обласного значення та інші контролюючі органи.

Показники роботи автотранспортних підприємств Запорізької області в динаміці наведені в табл. 1.2. Слід відмітити, що динаміка роботи автотранспортних підприємств наведена з урахуванням обсягів автомобільних пасажирських перевезень, виконаних фізичними і юридичними суб'єктами малого бізнесу та комерційних вантажних перевезень, виконаних фізичними особами - підприємцями.

Обсяги перевезень вантажів автомобільним транспортом за останні роки мають тенденцію зменшення. Також потребують стабілізації обсяги перевезень пасажирів автотранспортом загального користування.

Таблиця 1.2 – Динаміка роботи автомобільного транспорту області

Показники	2016 рік	2017 рік	2018 рік	2019 р. у %
Перевезено пасажирів (автобуси), млн. пас.	81,2	71,5	75,8	93,3
Пасажирооборот (автобуси), млн. пас. км	936,5	827,3	877,1	93,7
Перевезено вантажів, млн. т	51,4	35,1	34,1	66,3
у т.ч. автопідприємства	1,8	2,2	2,8	155,6
Вантажооборот, млн. км	1841,7	1633,9	1409,5	76,5
у т.ч. автопідприємства	513,0	464,5	475,7	92,7

У 2019 році довжина автомобільних доріг загального користування, розташованих на території Запорізької області, складала 6989 км, з них – 1865 км доріг державного значення та 5124 км автомобільних доріг місцевого значення [4]. Забезпеченість автомобільними дорогами та їх технічний стан не відповідають у повній мірі потребам економіки регіону. Близько 80 % доріг області побудовані понад 30 років назад і не відповідають вимогам сучасного автомобільного руху.

Концентрація шкідливих речовин в атмосферному повітрі, насамперед, залежить від типу і вантажопідйомності автомобілів, геометричних параметрів транспортної магістралі, режиму руху і технологічного стану транспортного засобу, коефіцієнта турбулентної дифузії. Важливим також є питання організації дорожнього руху.

З 2015 року дані по обсягу викидів від пересувних джерел не входять до складу програми обласної статистики. Обрахування кількості викидів здійснюється за показниками використаного палива у статистичній формі «Викиди забруднюючих речовин у атмосферне повітря від пересувних джерел забруднення по регіонах».

Аналіз динаміки загальних викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря м. Запоріжжя показав, що обсяги викидів в 2019 році порівняно з 2018 роком збільшився на 1, 933 тис. т (табл. 1.3).

Таблиця 1.3 – Динаміка викидів в атмосферне повітря пересувними джерелами, тис. т

Рік	Викиди в атмосферу, тис. тон	Щільність викидів у розрахунку 1 км^2, тон	Обсяги викидів у розрахунку на 1 особу, кг
2016	76,071	2,8	43,6
2017	80,189	2,95	46,3
2018	77,345	2,85	45,1
2019	79,278	2,9	46,7

Автомобільний транспорт є найбільш шкідливим через те, що його викиди є основними по валовому викиду і надходять у повітря майже безпосередньо в зоні дихання людини. Підвищенню рівня забруднення атмосферного повітря сприяють низькі експлуатаційні показники автомобілів та низька якість палива, низький показник щільності автомобільних доріг та їхня мала пропускна здатність, що призводить до зниження швидкості руху,створення заторів та до збільшення об’ємів викидів забруднювальних речовин.

1.2 Нормування викидів відпрацьованих газів автомобілів та перехід до стандартів Євро

Стрімке зростання чисельності автотранспорту посилює супутні автомобілізації негативні процеси, які особливо гостро проявляються у великих містах. На сьогодні в багатьох крупних містах України потужність викидів від автотранспорту перевищує потужність викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел.

Кожен третій автомобіль на території пострадянських країн експлуатується з недоліками технічного стану. Підраховано, що один не відрегульований автомобіль забруднює атмосферне повітря такою кількістю забруднюючих речовин, скільки 10 автомобілів, що відповідають вимогам стандартів. Значна частка зарубіжних марок автомобілів, які експлуатуються у Україні, є зношеними, з них 15 % раніше знаходились у користуванні 5-7 років. Проте, в порівняні, вітчизняні автомобілі викидають в атмосферне повітря набагато більше токсичних речовин ніж зарубіжні, витрачають більше палива на 100 км шляху [10].

Аналіз сучасних технічних рішень для зниження викидів забруднюючих речовин від автотранспорту довів, що впровадження європейських норм викидів (Євро) дозволить значно поліпшити стан атмосферного повітря в крупних містах.

Всі норми Євро мають відповідний номер. Євро-0 – це норми викидів забруднюючих речовин від застарілих на сьогодні карбюраторних паливних систем. Євро-1 діяли в Європі з 1993 р. по 1996 р. В рамках Євро-1 була проведена заміна карбюраторних систем на інжекторні, тому що без інжекторних систем неефективно працювали каталітичні нейтралізатори. Виробники були зобов'язані гарантувати, що екологічні параметри не вийдуть за рамки припустимих протягом 80 тисяч кілометрів пробігу. Щоб старі машини відповідали цим вимогам, на них почали встановлювати каталітичні нейтралізатори вже в процесі експлуатації, а з транспортних

засобів, які не були обладнані такими пристроями, стягалися більш високі податки.

Євро-2 проіснували в Європі з 1996 р. до 2000 р. В рамках цих заходів було встановлення датчика кисню (лямбда-датчик), що вимірює склад відпрацьованих газів. Євро-3 були в дії в Європі з 2000 р. по 2005 р. При цьому було здійснено обмеження викидів оксидів азоту за рахунок рециркуляції відпрацьованих газів. Норми Євро-4 діяли в Європі з 2005 року. При цьому на автомобілях було встановлено педаль газу з електронним зв'язком з системою управління двигуном. Зараз в Європі упроваджуються норми Євро-5, планується впровадження норм Євро-6 [11].

Крім модернізації автомобілів на кожному етапі Євро впроваджувалися більш жорсткі вимоги до якості бензину: обмеження вмісту ароматичних вуглеводнів, зниження вмісту сірки, заборона використання антидетонаційних присадок.

Аналізуючи ці дані по вимогам до впровадження різних норм Євро з поступовим зниженням викидів забруднюючих речовин, можна зробити висновок, що в Україні багато застарілих автомашин, які є карбюраторними і відповідають тільки нормам Євро-0. Крім того, згідно чинного законодавства в Україну можуть імпортуватися автомобілі не нижче за Євро 2, в той час як Європа вже перейшла на норми Євро-5.

Екологічні стандарти Євро регулюють як і вміст шкідливих речовин в вихлопних газах транспортних засобів з дизельними і бензиновими двигунами так і вміст токсинів у паливі. Звідси необхідність розглядати екологічні стандарти Євро як і зі сторони вмісту шкідливих речовин в вихлопних газах транспортних засобів так і зі сторони якості палива, що ввозиться та виробляється на території України.

У таблиці 1.4, 1.5 викладена основна хронологія введення екологічних стандартів Євро в порівнянні у Євросоюзі та Україні.

Таблиця 1.4 – Хронологія прийняття екологічних стандартів Євро в Євросоюзі [11]

Дата	Подія
1992	Екологічний стандарт, що регулює вміст шкідливих речовин у вихлопних газах Євро-1 був введений в Євросоюзі.
1995	Введено в Євросоюзі, як заміна Євро–1, екологічний стандарт Євро-2.
1999	Був введений в Євросоюзі екологічний стандарт Євро-3.
Жовтень 2008	Стандарт обов'язковий для всіх нових вантажних автомобілів продаються в Євросоюзі – Євро-5.
1 вересня 2009	Введений для легкових автомобілів екологічний стандарт Євро-5.
2015	Най цей рік відкладено впровадження екологічного стандарту Євро-6, що мав вступити в силу в Європі 31 грудня 2013.

Таблиця 1.5 – Хронологія прийняття екологічних стандартів Євро в Україні [11]

Дата	Подія
8 квітня 1999	Прийняті національні стандарти ДСТУ 3868-99 "Паливо дизельне. Технічні умови", які визначають технічні умови для автомобільного дизпалива, що відповідають нормам Євро-2 і Євро-3.
2000	Україна приєдналася до угоди «Про прийняття єдиних технічних приписів для колісних транспортних засобів, предметів обладнання та частин, які можуть бути встановлені та/або використані на колісних транспортних засобах, і про умови взаємного визнання офіційних затверджень, виданих на основі цих приписів, 1958 року з поправками 1995 року» (Женевська Угода 1958 року), яка має ефективний механізм поступового запровадження в Україні сучасних вимог до транспортних засобів, які відповідають нормам ЄС.

Продовження табл. 1.5

Дата	Подія
1 липня 2002	Прийняті національні стандарти ДСТУ 4063-2001 «Бензини автомобільні. Технічні умови», які визначають технічні умови для автомобільного бензину, що відповідають нормам Євро-2 і Євро-3.
2002	Формально було введено норми Євро-2 в Україні наказами Мінтрансу і Держстандарту.
28 січня 2004	Затверджено розпорядження Кабінету Міністрів України від 28.01.04 № 37-р. про реалізацію «Плану заходів щодо зменшення негативного впливу автомобільних транспортних засобів на довкілля на 2004 – 2010 роки».
2005	На зміну Євро-3 введений екологічний стандарт Євро-4.
1 січня 2006	В Україні набирають чинності нові екологічні правила - норми Євро-2 відповідно до Закону України «Про деякі питання ввезення на митну територію України транспортних засобів» від 06.07.2005 року.
1 січня 2014	В Україні заборонено реєструвати автотранспорт, який не відповідає нормам Євро-4 - як новий, так і старий.
2015	

Екологічні стандарти Євро для вихлопів транспортних засобів. Уряди європейських країн лише на початку 90-х років минулого століття почали розробляти систему заходів для поліпшення екологічної безпеки. Виробників автомобілів і автомобільних двигунів зобов'язали поетапно вдосконалювати свою продукцію з метою зменшення шкідливих викидів у вихлопних газах. Встановлені вимоги до максимальних викидів двигунів внутрішнього згоряння отримали назву «Євро» і, залежно від ступеня жорсткості вимог, носять назву: «Євро-0», «Євро-1», «Євро-2», «Євро-3», «Євро-4», «Євро-5».

«Євро» є системою контролю токсичності відпрацьованих газів автомобільних двигунів, що встановлює норми токсичності, яким повинні відповідати автомобілі та інша техніка в країнах ЄС. Стандарти «Євро» за вмістом у вихлопі автомобіля токсичних речовин були вперше введені Європейською економічною комісією (ЄЕК) ООН в 1993 році. Норми токсичності «Євро-1» встановили граничний вміст викидів окису вуглецю та сумарних викидів незгорілих вуглеводнів і окисів азоту, а для дизельних двигунів - сажі. Виробників автомобілів зобов'язали надавати гарантію щодо дотримання екологічних параметрів протягом 80 тисяч кілометрів пробігу автомобіля.

Стандарти «Євро» нормують викиди (масу) токсичних речовин автомобілів на км пробігу (аналогічні стандарти США нормують масу викиду на мілю пробігу). На кожний вид палива встановлено норми викидів для легкових автомобілів (у г/км) [12].

Ефект застосування стандартів «Євро» полягає у послідовному, поетапному в часі, зниженні видів викиди транспортних засобів в тому, щоб прискорити впровадження інноваційних рішень в конструкцію автомобіля, які зменшують викиди відпрацьованих газів. Для бензинових автомобілів, це було досягнуто, зокрема за рахунок використання трикомпонентного каталітичного нейтралізатору і переходу на інжекторні системи упорскування палива. Для дизелів, концентрації NO_x і твердих частинок були знижені за рахунок розвитку двигунів з прямим уприскуванням і дизельних фільтрів твердих частинок. Ці технологічні досягнення, а також більш чисті види палива, привели до різкого зниження рівня регульованих забруднюючих речовин, причому настільки, що автомобіль, який зроблений сьогодні виробляє в двадцять разів менше викидів, ніж автомобіль, зроблений в 1970 році. Вимоги нормативі «Євро» створюють вітчизняним автовласникам і перевізникам значні проблеми - за кордоном забороняється рух українських транспортних засобів і накладаються штрафи за невідповідність екологічним стандартам європейських країн.

«Євро V» вступив в силу в 2010 р., ще більш жорсткі стандарти вступили в силу в 2015 р. («Євро VI»). На додаток до нормування токсичних компонентів відпрацьованих газів (CO, NO_x, CH) ЄС встановило принципово нові обмеження для концентрації парникового вуглекислого газу CO_2 в викидах, автомобілів. В 2009 р. Європейський парламент прийняв новий закон про CO_2 який встановлює, що викиди CO_2 не повинні перевищувати 130 г/км пробігу для всіх нових автомобілів, зроблених в 2015 р. 130 г/км еквівалентно пробігу 58 миль або 93,3 км на 3,6 л для дизельних двигунів і 83,6 км на 3,6 л для бензинових двигунів. Досягнення цієї мети здійснювалось поетапно протягом трьох років, з 2012 року 65 % нових зареєстрованих автомобілів кожного виробника повинні відповідати нормативу викиду CO_2 – 130 г/км, 75 % автомобілів з 2013 р. і 80 % в 2014 році і 100 % до 2015 року. Розширена задача поставлена, щоб досягти значень викиду CO_2 95 г/км до 2020 р. Виробникам, які перевищують нормативи з 2012 р. платять штраф за кожен автомобіль зареєстрований, якій не відповідає нормативу [12-14].

Норми «Євро» регламентують також рівні випаровування паливно-мастильних матеріалів з автомобілів, що стоять з вимкненим двигуном, і тверді частинки (сажа) у відпрацьованих газах автомобілів з дизельними двигунами. Нормативи випаровувань і твердих частинок наведені в табл. 1.6. В Україні діє закон № 2134-III від 07.12.2000 «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо регулювання ринку автомобілів в Україні». В одному з його пунктів зазначено, що до нашої країни забороняється ввозити автомобілі без каталізаторів, які забезпечують склад шкідливих речовин у відпрацьованих газах на рівні «Євро 2».

Українські стандарти, що регулюють вміст шкідливих речовин в вихлопних газах транспортних засобів з дизельними і бензиновими двигунами та вміст токсинів в паливі значно відстають від європейських екологічних стандартів.

Таблиця 1.6 – Порівняння екологічних стандартів Євро, що регулюють вміст шкідливих речовин у вихлопних газах транспортних засобів з дизельними і бензиновими двигунами [12]

Екологічний стандарт	Оксид вуглецю (CO)	Вуглеводні	Летючі органічні речовини	Оксид азоту (NO_x)	HC+NO_x	Зважені частинки (PM)
Для дизельного двигуна						
Євро-1	2.72 (3.16)				0.97 (1.13)	0.14 (0.18)
Євро-2	1,0				0,7	0,08
Євро-3	0,64			0,5	0,56	0,05
Євро-4	0,5			0,25	0,3	0,025
Євро-5	0,5			0,18	0,23	0,005
Євро-6	0,5			0,08	0,17	0,005
Для бензинового двигуна						
Євро-1	2.72 (3.16)				0.97 (1.13)	
Євро-2	2,2				0,5	
Євро-3	2,3	0,2		0.15		
Євро-4	1,1	0,1		0,08		0.005
Євро-5	1,0	0,1	0.068	0,06		0.005
Євро-6	1,0	0,1	0.068	0,06		

1.3 Вплив викидів від автотранспорту на здоров'я людини та навколишнє природне середовище

За даними Всесвітньої організації охорони здоров’я (ВООЗ), забруднення повітря є одним з основних факторів ризику для здоров’я, пов’язаних із навколишнім середовищем. За оцінками ВООЗ, у 2015 році через забруднення атмосферного повітря у містах та сільських районах у всьому світі відбулося 3,7 мільйона випадків передчасної смерті людей.

Наявність шкідливих речовин в повітрі призводить до збільшення кількості захворювань і тяжкості перебігу таких хвороб як інсульт, хвороби серця і рак легенів, а також гострих і хронічних респіраторних захворювань, включаючи астму.

Високий рівень захворюваності і смертності коштує бюджетам країн-учасниць Організації економічного співробітництва і розвитку (ОЕСР) приблизно 3,5 трильйона доларів США на рік, і цей показник в світі щорічно має тенденцію до зростання. Мешканці країн із низьким і середнім рівнями доходу піддаються непропорційному впливу забруднення атмосферного повітря – 88 % (з 3,7 мільйона випадків передчасної смерті) припадає на населення саме таких країн.

Зменшення впливу наслідків забруднення повітря на здоров'я людини важливо як для збереження людських життів, так для і зменшення економічних втрат, пов'язаних із передчасними смертями і хворобами працездатного населення країн. Змінити ситуацію, що склалася, можливо тільки комплексним підходом до проблем екології.

Розвинена мережа пасажирського автомобільного транспорту здатна не тільки задовольняти потреби щоденної мобільності городян, а й бути причиною постійного забруднення густонаселених районів, сприяти розвитку хронічних захворювань у мешканців прилеглих до автомобільних доріг територій. По-перше, основна кількість автомобільного транспорту зосереджена в містах та промислових центрах. По-друге, шкідливі викиди від автомобілів виробляються в приземних шарах атмосфери, саме там, де проходять основні етапи життєдіяльності людиниі де умови для розсіювання є найгіршими. По-третє, відпрацьовані гази двигунів автомобілів містять більш як 200 висококонцентрованих токсичних хімічних сполук, які і є основними забруднювачами атмосфери.

Автомобільний транспорт у процесі своєї діяльності щомиті викидає в атмосферу оксид вуглецю (CO), діоксид вуглецю (CO_2), оксиди азоту (NO_x), двоокис сірки (SO_2), озон, вуглеводні, а також дрібнодисперсійні тверді

частинки. Транспорт, що включає крім автомобільного, авіаційного, залізничний та водний, є одним з найбільших постачальників викидів діоксиду вуглецю (CO_2) в атмосферу[15-17].

Оксид вуглецю (чадний газ) це результат неповного згоряння палива, який міститься у вихлопних газах. Чадний газ – отруйна речовина, що не має кольору і запаху. Фонові рівні оксиду вуглецю коливаються від 0,02 до 0,23 мг/м^3. Основна маса викидів CO утворюється в процесі згорання органічного палива, перш за все у двигунах внутрішнього згорання. Максимальні концентрації CO спостерігаються при роботі двигуна на холостому ході, які у 6 разів більші, ніж при русі зі швидкістю 60 км/год. Між концентрацією CO в атмосфері та інтенсивністю руху транспортних засобів існує кореляційний зв'язок. Підвищення ефективності автомобільного руху з 400 до 1200 авт/год на автомобільних магістралях збільшує вміст CO в атмосфері з 0,00056 до 0,0017%, тобто практично в 3 рази [2].

Згідно з чинним в Україні санітарним нормам середньодобова ГДК оксиду вуглецю в атмосферному повітрі населених пунктів становить - 3,0 мг/м^3, максимально разова для населених пунктів - 5,0 мг/ м^3, у повітрі робочої зони - 20 мг/ м^3 (4 клас небезпеки).

Вступаючи в реакцію із гемоглобіном крові, оксид вуглецю утворює стійке з’єднання – карбоксигемоглобін, яке утруднює процес газообміну в клітинах, що призводить до кисневого голодування (спорідненість гемоглобіну з оксидом вуглецю приблизно у 210 разів вище його спорідненості з киснем). Тому прямий вплив чадного газу полягає в зменшенні здатності крові переносити кисень. На щастя, цей процес оборотний: кров починає очищатися наполовину кожні 3-4 години після припинення вдихання. Окис вуглецю легше за повітря, тому швидко випаровується у відкритих зонах, але він особливо небезпечний при прямому вдиханні з вихлопної труби або у погано провітрюваних місцях. Стан організму при диханні повітрям, що містить CO, характеризується даними, що наведені у таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 – Дія оксиду вуглецю на організм людини

Вміст Карбоксигемоглобіну, %	Симптоми
0,4 - 2	Погіршення гостроти зору та здібності оцінювати тривалість інтервалів часу.
2 - 5	Порушення психомоторних функцій головного мозку.
5 - 10	Зміна діяльності серця і легенів.
10 - 80	Головний біль, сонливість, спазми, порушення дихання, смертельні випадки.

Характер отруєння окисом вуглецю залежить від його концентрації в повітрі, тривалості впливу (експозиції) та індивідуальної чутливості людини. Але при важкій фізичній роботи отруєння настає в 2-3 рази швидше. Для багатьох великих міст характерне перевищення ГДК СО у 20 - 30 раз, з чим лікарі пов'язують високу смертність від інфаркту міокарда.

Дослідження з впливу СО на рослинний світ виявили негативні наслідки на флору, що приводять її до раннього старіння, пригнічення, погіршення проростання пилку.

Діоксид вуглецю, або вуглекислий газ, не вважається токсичною речовиною. Незважаючи на це, висока концентрація CO_2, поєднана із низькою концентрацією кисню, призводить до несприятливих наслідків для здоров’я людини, включаючи головні болі, напади запаморочення, погіршення пам’яті і здатності до концентрації уваги, труднощі зі сном, шум у вухах, двоїння, світлобоязнь, втрату рухливості очей, дефекти поля зору, збільшення «сліпих плям», недостатню адаптацію до темряви і змін особистості.

Вуглекислий газ також відноситься до так званих парникових газів, які сприяють зміні клімату і виникненню парникового ефекту. Збільшення

викидів CO_2 підвищило кислотність океанів на 30 %, що зачіпає широкий спектр організмів.

Діоксид сірки утворюється при спалюванні палива, до складу якого входить сірка. Наслідком впливу діоксиду сірки на організм можуть бути гострі та хронічні зміни в системі органів дихання. Сірчана кислота, що утворюється як вторинний забруднювач, також вільно проникає через слизові оболонки дихальних шляхів, викликає подразнення і запалення [3].

Двоокис сірки (SO_2) або сірчистий газ не отруйний, але у поєднанні з іншими забруднювачами і вологою він подразнює очі, ніс і горло, шкідливо впливає на легені. Діоксиди сірки і азоту є причиною випадання так званих кислотних дощів. Кислотні дощі значно підвищують кислотність ґрунту, руйнують конструкційні матеріали, впливають на врожайність сільськогосподарських культур, здоров'я людини. Забруднення атмосферного повітря завдає непоправної шкоди пам'яткам культури, прискорюючи їх старіння. Так, за 90 років перебування в Центральному парку Нью-Йорка древній єгипетський обеліск «Голка Клеопатри» постраждав значно сильніше, ніж за три тисячоліття перебування в Єгипті.

Озон формується в атмосфері у процесі фотохімічної реакції впливу сонячних променів на прекурсор-забруднювачі, такі, як окису азоту. Озон руйнується при реакції з двоокисом азоту і випадає на землю. У той час, як озон корисний для атмосфери, на людину він впливає негативно.

Вуглеводні, складні хімічні сполуки, токсичні і впливають на серцево-судинну систему людини. Вуглецеві з'єднання, поряд з токсичними властивостями, мають також канцерогенну дію, провокуючи рак шкіри, легенів і шлунку. У відпрацьованих газах промислових підприємств і ДВС містяться вуглеводні різних гомологічних рядів: парафінові (алкани), нафтенові (циклани) і ароматичні (бензольні), всього близько 160 компонентів.

Поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ) утворюються при неповному згоранні органічних речовин. До їх складу входять сотні складних

хімічних сполук. Типовим і найбільш вивченим представником ПАВ є бенз(а)пірен.

Біологічні властивості ПАВ залишаються невідомими, але як свідчать дослідження проведені на тваринах, ПАВ мають імунотоксичні, генотоксичні, канцерогенні властивості і негативно впливають на репродуктивний процес.

Поліциклічні ароматичні вуглеводні також володіють сильними отруйними властивостями, негативно впливають на процес кровотворення, центральну нервову і м'язову системи людини. Бенз(а)пірен ($C_{20}H_{12}$) відрізняється особливою канцерогенною активністю (ГДК 0,00015 мг/м3, 1-й клас небезпеки). При нормальних умовах це з'єднання є голкоподібними кристалами жовтого кольору, погано розчинними у воді і добре – у маслах, жирах, сировотці крові людини.

Він володіє високою хімічною, біологічною і термічною стійкістю, добре адсорбується на поверхні твердих часток золи, сажі, графіту, з якими з повітря потрапляє в водний басейн і грунт. Накопичуючись в організмі людини до небезпечних концентрацій, бенз(а)пірен стимулює утворення злоякісних пухлин.

Найбільш небезпечним для рослин є **олефиновий ряд (ненасичені) вуглеводнів**. Численними дослідженнями встановлено, що один з цих вуглеводнів – етилен негативно впливає на рослини, викликаючи симптоми раннього старіння, хронічні поразки, опадання квітів і плодів, пригнічення росту. Крім того, наявність олефинового ряду вуглеводнів в повітрі є однією з причин утворення токсичних продуктів – фотооксидантов, які є основою фотохімічних смогів. Вони утворюються при сонячній погоді і наявності в повітрі двоокису азоту.

Оксид вуглецю і вуглеводні разом з атмосферними опадами потрапляють на землю і є джерелами вторинного забруднення річок, водойм, зелених насаджень і ґрунту, потрапляючи в кінцевому підсумку в питну воду, сільськогосподарські та харчові продукти. Первинний вплив техногенних

забруднювачів відчувають рослинні організми, а потім по харчовому ланцюгу багато з них через тварин впливають на людину.

На рисунку 1.1 показана схема надходження токсикантів в організм людини через поглинання їх рослинами.

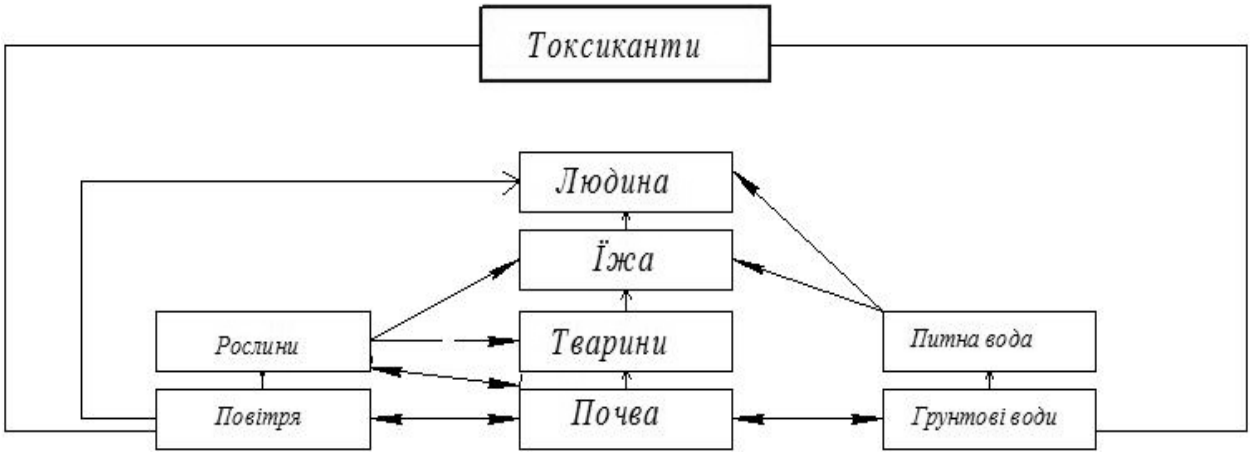


Рисунок 1.1 – Шляхи надходження токсикантів в організм людини через харчовий ланцюг

Оксиди азоту – це група дуже реактивних газів, які утворюються в результаті діяльності автомобільного транспорту. Кількість оксидів азоту збільшується в міру того як росте температура двигуна. Викиди NO_x у процесі горіння в основному викидаються у вигляді оксиду азоту (NO), який може окислюватися до діоксиду азоту (NO_2), що є потужним забруднювачем повітря. Леткі оксиди азоту, що проникають в атмосферу, становлять серйозну небезпеку для екологічної ситуації. Вони здатні спричиняти кислотні дощі і самі по собі є отруйними: ці речовини подразнюють слизові оболонки людини, провокують астму та респіраторні алергічні реакції. Діоксид азоту впливає переважно на дихальні шляхи і легені, а також змінює склад крові, зокрема зменшує вміст у крові гемоглобіну. Вплив діоксиду азоту на організм людини знижує її опірність до захворювань, призводить до кисневого голодування тканин, особливо у дітей, підсилює дію канцерогенних речовин, сприяючи виникненню злоякісних новоутворень.

Діоксид азоту навіть у дуже слабких концентраціях (0,01 мг/м^3) викликає порушення азотного обміну рослин, а також вплив окислів азоту чинить негативний вплив на процес фотосинтезу. ГДК, встановлене для діоксину азоту, складає 0,04 мг/м^3 NO_2 чинить припалюючу дію на дихальні шляхи, особливо глибоку, що призводить до розвитку токсичного набряку легенів; пригнічує аеробне і стимулює анаеробне окиснення в легеневої тканини. Не виключена можливість загального дії, у тому числі за рахунок всмоктування в кров з поверхні легких продуктів клітинного розпаду. У людей, які працювали при 0,0008-0,005 мг/л (3-5 років) виявлені запальні зміни слизової оболонки ясен, хронічні бронхіти, емфізема легень, пневмосклероз, ускладнений астмоидними нападами, бронхоектазії, тенденція до брадикардії і гіпотонії; збільшення вмісту гемоглобіну і еритроцитів, підвищення максимальної осмотичної резистентності еритроцитів, гранулоцитоз, прискорення згортання крові, зниження активності каталази, змісту цукру і рівня альбумінів і глобулінів в крові.

Дрібнодисперсійні тверді частки (PM2.5, PM10). Двигуни внутрішнього згоряння можуть продукувати дуже дрібні тверді частинки у діаметрі 10 нанометрів і менше у досить великій кількості. Дослідження показали, що наявні у повітрі тверді частинки чинять негативний вплив на здоров'я людини. Спектр їх впливу на організм людини досить широкий, але головним чином дрібнодисперсійні тверді частки впливають на дихальну і серцево-судинну системи. Згідно із даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, приблизно на кожні додаткові 10 мг/м^3 твердих часток з діаметром 2,5 рівень смертності зростає на 6 %.

Основний внесок PM10 вносить автотранспорт (стирання дорожнього полотна),цементна пил і великомасштабні атмосферні перенесення (обумовлює фонові значення на рівні 15-40мкг/м^3).

Вміст PM10 на рівні менше, ніж 100 мкг/ м^3 виражені у вигляді щоденної усередненої концентрації PM10, впливають на показники смертності, статистику виникнення респіраторних і серцево-судинних

захворювань, а також на інші показники стану здоров'я. Будь-які концентрації PM10 в атмосферному повітрі вважаються шкідливими для здоров'я. Чинні нормативи ЄС для PM10 становлять 40 мкг/ $м^3$ за рік.

1.4 Порівняльна характеристика каталізаторів, які застосовуються в каталітичних нейтралізаторах для очищення вихлопних газів

Сформувалися два основні напрями робіт, що ставлять за мету зниження токсичних викидів автотранспортними двигунами внутрішнього згоряння (ДВЗ).

Перше з цих напрямків передбачає вдосконалення робочого процесу двигуна і використання відмінних від традиційно застосовуваних видів палива. Однак, незважаючи на перспективність цих досліджень і досягнуті успіхи, створення малотоксичного двигуна для масової експлуатації продовжує залишатися проблематичним. До того ж широке впровадження таких двигунів пов'язане з серйозною перебудовою промислового виробництва і великими капіталовкладеннями, не кажучи вже про те, що для радикального оновлення парку двигунів будуть потрібні десятиліття.

Більш реальний результат при відносно невеликих витратах може дати другий напрямок робіт, орієнтоване на створення пристроїв для знешкодження токсичних компонентів шляхом фізико-хімічної обробки викидів ДВЗ. У подібних пристроях нейтралізація (знешкодження) досягається за рахунок взаємодії токсичних компонентів між собою або з киснем повітря, що додатково подається. Практичне втілення отримали два типи пристроїв - термореактор і каталітичні нейтралізатори.

Застосування розроблюваних каталізаторів дасть можливість суттєво підвищити швидкість і знизити температуру процесів нейтралізації токсичних компонентів, а в ряді випадків виключити утворення небажаних побічних продуктів, що утворюються при впливі компонентів відпрацьованих газів з киснем повітря або між собою.

Створення каталітичних систем нейтралізації передбачає вирішення двох завдань: пошук каталізаторів, здатних протягом тривалого часу забезпечувати надійне очищення відпрацьованих газів в широкому діапазоні режимів експлуатації ДВЗ, і розробку конструкції для розміщення каталізатора і забезпечення його роботи в оптимальних умовах.

Спочатку, в 70-і роки, в автомобільних каталізаторах використовували тільки платину на металевих і неметалевих (γ-Al_2O_3) носіях. Потім, беручи до уваги її високу вартість, стали переходити на платино-паладієві пристрої, скорочуючи одночасно питому витрату платини з 3 до 1,6 г в розрахунку на один зразок. Установка таких каталізаторів дозволила усунути тільки два токсичних компонента вихлопних газів: вуглеводні та оксид вуглецю. Тим часом при спалюванні 1 т пального поряд з 40-50 кг CO і 0,3-5 кг NH_3 і вуглеводнів виділяється від 12 до 24 кг оксидів азоту.

В даний час існує велика кількість різних розробок в цьому напрямку. Як каталітичні системи і носії каталізаторів, які не містять благородні метали, вивчаються речовини с різною структурою, наприклад, складні оксиди - перовскіти, шпінелі, тверді розчини, мультіоксидні системи, інтерметаліди різних металів. Розробляються також каталізатори з нанесеним активним шаром на підкладці з різних матеріалів (металів, кераміки, скловолокна і т.д.). Велика розмаїтість різних типів каталітичних нейтралізаторів обумовлено вимогами, що пред'являються до сучасних каталітичних систем нейтралізації вихлопних газів.

Умови роботи каталізаторів в системі очищення відпрацьованих газів автотранспортних ДВЗ істотно відрізняються від режимів експлуатації більшості промислових каталізаторів. Ці відмінності пов'язані, перш за все, з нестаціонарністю параметрів газового потоку, що надходить на каталізатор, в зв'язку з чим каталізатори, що застосовуються в системах нейтралізації, повинні бути ефективні при тривалій експлуатації в широкому діапазоні температур, концентрацій і об'ємних швидкостей. Оскільки найбільш токсичними режимами роботи є режими запуску холодного двигуна і

холостого ходу, то каталізатор повинен ініціювати реакцію окиснення вуглеводнів і окису вуглецю при можливо більш низьких температурах. Кращі зразки каталізаторів окиснення починають працювати при 100-150°С. При нормальній роботі ДВЗ температура газів, що надходять на каталізатор, може досягати 600-700°С. Крім того, дожигання СО і C_mH_n, вміст яких у відпрацьованих газах може скласти 3-5 об%, призводить до додаткового розігріву каталізатора за рахунок екзотермічного ефекту реакції. Експериментально встановлено, що окиснення кожного відсотка СО супроводжується зростанням температури в шарі каталізатора в середньому на 80-100°С. Таким чином, температура каталізатора на деяких режимах роботи ДВЗ може бути близькою до 1000-1100°С. Особливо небезпечною з точки зору можливих перегрівів каталізатора є експлуатація нейтралізаторів на автомобілях з несправною паливною апаратурою, а також їзда з прикритою повітряною заслінкою, тобто на штучно збагачених паливно-повітряних сумішах.

Беручи до уваги реальні витрати газу сучасних ДВЗ і прийнятні з конструктивних міркувань розміри каталітичних нейтралізаторів, неважко показати, що в залежності від режимів експлуатації двигуна відносна об'ємна швидкість може змінюватися в досить широких межах: від 20-30 тис. до 200 тис. год$^{-1}$ [18].

Такі жорсткі експлуатаційні умови накладають особливі вимоги на фізико-хімічні характеристики каталізаторів: вони повинні забезпечувати 90-100% окиснення СО, оксидів азоту і вуглеводнів при високих швидкостях газових потоків (до 10^5 год$^{-1}$), термічну стійкість при перегріванні до 800–1000°С і стабільність протягом всього терміну служби. Необхідна висока механічна міцність каталізатора і його стійкість до впливу каталітичних отрут, що містяться у вихлопних газах [19].

Крім того, широке використання високоактивних металів в каталізаторах призводить до забруднення цими речовинами навколишнього середовища. Вплив потоків газу з високими швидкостями і температурами на шар

каталізатора призводить до ерозії і віднесенню частинок активних металів з його поверхні. Ці частинки, потрапляючи в навколишнє середовище, можуть внаслідок своєї високої активності порушувати природні біохімічні процеси.

Традиційні автомобільні каталітичні нейтралізатори являють собою керамічні блоки, на які нанесені благородні метали. Вони цілком ефективні в окисненні CO і вуглеводнів, але їм при цьому притаманні такі недоліки:

- відносно висока вартість, пов'язана із застосуванням істотних кількостей благородних металів;

- «проблема холодного пуску», що викликається зниженою активністю каталізатора в області низьких температур. Під час пуску двигуна температура нейтралізатора знижена, що призводить до викиду неочищених вихлопів в атмосферу. Цей викид триває протягом декількох хвилин, поки температура каталізатора не досягне необхідної величини. Для вирішення цієї проблеми використовують спеціальні пристрої для попереднього нагріву каталізатора, але вони істотно ускладнюють нейтралізатор і ведуть до зростання його ціни;

- «проблема термошоку» пов'язана з різким зростанням температури каталізатора під час пуску двигуна. В цьому випадку неоднорідний нагрів каталітичного блоку веде до виникнення термічних напружень, які можуть привести до руйнування блоку. Щонайменше, термошок негативно впливає на термін служби каталізатора;

- низька ефективність видалення NO_x. Ця проблема особливо істотна в разі дизельних двигунів. Існуючі у світовій практиці на сьогоднішній день каталізатори не забезпечують досить високу ефективність, що відповідає сучасним екологічним вимогам;

- низька стійкість до дії сполук сірки. Сполуки сірки, присутні у вихлопних газах (в основному, у вигляді SO_2) викликають істотну дезактивацію каталізатора, що призводить до погіршення характеристик роботи каталізатора;

- проблема гідротермічного старіння каталізатора. Присутність парів води в поєднанні з високою робочою температурою може негативно впливати на структуру керамічного носія, також погіршуючи характеристики каталізатора і знижуючи його термін служби;

- недоліки гідродинамічного характеру течії газів через аксіальні канали стільникових блоків.

Головним параметром, за яким визначається якість отриманого дослідного зразка каталізатора, є температура 90% -вої конверсії вуглеводнів і CO.

В Інституті каталізу ім. Борескова СО РАН розроблено принципово нове покоління каталізаторів, які використовують в якості носія скловолокна і склотканини. Ці каталізатори мають ряд унікальних властивостей, що забезпечує високу перспективність їх застосування в багатьох галузях промисловості (хімічна і нафтохімічна, газопереробна, металургійна і ін.).

Скловолокнисті каталізатори (СВК) є реально новим типом каталітичних систем і ніколи раніше не застосовувалися у світовій практиці для очищення автомобільних вихлопів, навіть на рівні лабораторних розробок.

СВК є тканий скловолокнистий матеріал. На сьогоднішній день придатні для виготовлення каталізаторів склотканини виробляються на кількох вітчизняних скляних заводах в промислових масштабах.

Після такої обробки скловолокна просочуються благородними металами та іншими сполуками, що забезпечує необхідну каталітичну активність [20]. Однак скловолокниста основа таких каталізаторів при температурах вище 800^{o}C починає спікатися з різкою втратою властивостей.

В Інституті нафтохімічного синтезу ім. А.В. Топчиева отримані керамічні і металокерамічні мембрани, у внутрішньому обсязі каналів яких сформовані каталітичні покриття. Металокерамічна мембрана має двошарову композитну структуру, що складається з підкладки і нанесеного на підкладку шару рутилу. Підкладка виготовлена на основі пористої нержавіючої сталі.

Товщина підкладки 200 мкм, середній розмір пор 2 мкм. Тонкий керамічний шар рутилу має товщину 20 мкм, середній розмір пор 0,13 мкм, оціночна величина питомої площі поверхні керамічного шару $2>10^5$ $см^2/см^3$, пористість 30-35%, проникність по повітрю - 330-400$м^3$/год. Керамічна мембрана марки «БУМ» виготовлена на основі карбіду титану і характеризується наступними показниками: середній розмір пор ~ 5 мкм, пористість - 60%, товщина стінки 3 мм, продуктивність по повітрю 1500 $м^3$/год.

В Інституті структурної макрокінетики і проблем матеріалознавства АН розроблена технологія отримання оксінітридної СВС-кераміки у вигляді порошків, гранул і блоків стільникової структури в якості носіїв каталізаторів. Оксінітридна СВС кераміка у вигляді порошку (з питомою поверхнею до S =26,5 $м^2$/г), гранул (S =1,27 $м^2$/г) і блоків стільникової структури (S_v =5 $м^2$/г, діаметр 34 мм, розмір осередків 1,0×1,0 мм, товщина стінки 0,1 мм, міцність на стиск 24,5 10^6 $Н/м^2$ або 250 $кг/см^2$, теплостійкість 1300°С) була досліджена в якості каталізатора для нейтралізації таких шкідливих сполук, як окис вуглецю, окис азоту та вуглеводнів. Ідентична до вихлопних газів ДВЗ модельна газова суміш (1– 10 %CO; 1– 1,5% C_3H_8 або CH_4; 0–0,44% NO; 3– 20% O; інше N) нагрівалася до 100-750°С та пропускалася через трубчастий реактор, що містить каталізатор, з об'ємною швидкістю (6–100) 10^3 $год^{-1}$.

Повне окиснення окису вуглецю і пропану спостерігалося в інтервалі температур 200-500°С, в залежності від умов. Температура повного окиснення окису вуглецю і пропану може бути знижена на 100-150°С за рахунок зміни вмісту зв'язаного кисню в кераміці [21].

В даний час на практиці для проведення каталітичних процесів використовують благородні метали, такі як: Pt, Ro, Pd. Як правило, ці метали наносяться на підкладки з Al_2O_3 різними методами, велика частина з яких є екологічно шкідлива і небезпечна.

Однак для багатьох каталітичних реакцій можливе використання більш дешевих матеріалів і методів їх отримання. До них можна віднести

каталізатори на основі інтерметаліду NiAl зі структурою Ренея (структура Ренея утворюється в результаті вилуговування Al з інтерметаліду NiAl, в якому залишається тільки Ni, що має розгалужену структуру).

У зв'язку з цим, було вирішено досліджувати інтерметалліди Ni, Co/Al і Ni, Co/Al_3 при використанні в якості каталізаторів повного окиснення вуглеводнів і вуглекислого газу, що містяться у вихлопних газах двигунів внутрішнього згоряння.

1.5 Огляд існуючих конструкцій каталітичних нейтралізаторів для очищення вихлопних газів двигунів внутрішнього згоряння

Для очищення вихлопних газів двигунів внутрішнього згоряння від CO і вуглеводнів застосовуються два типи пристроїв - термореактор і каталітичні нейтралізатори.

Термореактор є високотемпературна камера, яка зазвичай встановлюється на двигун замість вихлопного колектора і служить для збільшення тривалості перебування відпрацьованих газів в зоні високих температур, чим досягається більш повне згоряння палива. Основним недоліком апаратів цього типу є необхідність забезпечення високих температур (понад 700°C) в реакційній зоні, що пов'язане з серйозними технічними труднощами, особливо при запуску і роботі двигуна на режимах холостого ходу і малих навантаженнях. Саме тому термореактор поки не набув широкого поширення.

Апарати, в яких знешкодження відпрацьованих газів здійснюється за допомогою каталізаторів, звуться каталітичними нейтралізаторами. Ці пристрої встановлюються у вихлопну систему двигуна без будь-яких його істотних змін і забезпечують ефективну очистку в широкому діапазоні температур, в тому числі і на найбільш токсичних режимах холостого ходу і малих навантаженнях.

У ряді випадків каталітичний нейтралізатор може виконувати функції глушника. Таке поєднання якостей при відносній простоті технічної реалізації забезпечило значне їх поширення. Подібні пристрої встановлюються на багатовантажні автомобілі і механізми, що працюють в кар'єрах, шахтах, складах і інших місцях з обмеженим повітрообміном. Зазвичай каталітичні нейтралізатори застосовуються в комплексі з забезпечуючими і контролюючими їх роботу пристроями, що служать для подачі додаткового повітря, вимірювання температури, захисту нейтралізатора від програвав і т.д. Таке поєднання каталітичного нейтралізатора та забезпечуюючих його роботу пристроїв називається системою каталітичної нейтралізації відпрацьованих газів.

Незважаючи на простоту, технічна реалізація принципу каталітичної нейтралізації виявилася досить складною. Найбільші труднощі були пов'язані з вибором конструкції власне каталітичного нейтралізатора, який відповідно до вимог автомобілебудівних організацій повинен володіти невеликою вагою і габаритами, малим опором потоку відпрацьованих газів, високою стійкістю до механічних, теплових навантажень і газової корозії, довговічністю, надійністю і невисокою вартістю. При цьому повинні забезпечуватися і оптимальні умови для роботи каталізатора, що розміщується в нейтралізаторі.

Найбільш прості нейтралізатори містять всього два елементи - реактор, в якому міститься каталізатор, і корпус, який служить для розміщення реактора і забезпечує, по можливості, оптимальні гідродинамічні умови перебігу газового потоку, міцність, надійність і тепловий стан конструкції в цілому. Інші елементи широко застосовуються в більш досконалих конструкціях (екрани, компенсатори, роздільники, вузли кріплення і т.д.), зазвичай виконують допоміжні функції і служать для вирішення приватних завдань. Необхідним елементом більшості конструкцій є вузол кріплення контрольної термопари.

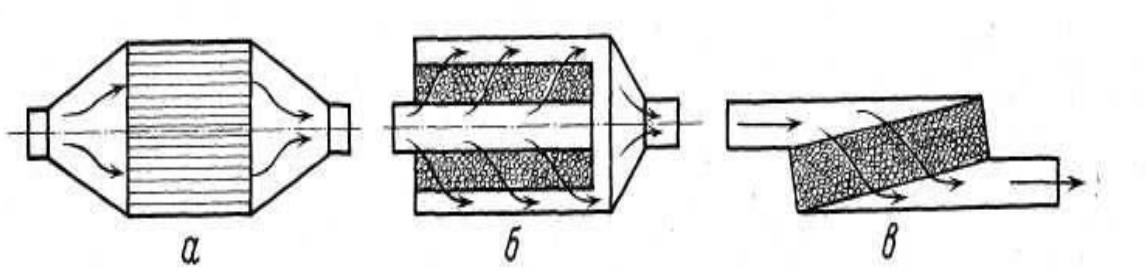
В основу класифікації конструкцій каталітичних нейтралізаторів

можуть бути покладені різні принципи. Зокрема, відомо розподіл нейтралізаторів по області застосування (для дизельних або карбюраторних ДВЗ, для легкових або вантажних автомобілів, автонавантажувачів і т.д.), каталізатору, що використовується (з гранульованим або блоковим носієм), переважної реакції процесу очищення відпрацьованих газів (окислювальні, відновлювальні, трикомпонентні) і т. д. Найбільш універсальною ознакою конструкції представляється схема течії газового потоку через нейтралізатор. За цим принципом більшість відомих конструкцій може бути умовно поділені на:

1) нейтралізатори з прямоточною схемою, при якій газовий потік, проходячи через конструкцію, істотно не змінює напрямку свого руху;

2) нейтралізатори з радіальним розподілом, в яких при перебігу через коаксіальний трубчастий реактор газ рухається зазвичай від центральної до периферійної зоні;

3) нейтралізатори з Z-образним плином, що передбачають двократну зміну напрямку газового потоку (рис. 1.2). Відомі й інші варіанти конструкцій, наприклад нейтралізатори з тангенціальною подачею газу в реактор, комбіновані, з киплячим шаром [21] та ін.



а - прямоточна; б - радіальна; в - Z- образна

Рисунок 1.2 - Схеми течії газового потоку через нейтралізатор

Найбільш досконалими є конструкції, що використовують прямоточну схему, яка дає можливість скоротити до мінімуму гідравлічні втрати при

проходженні відпрацьованих газів через нейтралізатор. Зазвичай в подібних нейтралізаторах використовуються каталізатори так званого блочного або монолітного типу, що представляють собою носій з великим числом паралельних осі потоку каналів, на поверхню яких нанесено шар активного компонента.

Схема нейтралізатора прямоточного типу з блоковим каталізатором приведена на рис. 1.2, а. Перевагою такої конструкції є ефективне використання каталітичної поверхні, відсутність рухомих елементів, фіксоване положення каталізатора, малий гідравлічний опір, стійкість до термоциклічних навантажень, невеликі вага і габарити. У прямоточних нейтралізаторах реактор як елемент конструкції відсутній, а його функції виконує каталітичний блок. До числа недоліків нейтралізаторів цього типу слід віднести досить складну технологію виробництва каталізаторів блочного типу і певні труднощі, що виникають при кріпленні керамічного блоку в металевому корпусі. Крім того, при низьких і середніх швидкостях газів центральна частина потоку в одиночному каналі не встигає прореагувати з поверхнею каталізатора через невелику ступінь завихрення потоку і невисоку питому поверхню каталітичного блоку.

Радіальна і Z-образна схема використовується переважно на нейтралізаторах з гранульованим каталізатором. Необхідно зауважити, що застосування гранульованих каталізаторів висуває особливі вимоги до конструкції реактора. Основним з них є неприпустимість переміщення гранул каталізатора в реакторі; в іншому випадку каталізатор інтенсивно стирається і виноситься із зони реакції. Важливими є також рівномірність розподілу газового потоку за обсягом реактора, вибір матеріалу конструкції реактора, здатного протягом тривалого часу (до 2000 мотогодин) працювати в агресивному середовищі відпрацьованого газу при високих (до 900-1000°С) температурах, і облік теплових деформацій, що виникають за рахунок нерівномірного нагрівання елементів конструкції.

Типовим прикладом нейтралізатора з радіальним плином газового

потоку є нейтралізатор, схематично зображений на рис. 1.2, б. Реактори подібних нейтралізаторів зазвичай виконуються у вигляді двох коаксіальних перфорованих труб. Відпрацьовані гази через перфоровані стінки внутрішньої труби надходять в простір між трубами, заповнений каталізатором, і далі через отвори зовнішньої труби потрапляють у вихідну порожнину корпусу нейтралізатора.

Для більш рівномірного розподілу газового потоку запропоновані нейтралізатори, в яких рух газу здійснюється по Z-образній схемі (рис. 1.2, в). Такі нейтралізатори зазвичай складаються з плоских, відповідним чином спрофільованих реакторів, виготовлених з перфорованих решіток. Найчастіше профілювання решіток виконується таким чином, щоб виникаючі при розігріві деформації були спрямовані всередину реактора і забезпечували тим самим додаткове ущільнення каталітичного шару. Реактор поміщається в корпусі, форма якого повинна забезпечувати рівномірний розподіл потоку за обсягом каталізатора і мінімальні гідравлічні втрати.

Наведені вище короткі відомості і приклади конструктивного оформлення нейтралізаторів, природно, не відображають всього різноманіття можливих технічних рішень, а служать лише ілюстрацією найбільш загальних принципів, що лежать в основі більшості відомих апаратів для каталітичного очищення відпрацьованих газів ДВЗ. Реальні конструкції, як правило, розробляються з урахуванням умов застосування, вимог до вмісту токсичних компонентів у відпрацьованих газах, типу двигуна, а також деяких інших факторів (економічності, допустимих ваги і габаритів, типу каталізатора і т.д.) і характеризуються великою різноманітністю.

Як уже згадувалося вище, для роботи каталітичного нейтралізатора в умовах, близьких до оптимальних, необхідний ряд допоміжних пристроїв, які в комплексі утворюють систему нейтралізації відпрацьованих газів. Принципи побудови і комплектація таких систем визначаються насамперед його призначенням. Відомі системи нейтралізації можуть бути умовно розділені на три типи: окислювальні (для допалювання продуктів неповного

згоряння, окису вуглецю та вуглеводнів), відновлювальні (для відновлення оксидів азоту) і біфункціональні або трикомпонентні (для знешкодження всіх трьох основних токсичних компонентів) [22-23].

Найбільш поширеними є окислювальні системи, які широко використовуються для знешкодження відпрацьованих газів як карбюраторних, так і дизельних двигунів.

1.6 Огляд методів виробництва каталізаторів, що використовуються в каталітичних нейтралізаторах для очищення вихлопних газів

Від способу приготування каталізаторів залежать їх властивості. Найбільш часто в промислових масштабах контактні маси готують по одному з наступних технологічних прийомів:

- співосадження вихідних компонентів з розчинів;
- сухе або вологе змішання порошкоподібних реагентів;
- сплавлення оксидів з наступним відновленням до металу;
- сплавлення активного і неактивного компонентів з подальшим вилуговуванням (видаленням) останнього;
- нанесення каталітично активної речовини на пористий носій.

Так само характерними стадіями для всіх перерахованих технологічних методів є: термообробка, грануляція (формування) і розсівання по фракціям готової контактної маси [24].

До нових нетрадиційних методів отримання каталізаторів відносяться піроліз летючих сполук металів на нагрітих поверхнях, розкладання колоїдних частинок солей вищих кислот в спирті на поверхнях носіїв, електролітичне осадження металів, синтез в надкритичних умовах, механохімічний синтез, плазмохімія, іммобілізація металокомплексів на різних носіях, синтез оксидних каталізаторів шляхом розкладання розчинів солей в розплавах нітратів, високотемпературний синтез (СВС) та ін.

1.7 Висновки до розділу 1

1. Розглянуті найбільш поширені забруднюючі речовини, які надходять в атмосферне повітря від автотранспорту, динаміка викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря та вплив цих викидів на здоров'я людини та навколишнє природне середовище.

2. Розглянуті характеристики каталізаторів, які застосовуються в каталітичних нейтралізаторах для очищення вихлопних газів двигунів внутрішнього згоряння, існуючі конструкції каталітичних нейтралізаторів, методи виробництва каталізаторів.

3. Найбільш перспективними є каталізатори на основі інтерметаліду NiAl зі структурою Ренея (структура Ренея утворюється в результаті вилуговування Al з інтерметаліду NiAl, в якому залишається тільки Ni, що має розгалужену структуру).

4. Найбільш досконалими є нейтралізатори що використовують прямоточну схему течії газового потоку через нейтралізатор. Найбільш поширеними є окислювальні системи нейтралізації, які широко використовуються для знешкодження відпрацьованих газів як карбюраторних, так і дизельних двигунів.

2 МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТІВ

2.1 Методологія оцінки ризику для здоров'я населення

Оцінка екологічного ризику є одним з елементів методології аналізу ризику здоров'ю, яка включає в себе оцінку ризику, управління ризиком та інформування про ризик. В науковому відношенні оцінка ризику – це послідовне, системне розглядання всіх аспектів дії фактору, що аналізується. на здоров'я людини, яке містить обґрунтування допустимих рівнів впливу. В науково-практичному застосуванні основна задача оцінки екологічного ризику в отриманні та узагальненні інформації про можливий вплив факторів середовища існування людини на стан його здоров'я.

Автотранспорт є одним з основних секторів економіки, який відіграє важливу роль в задоволенні потреб населення у перевезеннях. По території України проходять важливі автомагістралі міжнародного та республіканського значення та є достатньо розвинена вулично-доріжна сітка у містах. На фоні наявних переваг розгалуженої транспортної сітки виявляється ріст її негативного впливу на навколишнє середовище – багаторазове перевищення нормативів граничнодопустимих концентрацій забруднюючих речовин не тільки поблизу магістралей, а й у житлових кварталах міст. Постійно збільшується вміст забруднень від автотранспорту. Їх шкідливі, в тому числі й канцерогенні речовини, створюють небезпечні концентрації на рівні дихання людини і через слабке розсіювання негативно впливають на стан здоров'я людини.

Розвиток системних методів аналізу екологічних ситуацій на сучасному етапі є актуальною задачею. В цьому плані методи аналізу ризику виходять на перше місце, бо законодавство щодо техногенної та екологічної безпеки визначає необхідність аналізу ризиків [25].

Повна, або базова, схема оцінки ризику передбачає проведення

чотирьох взаємопов’язаних етапів, а саме:

- ідентифікацію небезпеки;
- оцінку експозиції;
- характеристику небезпеки (оцінку залежності «доза–відповідь»);
- характеристику ризику.

2.1.1 Ідентифікація небезпеки

Головним завданням цього етапу є відбір пріоритетних, індикаторних хімічних речовин, вивчення яких дозволить з достатньою точністю охарактеризувати рівні ризику порушення стану здоров’я населення та джерела його виникнення [26]. Пріоритетність досліджуваних речовин визначають на основі даних щодо їх біологічної активності, у т.ч. канцерогенної, фізико-хімічних властивостей, які обумовлюють особливості поширеності і поведінки їх у навколишньому природному середовищі та впливу на організм людини, залежності розвитку негативних ефектів (специфічних і неспецифічних) від шляху надходження речовини в організм.

При цьому, як правило, використовують вторинні джерела інформації (аналітичні огляди, звіти, довідники, бази даних), що вже містять висновки висококваліфікованих експертів про небезпечні властивості даної речовини.

2.1.2 Оцінка експозиції

Оцінка експозиції – етап оцінки ризику, у процесі якого встановлюється кількісний рівень надходження речовини до організму людини певним шляхом. Він передбачає визначення шляху розповсюдження у навколишньому середовищі і впливу на організм забруднюючої сполуки, вивчення її концентрацій, установлення терміну дії і загальної тривалості впливу, оцінки чисельності популяції, яка знаходиться або вірогідно може знаходитись під впливом шкідливого чинника [27].

Кількісна характеристика експозиції передбачає визначення концентрації хімічних сполук, що впливають на людину, орієнтуючись на дані:

- моніторингових досліджень;

- моделювання поширеності та поведінки хімічних сполук у повітряному (навколишньому природному) середовищі;

- комбінації результатів моніторингових спостережень із даними, отриманими на основі моделювання.

Моніторинг якості атмосферного повітря є найбільш важливим інструментом для аналітичного визначення вмісту хімічних чинників. За сучасних умов джерелом даних можуть бути результати спеціально спрямованих спостережень та матеріали щодо стану забруднення атмосферного повітря, отримані державною системою спостережень Державної гідрометеорологічної служби МНС України та Державної санітарно-епідеміологічної служби МОЗ України [27].

Концентрація речовини у зоні спостережень (місце перебування людини) визначається як середньоарифметична величина концентрацій, що мали місце протягом періоду експозиції, або як максимальна концентрація за обмежений час (у залежності від постановки завдання).

Для оцінки ризиків, зумовлених хронічним впливом хімічних речовин, мають застосовуватись середньорічні концентрації та їхні верхні 95%-ві довірчі межі. При визначенні ризиків гострих (екстремальних, аварійних) ситуацій терміном до 24 годин використовуються максимальні концентрації.

Визначаючи ризик впливу атмосферного повітря на здоров’я людей, теоретично бажано враховувати весь спектр хімічних сполук, що можуть діяти у цьому місці. Однак, реально допускається обмеження їх числа пріоритетними (індикаторними) для даної території речовинами.

Критеріями вибору пріоритетних речовин антропогенного походження є їх токсичні властивості, розповсюдження у навколишньому середовищі, стійкість, здатність до біокумуляції та міграції природними ланцюгами,

здатність викликати негативні ефекти (незворотні, віддалені) та чисельність населення, на яке потенційно вони можуть впливати.

При визначенні пріоритетних речовин доцільно ураховувати також закордонні переліки (Росія, США), що складались на основі вивчення компонентів забруднення повітряного середовища та характерних викидів різних промислових галузей.

Для України важливо орієнтуватись на переліки загальнопоширених забруднюючих речовин атмосферного повітря, показників та інгредієнтів атмосферних опадів, позначених у Порядку організації та проведення моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 9 березня 1999 року №343.

Результатом даного етапу оцінки ризику є визначення середньої добової дози (ADD/LADD), формула розрахунку якої за інгаляційного впливу речовини з атмосферного повітря має вигляд :

$$ADD/LADD = [(Ca \cdot out \cdot Vout) + (Ch \cdot Tin \cdot Vin)] \cdot EF \cdot ED/(BW \cdot AT \cdot 365),$$

де ADD/LADD – середня добова доза речовини, мг/кг-доба;

Ca – концентрація речовини в атмосферному повітрі, мг/м^3;

Ch – концентрація речовини у повітрі приміщення, мг/м^3;

Tout – час, що проводиться поза приміщенням, год/доба;

Tin – час, що проводиться у приміщенні, год/доба;

Vout – швидкість дихання поза приміщенням, м^3/год;

Vin – швидкість дихання у приміщенні, м^3/год;

EF – частота впливу, днів/рік;

ED – тривалість впливу, років;

BW – маса тіла, кг;

AT – період осереднення експозиції, років.

365 – число днів у році.

Загальна формула для розрахунку середньої добової дози хімічної речовини має наступний вигляд:

$$ADD_i = \frac{C_i \cdot CR \cdot EF \cdot ED}{BW \cdot AT \cdot 365},$$

де ADD_i – середня добова доза і-ї речовини, мг/кг·добу;

C_i – середньорічна концентрація в рецепторній точці і-ї речовини, мг/м^3;

CR – швидкість надходження, м^3/добу;

EF – частота впливу, днів/рік;

ED – тривалість впливу, років;

BW – середня маса тіла в період експозиції, кг;

AT – період усереднення експозиції, днів;

365 – число днів у році.

Для розрахунку надходження використовувалися три категорії змінних: пов'язані з хімічною речовиною, що описують експоновану популяцію (величина контакту, частота і тривалість впливу, маса тіла) (табл. 2.1) і які визначаються дослідником (час осереднення експозиції).

Для умов довічної експозиції в житловій зоні, тривалість якої включає більше одного вікового періоду життя, враховувалося дію: на дітей до 6 років, від 6 років до 18 років, на дорослих від 18 років.

В якості змінних виступає час усереднення експозиції, яка залежить від виду оцінюваних токсичних ефектів (табл. 2.1). При вивченні тривалих дій хімічних речовин, що не володіють канцерогенною дією, надходження розраховувалося шляхом усереднення на період експозиції (довічне - 70 років). Для канцерогенів розрахунок надходження проводився шляхом ділення загальної накопиченої дози на тривалість життя (хронічне щоденне надходження, яке часто називається довічним середньодобовим).

Таблиця 2.1 – Характеристика експозиції

Параметр	Характеристика	Стандартне значення
CR	Швидкість надходження, $м^3$/добу	діти до 6 років – 4; діти від 6 до 18 років – 20; дорослі від 18 років – 22; середня людина – 20
EF	Частота впливу, днів/рік	сельбищний сценарій – 350
ED	Тривалість впливу, років	діти до 6 лроків – 6; діти від 6 до 18 років – 12; дорослі від 18 років – 52; канцерогени – 70
BW	Маса тіла, кг	діти до 6 років – 15; діти від 6 до 18 років – 42; дорослі від 18 років – 70; середня людина – 60
AT	Період усереднення експозиції, років	діти до 6 років –·6; діти от 6 до 18 років – 12; дорослі від 18 років – 52; канцерогени – 70

Довічна добова доза з урахуванням вікових періодів (LADD) розраховувалася, як середня доза для трьох періодів життя за формулою:

$$LADD = \frac{(ED_b \cdot ADD_{chb}) + (ED_c \cdot ADD_{chc}) + (ED_a \cdot ADD_{cha})}{AT},$$

де $LADD$ – довічна середньодобова доза, мг/(кг·день);

ED_b – тривалість експозиції для дітей молодшого віку (< 6 років);

ED_c – тривалість експозиції для дітей старшого віку (6-18 років);

ED_a – тривалість експозиції для дорослого (>18 років);

ADD_{chb} –дітей молодшого віку, мг/(кг·добу);

ADD_{chc} – хронічна середня добова доза для дітей старшого віку, мг/(кг·добу);

ADD_{cha} – хронічна середня добова доза для дорослого, мг/(кг·добу).

2.1.3 Характеристика небезпеки

Головним завданням етапу є узагальнення та аналіз наявних даних щодо гігієнічних нормативів, безпечних рівнів впливу (референтних доз та концентрацій), критичних органів/систем та негативних ефектів, що можуть виникати за дії певної речовини або групи речовин.

Дія хімічних сполук зумовлює широкий спектр шкідливих ефектів, які залежать від шляху та тривалості надходження в організм, рівнів доз або концентрацій. У методології оцінки ризику прийнято орієнтуватися на той шкідливий ефект, який виникає за впливу найменшої із ефективних доз (критичний ефект, критичні органи/системи).

При цьому міжнародна методологія оцінки ризику передбачає, що:

– для неканцерогенних речовин та канцерогенів негенотоксичної дії передбачається наявність порогових рівнів, нижче від яких шкідливі ефекти не виникають;

– канцерогенні ефекти, обумовлені дією генотоксичних канцерогенних чинників, можливі за дії будь-яких доз, що викликають пошкодження генетичного матеріалу; для такого роду сполук відсутні порогові рівні.

Для характеристики ризику розвитку неканцерогенних ефектів найчастіше використовують два показники: максимальна недіюча доза і мінімальна доза, що викликає пороговий ефект. Дані показники є основою для установлення рівнів мінімального ризику – референтних доз (RfD) і концентрації (RfC). Перевищення референтної дози не обов’язково пов’язане із розвитком шкідливого ефекту, але чим вища доза впливу і чим більше вона перевищує референтну, тим більша імовірність його виникнення, однак оцінити цю імовірність за даного методичного підходу неможливо. У зв’язку

з цим кінцевими характеристиками оцінки експозиції на основі референтних доз і концентрацій є коефіцієнти (HQ) та індекси (HI) небезпеки. Якщо референтна доза не перевищена, то ніяких регулюючих втручань не потрібно. У випадку, коли вплив речовини перевищує RfD, виникає небезпека, величину якої можна оцінити лише за допомогою вивчення залежності "доза-відповідь" та спектра шкідливих ефектів [28].

Для оцінки ризику генотоксичних канцерогенів основним параметром є фактор канцерогенного потенціалу (CPF) або фактор нахилу (SF), що відображає ступінь наростання канцерогенного ризику на одну одиницю зі збільшенням дози впливу і має розмірність (мг/кг × доба)$^{-1}$.

Іншим параметром є величина так званого одиничного ризику (UR). За інгаляційного впливу UR являє собою верхню, консервативну оцінку канцерогенного ризику у людини, яка зазнає постійного впливу протягом життя певного канцерогенна в концентрації 1 мкг/м^3.

2.1.4 Характеристика ризику

Характеристика ризику інтегрує дані про небезпеку досліджуваних речовин, величину експозиції, параметри залежності «доза-відповідь», які було отримано на попередніх етапах дослідження. На основі цих даних дається кількісна та якісна оцінка ризику окремих речовин та визначається порівняльний ряд небезпеки для здоров‘я населення групи сполук.

Характеристику ризику розвитку неканцерогенних ефектів здійснюють шляхом порівняння фактичних рівнів експозиції з безпечними (референтними) рівнями впливу та визначенням коефіцієнта небезпеки:

$$HQ = AC / RfD,$$

де HQ – коефіцієнт небезпеки;

AC – середня концентрація, мг/м^3;

RfD – референтна концентрація, мг/м^3.

За висновком російських експертів, у разі відсутності референтних доз/концентрацій як еквівалент можна використовувати гранично допустимі концентрації (ГДК) або максимально недіючі рівні чи концентрації (МНР, МНК), установлені за критерієм прямого ефекту на здоров‘я.

За інгаляційного надходження, якщо цього не потребують спеціальні задачі дослідження, немає необхідності розраховувати дозу впливу, а розрахунок коефіцієнта небезпеки можна здійснювати за формулою:

$$HQi = Ci / RfC,$$

де HQ_i – коефіцієнт небезпеки впливу і-тої речовини;

C_i – рівень впливу і-тої речовини, мг/м^3;

RfC – безпечний рівень впливу, мг/м^3.

Коефіцієнт небезпеки розраховують окремо за умов короткотривалого (гострого), підгострого і тривалого впливу хімічної речовини. При цьому період осереднення експозиції і відповідних безпечних рівнів впливу має бути аналогічним. Критерії для характеристики коефіцієнта небезпеки наведено у таблиці 2.2.

Зважені речовини з розмірами менше 10 мкм (PM_{10}) наносять значні незворотні збитки у вигляді скорочення тривалості життя за рахунок додаткових випадків смерті. Вплив PM_{10} за 24 години призводить до підвищення добової смертності від 0,5 до 1,6% на кожні 10 мкг/м^3, а при збільшенні середньодобової концентрації PM_{10} на 10 мкг/м^3, частота патологічних симптомів з боку органів дихання підвищується на 2,4 % [29].

Індивідуальний коефіцієнт ризику (SF), що відображає число додаткових випадків смерті від вдихання суми зважених речовин PM_{10} протягом усього життя з зростанням концентрації на кожні 10 мкг/м^3, розраховується за формулою.

$$SF = IRM \cdot 71{,}2 \cdot 365,$$

де IRM – передбачуваний рівень добової смертності в Запоріжжі, пов'язаної з впливом концентрації 10 мкг/ м^3 PM10 щодня на все населення міста;

71,2 років – очікувана тривалість життя в місті у обох статей у середньому в 2019 р;

365 – число днів у році.

Таблиця 2.2 – Класифікація рівнів небезпеки неканцерогенними ризику

Рівень небезпеки	Коефіцієнт/ індекс небезпеки, (*HQ*/*HI*)	Характеристика рівня ризику
Мінімальний	≤0,1	- ризик виникнення шкідливих ефектів відсутній
Низький	0,1 - 1	- ризик виникнення шкідливих ефектів є зневажливо малим
Середній	1 - 5	- існує ризик розвитку шкідливих ефектів у особливо чутливих підгруп населення (неприпустимий для населення, допустимий для виробничих умов)
Високий	5 - 10	- існує ризик розвитку несприятливих ефектів у більшої частини населення
Надзвичайно високий	≥10	- масові скарги, виникнення хронічних захворювань

$$IRM = (10585 \cdot 0{,}005) / (365 \cdot N),$$

де 10585 – число випадків смертей у місті Запоріжжя в 2019 р., виходячи з показника 14,2 осіб на 1000 чоловік населення;

0,005 – зростання добової смертності на кожні 10 мкг/м^3 PM10;

365 - число днів у році;

N – чисельність населення, становила 745432 осіб у м. Запоріжжя в 2018 р.

Число додаткових випадків смерті в кожній рецепторною точці від концентрації PM10, зумовленої викидами досліджуваного підприємства розраховується за формулою:

$$AM = C \cdot SF \cdot N,$$

де С – концентрація PM10 в мкг/ м^3;

N – кількість населення, що проживає в рецепторною точці.

Характеристика сумарного ризику розвитку неканцерогенних ефектів при комбінованому і комплексному впливі хімічних сполук проводилася на основі розрахунку індексу небезпеки (HI), який оцінювався для груп хімічних сполук, що володіють однорідним (j-м) шкідливою дією і / або впливають на одні й ті ж органи / системи організму :

$$HI_j = HQ_1 + HQ_2 + ... + HQ_n,$$

де HQ_i – коефіцієнти небезпеки для окремих компонентів суміші хімічних речовин, що впливають.

Розрахунок індексів небезпеки, як правило, проводять з урахуванням критичних органів та систем, які зазнають негативного впливу досліджуваних речовин. Як свідчать результати наукових досліджень, за впливу компонентів суміші на одні і ті ж органи або системи організму найбільш імовірним типом їх комбінованого впливу є сумація (адитивність). Це правило не є універсальним, оскільки не враховує можливої різниці у механізмах специфічної дії компонентів суміші, а також локальних шкідливих реакцій у місці первинного контакту речовини з організмом (наприклад, слизових оболонках дихальних шляхів або шлунку). Разом з тим,

на думку міжнародних та закордонних експертів, такий підхід хоча і може перебільшувати небезпеку для здоров'я, однак має більшу перевагу у порівнянні з роздільною, незалежною оцінкою кожного із компонентів.

Для характеристики канцерогенного ризику проводять розрахунок індивідуального та популяційного ризику впливу досліджуваних речовин.

Розрахунок індивідуального канцерогенного ризику ICR здійснюють за формулою:

$$ICR = LADD \cdot SF,$$

де LADD – середня добова доза протягом життя , мг/(кг·доба);

SF – фактор нахилу, $(мг/(кг \cdot доба))^{-1}$.

При оцінці ризиків для здоров'я, зумовлених впливом забруднювачів атмосферного повітря, доцільно орієнтуватися на систему критеріїв, рекомендовану у публікаціях ВООЗ (1996, 1999, 2000рр.) (табл. 2.3).

Таблиця 2.3 – Класифікація рівнів ризику

Рівень ризику	Ризик протягом життя
Високий (DeManifestis) – не прийнятний для виробничих умов і населення. Необхідне здійснення заходів з усунення або зниження ризику	$>10^{-3}$
Середній – припустимий для виробничих умов; за впливу на все населення необхідний динамічний контроль і поглиблене вивчення джерел і можливих наслідків шкідливих впливів для вирішення питання про заходи з управління ризиком	$10^{-4} – 10^{-3}$
Низький – припустимий ризик (рівень, на якому, як правило, встановлюються гігієнічні нормативи для населення)	$10^{-6} – 10^{-4}$
Мінімальний (DeMinimis) – бажана (цільова) величина ризику при проведенні оздоровчих і природоохоронних заходів	$<10^{-6}$

2.1.5 Аналіз невизначеностей

В кінці кожного етапу оцінки ризику проводять аналіз невизначеностей, що можуть вплинути на достовірність результатів. Невизначеності являють собою часткову відсутність знань або фактичних даних щодо певних параметрів, процесів або моделей.

Можливі невизначеності поділяються на три категорії:

– невизначеності, зумовлені відсутністю або неповною інформацією, яка необхідна для коректного визначення ризику (наприклад, неповні або неточні дані про джерела забруднення навколишнього природного середовища, якісних та кількісних характеристиках емісії хімічних сполук тощо);

– невизначеності, пов’язані із деякими параметрами, які використовують для оцінки експозиції і розрахунку ризику (наприклад, установлення токсикологічних параметрів в експериментальних умовах та екстраполяція їх на населення);

– невизначеності, зумовлені пробілами в науковій теорії, яка необхідна для передбачення на основі причинних зв’язків (неповнота інформації щодо параметрів, які застосовуються при аналізі ризику: характеристика популяції, довкілля, фізико-хімічні властивості сполуки тощо).

Оскільки невизначеність властива самому процесу оцінки ризику, в певних випадках вона може бути зменшена шляхом додаткових досліджень чи вимірювань через виділення декількох параметрів, точність визначення яких чинить найбільший вплив на кінцеві оцінки ризику і величину загальної невизначеності.

Невизначеності притаманні усім етапам оцінки ризику і повинні ураховуватись при підведенні підсумку і визначенні елементів управління ризиком.

2.1.6 Управління ризиком

Управління ризиком є логічним продовженням оцінки ризику. Основні завдання управління ризиком – порівняльне вивчення факторів ризику, установлення вагомості ризиків, їхнє ранжування і виявлення пріоритетів, обґрунтування найкращих в даній ситуації рішень з усунення або мінімізації ризику, а також оцінка ефективності і корегування оздоровчих заходів.

Управління ризиком базується на сукупності політичних, соціальних і економічних оцінок отриманих величин ризиків, порівняльній характеристиці можливої шкоди для здоров'я людини і суспільства в цілому, можливих витрат на реалізацію різних варіантів управлінських рішень зі зниження ризику і тих вигод, які будуть отримані в результаті реалізації заходів.

2.1.7 Інформування про ризик

Останнім етапом методології аналізу ризику є інформування про ризик. Інформування про ризик – це процес розповсюдження результатів визначення ступеня ризику для здоров'я людини і рішень щодо його контролю.

На їх основі органи санепідслужби спільно з адміністративними органами, з огляду на пріоритетність як окремих джерел забруднення, так і провідних чинників, які формують найбільш високий і небезпечний рівень ризику для здоров'я населення та стану навколишнього природного середовища, розробляють комплекс профілактичних заходів і черговість їх впровадження.

Цей аспект є принципово новим і відрізняє концепцію ризику від попередніх концепцій, що використовувались при оцінці небезпеки впливу шкідливих факторів оточуючого середовища на населення.

2.2 Матеріали і устаткування для проведення експериментів

В якості досліджуваних каталізаторів окиснення оксиду вуглецю та вуглеводнів використовували системи на основі інтерметаліду Ni-Al стехіометричного складу $NiAl_3$, синтезовані методом теплового самозаймання.

З метою збільшення каталітичної активності інтерметалід $NiAl_3$ був модифікований різними кількостями кобальту. Зокрема були отримані каталізатори $NiAl_3$ з добавками Co в кількостях до 30 масових %.

В якості реакційного середовища використовувалися суміші порошків дисперсністю 100-150 мкм наступних матеріалів:

1. Al – порошок алюмінію марки АСД1 (ТУ 48-5-226-87) – відновник оксидів, джерело алюмінію в каталізаторі;

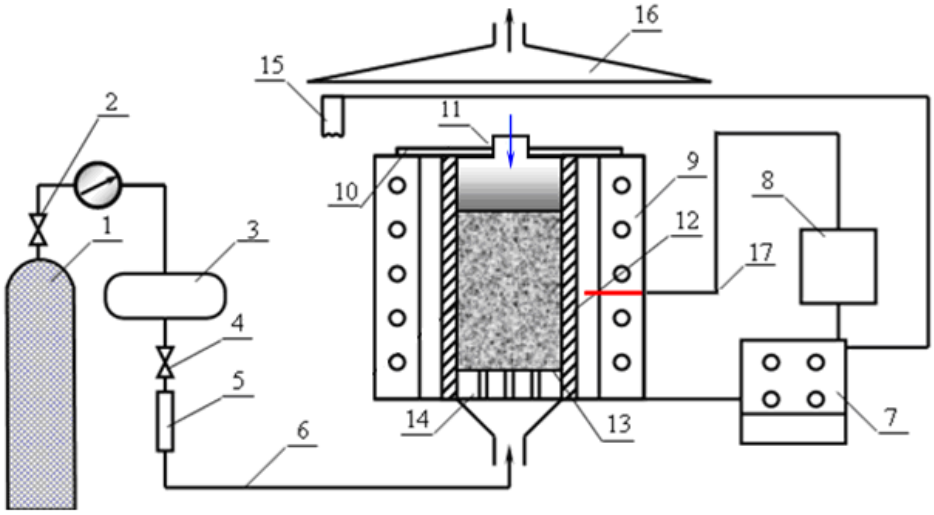
2. Ni – порошок нікелю марки ПНЕ-1 (ГОСТ 9722-97) – джерело нікелю в каталізаторі;

3. Co – порошок кобальту марки ПК-1У (ГОСТ 9721-79) – джерело кобальту в каталізаторі;

Суміші порошків готували методом двостороннього пресування, що здійснювався в розбірній прес-формі з плаваючим поршнем для отримання циліндричних заготівок.

Отримання інтерметалідних каталізаторів методом теплового самозаймання здійснювали на установці, принципова схема якої наведена на рис. 2.1. Установка складається з наступних основних функціональних систем: реакційне обладнання, система газозабезпечення, система контролю і регулювання технологічними параметрами, системи утилізації газів.

Отримання каталізаторів методом теплового самозаймання включало дозування, змішування, заповнення форми та пресування циліндричної заготівки діаметром 20 мм і висотою 20 мм з відносною щільністю 0,5. Дисперсність порошків становила 100-150 мкм. Зусилля пресування змінювали в діапазоні 30-100 кН.



1 – газовий балон з аргоном; 2 – редуктор; 3 – ресивер; 4 – вентиль; 5 – витратомір; 6 – газова магістраль; 7 – блок живлення; 8 – регулятор температури «Мікро600»; 9 – електропіч; 10 – кришка реактора; 11 – пуансон; 12 – матриця; 13 – реакційна суміш; 14 – пориста решітка; 15 – електроспіраль; 16 – система утилізації газів; 17 – термопара

Рисунок 2.1 – Схема установки для отримання інтерметалідних каталізаторів

Отриману заготівку поміщали в матрицю гарячого пресування, заповнювали інертним середовищем, де рівномірно нагрівали. При рівномірному нагріванні йде саморозігрів заготівки. Через експонентну залежність швидкості реакції від температури, підйом температури в обсязі заготівлі йде з прогресивним самоприскоренням і закінчується різким стрибком температури, ініціюється процес самозаймання, в результаті якого в суміші починається високотемпературний синтез. При тепловому самозайманні за рахунок саморозігріву практично одночасно в повному обсязі заготівлі досягаються високі температури зразка. Температуру суміші контролювали вольфрам-ренієвою термопарою в захисному чохлі і підключеної до регулятора температури «Мікро600».

Після проходження хвилі горіння проводиться витримка заготівки при температурі 390-460^{o}C протягом 0,5-1 год. На стадії термічної обробки проводиться допресування отриманого продукту. Основна особливість цього способу полягає в тому, що ініціювання процесу горіння проводиться не з

поверхні, а за рахунок прогріву всього обсягу реагуючої речовини до температури запалювання. При цьому в залежності від співвідношення визначальних параметрів, максимум температури може виникати або в центрі реакційного обсягу, або між центром і поверхнею.

Отриманий у вигляді штабика зразок потім дробили і просівали. Для каталітичних досліджень відбирали фракцію з розміром частинок в межах 400-600 мкм для кожної з отриманих систем.

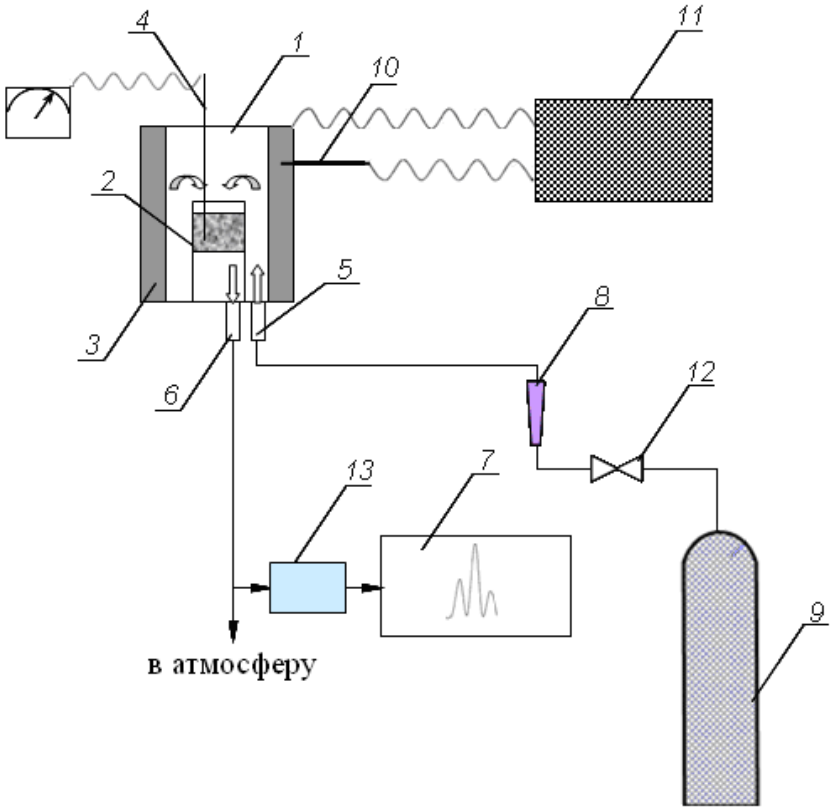
Модифіковані зразки готували з попередньо просушених металевих порошків, методом механічного змішування.

Для приготування модифікованих зразків була використана система $NiAl_3$ із співвідношенням компонентів 58% Al і 42% Ni. Модифікування системи проводили шляхом введення добавки Co на стадії синтезу в кількостях до 30 мас. %.

Отриманий сплав розмелювали і відбирали фракцію 0,5 мм. Скелетний каталізатор нікелю отримували шляхом вилуговування 1 г отриманого інтерметаліду різними кислотами та лугом. Потім каталізатор ретельно відмивали від слідів лугу промиванням водою і етиловим спиртом.

Для дослідження каталітичної активності отриманих інтерметалідних каталізаторів використовувалася установка, схема якої представлена на рис. 2.2.

Установка складається з циліндричного проточного реактора з поворотом потоку газу, що представляє собою дві вставлені один в одного кварцові трубки 1 з внутрішнім діаметром 15 мм, з шаром каталізатора 2 на підкладці з волокнистого матеріалу, термопари 4 для контролю температури в реакторі, хроматографа (газоаналізатора) 7, витратоміра 8 і балона з модельною сумішшю газів 9. Нагрівання каталізатора здійснюється переважно потоком модельної газової суміші, нагрітої у зовнішніх стінок реактора. Завантаження каталізатора фракції 0,1-0,3 мм становила 1-2см^3 при відносній об'ємної швидкості газового потоку до 120 000 год$^{-1}$.



1 – реактор; 2 – шар каталізатора; 3 – зона обігріву; 4 – термопара; 5 – патрубок для подачі газів; 6 – патрубок для відводу газів; 7 – хроматограф (газоаналізатор); 8 – ротаметр; 9 – балон з модельною сумішшю газів; 10 – контрольна термопара; 11 – блок підтримки температури реактора; 12 – регулятор витрати газової суміші; 13 – осушувач.

Рисунок 2.2 – Схема установки для дослідження каталітичної активності

Модельна суміш газів складається з 1,0% пропану, 1,5% оксиду вуглецю (II), 5,8% кисню, 91,7% азоту. Продукти реакції пропускалися через осушувач для видалення води, що утворилася в ході реакції. Аналіз продуктів окиснення проводився методом хроматографії за допомогою приладу «Кристал 2000 М», а також на газоаналізаторі «Паладій-3». Експерименти проводилися в температурному діапазоні від 100 до 500°С в залежності від активності каталізатора з інтервалом в 50°С.

Питома поверхня зразків визначалася за допомогою приладу СОРБІ-М. Мікроструктуру каталізаторів досліджували з поперечних шліфів на мікроскопі «Neophot-21». Аналіз фазового складу здійснювали на

рентгенівському дифрактометрі ДРОН-3 та на мікроаналізаторі MS-46 «Cameca» з локальністю 1 мкм.

2.3 Висновки до розділу 2

1. Для аналізу екологічної безпеки викидів від автотранспорту використовувалася методологія оцінки ризику для здоров'я населення, розроблена Агентством з охорони навколишнього середовища США (EPA US).

2. Для одержання каталізаторів використовували лабораторно-промислову установку, яка складається із прес-обладнання, системи контролю та регулювання технологічними параметрами, системи утилізації газів. В якості вихідних компонентів використовували порошки нікелю, алюмінію, кобальту. Схема приготування шихти включала дозування, змішування, заповнення форми, пресування, термічну обробку і вилуговування. Зусилля пресування змінювали в діапазоні 30-100 кН. Отриманий каталізатор завантажували в установку з реактором проточного типу. Через установку пропускали газову суміш: 1,0% C_3H_8; 1,5% CO; 5,8% O_2; 91,7% N_2, з об'ємною швидкістю до 120000 год$^{-1}$ при температурі від 150 до 400-500°C з інтервалом 50 °C.

3 ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ВИКИДІВ АВТОТРАНСПОРТУ

3.1 Характеристика метеорологічної ситуації м. Запоріжжя

Специфіка розповсюдження забруднюючих речовин на досліджуваній території м. Запоріжжя залежить від характеристики використання земельних ресурсів, клімату та рельєфу. Для отримання більш точних розрахунків, були проаналізовані та адаптовані наявні в Україні дані щодо характеристики землекористування, метеорологічної ситуації та рельєфу.

Метеорологічні умови є одним з визначальних чинників, що мають вплив на розповсюдження забруднюючих речовин на досліджуваній території. Варіації метеорологічних параметрів (тиск, хмарність, атмосферна вологість, температура, швидкість вітру та ін.) впливають на формування специфічних станів атмосфери, класи стабільності атмосфери, які визначають умови поширення забруднювачів.

Місто Запоріжжя розташоване в зоні континентального типу зі спекотним літом і помірно холодною зимою. Найхолодніший місяць року - січень, середньомісячна температура - 4,3 °С, абсолютний мінімум - 34 °С. Найтепліший місяць - липень, середньомісячна температура +22,3 °С при абсолютному максимумі +41 °С. Річна кількість опадів - 469 мм, середній сніжний покрив становить 14 см, максимальний - 35 см. Швидкість вітру на території міста не перевищує 5-7 м/с, проте максимальна швидкість може досягати 20 - 25 м/с. Переважні вітри: північно-східні і північні.

Вихідними даними для проведення розрахунку забруднюючих речовин стали дані спостережень метеорологічної станції аеропорту м. Запоріжжя. За даними спостережень протягом 2018 року (або 8760 год.) штиль спостерігався протягом 9,47 % часу спостереження (або 830 год.), а середня швидкість вітру склала 3,9 м/с. Найбільшу кількість годин (341 год. або 14,9 %) вітер дув південно-західному напрямку зі швидкістю від 3-4 м/с. В

тому ж напрямку найбільше годин (270 год. або 3,9 %) він дув і зі швидкістю 4-5 м/с. Майже однакову кількість годин він дув в західному та південному-східному напрямку (табл.. 3.1 та рис. 3.1).

Таблиця 3.1 – Повторюваність напрямків та швидкостей вітру у годинах у м. Запоріжжя

	Швидкість вітру в м/с									
	0,5-1,5	1,5-3,0	3,0-4,0	4,0-5,0	5,0-6,0	6,0-7,0	7,0-8,0	8,0-11,1	>=11,1	Разом
Північний	33	198	164	130	116	72	47	121	3	884
Північносхідний	28	147	164	157	164	105	74	73	4	916
Східний	36	139	176	160	163	98	94	65	7	938
Південносхідний	36	233	230	143	137	118	70	59	2	1028
Південний	28	159	237	188	117	80	52	48	2	911
Південнозахідний	55	197	341	270	170	131	90	52	0	1306
Західний	58	234	262	178	147	126	114	124	0	1243
Північнозахідний	56	173	149	99	88	56	49	31	3	704
Разом	330	1480	1723	1325	1102	786	590	573	21	79

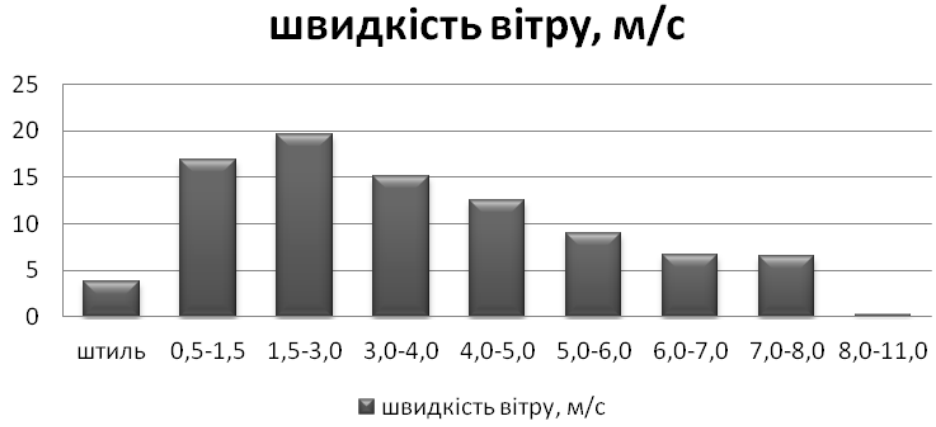


Рисунок 3.1 – Розподіл швидкостей вітру у відсотках в м. Запоріжжі

На рисунку 3.2 представлено загальнорічну розу вітрів, яка склалася в м. Запоріжжя. Як видно, переважаючим напрямком вітру був південно-західний та західний.

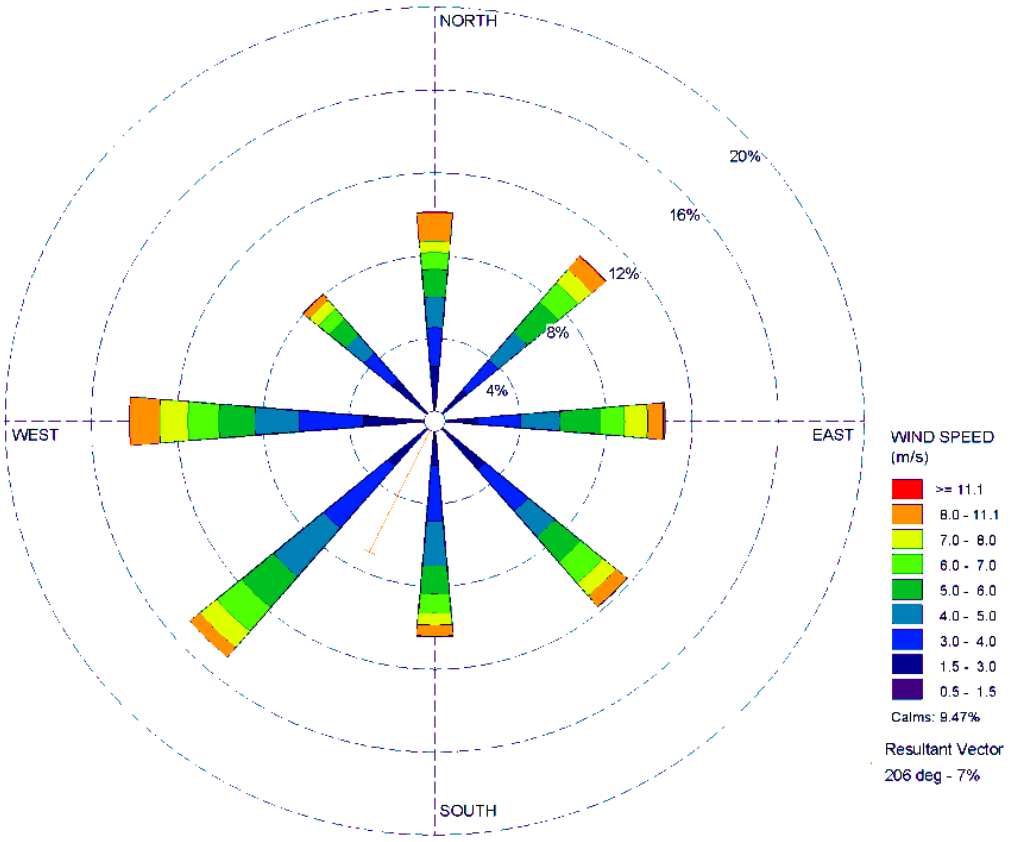


Рисунок 3.2 – Загальнорічна роза вітрів м. Запоріжжя

Класифікація різних метеорологічних станів атмосфери відносно можливості розсіювати та переносити забруднювачі (категорії стабільності атмосфери) поділяється за ключовими характеристиками, що визначають швидкість вітру, рівень сонячної інсоляції, хмарність та ін. В моделях EPA стабільність атмосфери класифікується за Паскуіллом-Гіффордом-Тернером і представлена 6-ма категоріями стабільності від A до F:

A – максимально нестабільний стан (сильна температурна нестабільність, яскраве сонце);

B – середньо нестабільний стан (перехідні періоди, спокійне перемішування);

C – помірно нестабільний стан (перехідні періоди, незначне перемішування);

D – нейтральний стан (сильний вітер, суцільна хмарність, переходи день-ніч);

E – помірно стабільний стан (перехідні періоди, нічні помірні вітри);

F – середньо стабільний стан (чисте небо опівночі, дуже обмежене вертикальне перемішування).

Як видно з діаграми на рис. 3.3 майже половина часу або 43,9 % атмосфера на даній території протягом 2018 року знаходилися в нейтральному стані, майже однаковий час в помірному (E – 15,5 %) та середньо стабільному (Б – 15,1 %) стані. Найменше часу атмосфера перебувала в максимально нестабільному стані – 0,4 %.

Можливість найгіршого варіанту розвитку ситуації складається тоді, коли високі концентрації викидів припадають на маловітряний період, який характеризується класами стабільності атмосфери E (11,1 % та 9,8 % протягом року). Періоди сильних вітрів, клас D (57,7 % протягом року), сприяють активній дисперсії та поширенню забруднюючих речовин на значні відстані.

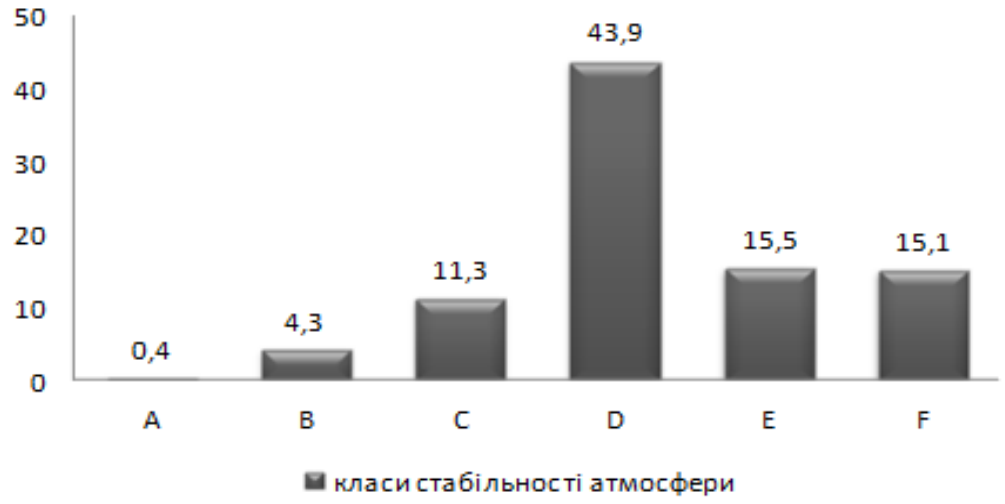


Рисунок 3.3 – Класи стабільності атмосфери у м. Запоріжжя, %

Таким чином, на території м. Запоріжжя переважаючим напрямками вітру, відповідно були південно-західний та західний. Отже, у поєднанні з нейтральним класом стабільності атмосфери, забруднюючі речовини від стаціонарних джерел викидів на досліджуваних територіях будуть поширюватися у відповідних напрямках.

Для побудови сценарію впливу автотранспорту на основних перехрестях м. Запоріжжя було використано річну метеорологію за 2018 рік. Дані надані метеослужбою аеропорту в м. Запоріжжя.

3.2 Характеристика рельєфу м. Запоріжжя

Рельєф території міста Запоріжжя – рівнина, розмежована річками і балками. Схили поверхні спрямовані у бік рік і водойм. У геологічній будові ділянки до глибини 15-20 м беруть участь четвертинні та неогенові відкладення (суглинки, супіски, піски, глини), що залягають на нерівній поверхні докембрійських гранітів.

Висотні відмітки рельєфу для досліджуваної території м. Запоріжжя коливаються в межах від 86 м до 196,7 м над рівнем моря (рис. 3.4).

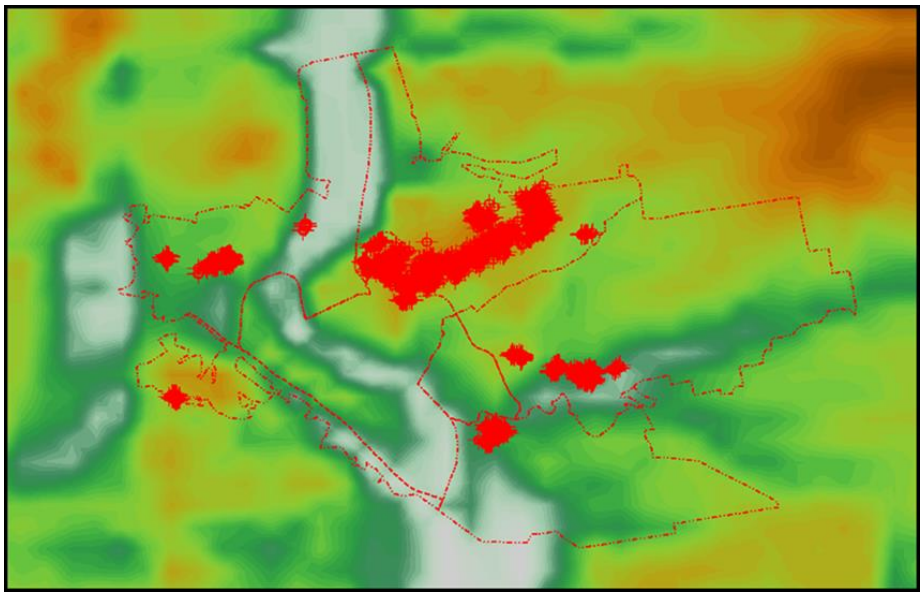


Рисунок 3.4 – Рельєф території м. Запоріжжя

Враховуючи дані метеорологічних спостережень, топографії та характеристики землекористування, для розрахунку осереднених концентрацій пріоритетних полютантів атмосферного повітря, була використана розрахункова програма CalRoadsView, яка широко використовується для оцінки впливу пересувних джерел викидів на здоров'я населення м. Запоріжжя.

Розрахунок експозиції від викидів автотранспорту за допомогою CalRoadsView був виконаний Державною установою «Інститут гігієни та медичної екології ім. М.О. Марзєєва Академії медичних наук України».

3.3 Оцінка експозиційних навантажень впливу автотранспорту на здоров'я населення м. Запоріжжя

Для м. Запоріжжя за допомогою засобів графічного модуля програми CalRoads View, першочергово були підготовлені карти вулично-дорожньої мережі на досліджуваній території та вибрані найбільш загружені автотранспортом магістралі. Таким чином на космічний знімок території міста було нанесено 9 перехресть, що вивчалися:

1. б. Вінтера – вул. Гребельна;
2. пр. Соборний (Леніна) – пр.Металургів;
3. вул. Перемоги – вул. Тюленіна;
4. вул. Перемоги – вул. Патріотична;
5. пр. Соборний (Леніна) – вул. Українска;
6. вул. Дніпровська (Леппіка) – Набережна;
7. пр. Соборний – вул. Святого Миколая (Артема);
8. вул. Радгоспний провулок – вул. Культурна;
9. вул. Василя Сергієнка (Задніпровска) – вул. Новгородська.

Вибрані для дослідження перехрестя були охарактеризовані необхідною графічною інформацією для розрахунків впливу автотранспорту на атмосферне повітря м. Запоріжжя щодо: кількості смуг руху, довжини

перехрестя, ширини проїзної частини (вихідна інформація була надана Запорізьким національним технічним університетом).

При оцінках викидів шкідливих речовин враховувалася інтенсивність, та склад транспортних потоків, швидкісний режим та затримки автотранспорту на досліджуваних перехрестях.

На підставі офіційних даних Запорізького національного технічного університету щодо викидів автотранспорту м. Запоріжжя на досліджуваних територіях (дод. А, табл.А.1-А.6), в результаті розрахунків були отримані дані щодо максимальних та мінімальних значень осереднених концентрацій для оксиду вуглецю, діоксиду азоту, вуглеводнів, пилу та бенз(а)пірену, змодельованих програмою CalRoads View в Інституті гігієни та медичної екології ім. М.О. Марзєєва Академії медичних наук України [30].

В результаті досліджень був сформований перелік найбільш приорітетних шкідливих речовин (дод. Б, табл. Б.1, Б.2).

Згідно міжнародних критеріїв оцінки якості атмосферного повітря серед перелічених пріоритетних речовин у зазначених рецепторних точках не перевищують значень референтних концентрацій (RfC) лише рівні експозиції по PM_{10}. У всіх останніх випадках спостерігається перевищення нормативних рівнів, особливо по бульвару Вінтера - вул. Гребельна та по пр. Соборний - вул. Артема.

3.4 Характеристика ризику для здоров’я населення м. Запоріжжя

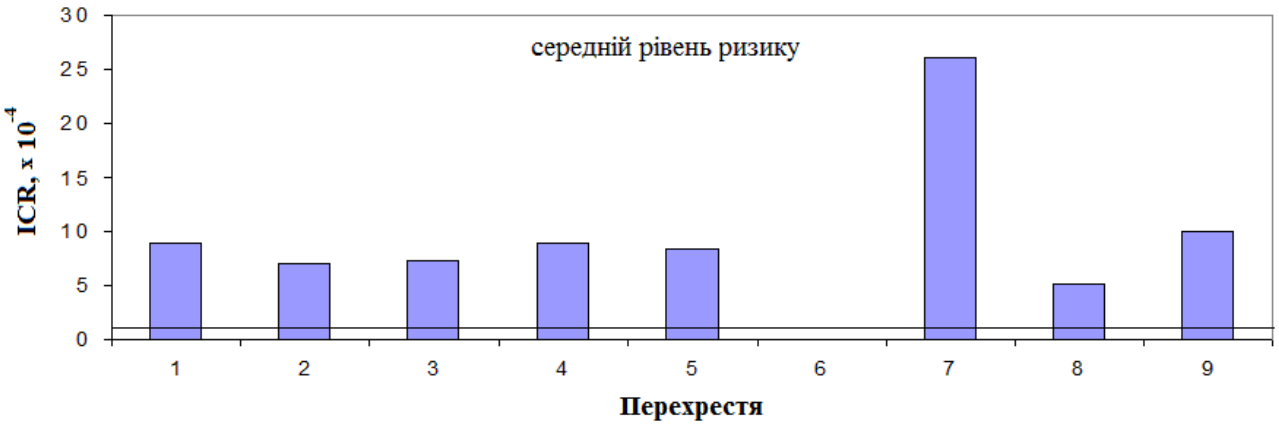
На основі розрахованих рівнів експозиції були встановлені характеристики ризику від забруднення атмосферного повітря викидами автотранспорту в контрольних перехрестях, які включали:

– розрахунки індивідуальних канцерогенних ризиків для здоров'я населення;

– розрахунки неканцерогенних ризиків у вигляді коефіцієнтів та індексів небезпеки для окремих речовин;

– розрахунки додаткових випадків смерті від викидів пилу з діаметром часток менше 10 мкм.

Серед пріоритетних забруднюючих речовин, присутніх у житловій зоні, канцерогенною дією володіє бенз(а)пірен. Результати розрахунків (дод. В, табл. В.1) (рис. 3.5.) індивідуального канцерогенного ризику для здоров'я населення на контрольних перехрестях: б. Вінтера - вул. Гребельна, пр. Соборний - пр.Металургів, вул. Перемоги - вул. Тюленіна, вул. Перемоги - вул. Патріотична, пр. Соборний - вул.Українська, вул. Радгоспна - вул. Культурна, вул. Василя Сергієнка (Задніпровска) - вул.Новгородська свідчать про середній рівень ризику (10^{-4} < ICR < 10^{-3}) при довічному впливі (характеризується такими рівнями, які є допустимими для професійних контингентів і неприпустимими для населення в цілому). Виникнення такого рівня ризику вимагає розробки та проведення планових оздоровчих заходів.



1 – б. Вінтера -вул. Гребельна; 2 – пр. Соборний- пр. Металургів; 3 – вул. Перемоги-вул. Тюленіна; 4 – вул. Перемоги-вул. Патріотична; 5 – пр. Соборний-вул. Українська; 6 – вул. Дніпровська-Набережна; 7 – пр. Соборний -вул. Святого Миколая; 8 – вул. Радгоспна-вул. Культурна; 9 – вул. Василя Сергієнко -вул. Новгородська

Рисунок 3.5 – Індивідуальний канцерогенний ризик від бенз(а)пірену

На перехресті пр. Соборний - вул. Святого Миколая (Артема) спостерігається найвищий рівень ризику, що свідчить про необхідний

динамічний контроль за впливом викидів і поглиблене вивчення джерел і можливих наслідків шкідливих впливів [31].

Результати розрахунків коефіцієнтів небезпеки при оцінці інгаляційних впливів викидів забруднюючих речовин від автотранспорту (дод. В, табл. В.2–В.5) свідчать про наявність перевищень безпечних рівнів (HQ > 1) у деяких місцях заміру рецепторних точок і знаходяться у таких межах:

– на перехресті **б. Вінтера- вул. Гребельна** коефіцієнт небезпеки для оксиду вуглецю знаходиться у межах (HQ = 0,037÷1,567), для діоксиду азоту (HQ = 0÷1,975), для вуглеводніх (HQ = 0,05 ÷ 3,95), для бенз(а)пірену (HQ =0,067 ÷ 4,1);

– на перехресті **пр. Соборний - пр. Металургів** коефіцієнт небезпеки для оксиду вуглецю знаходиться у межах (HQ =0,02 ÷ 0,633), для діоксиду азоту (HQ = 0 ÷ 0,975), для вуглеводніх (HQ = 0,03 ÷ 1,24), для бенз(а)пірену (HQ =0,033 ÷ 1,233);

– на перехресті **вул. Перемоги - вул. Тюленіна** коефіцієнт небезпеки для оксиду вуглецю знаходиться у межах (HQ =0,0177 ÷ 0,7), для діоксиду азоту (HQ = 0 ÷ 0,975), для вуглеводніх (HQ = 0,05 ÷ 3), для бенз(а)пірену (HQ =0,033 ÷ 1,237);

– на перехресті **вул. Перемоги - вул. Патріотична** коефіцієнт небезпеки для оксиду вуглецю знаходиться у межах (HQ =0,0377÷0,927), для діоксиду азоту (HQ = 0 ÷ 1,475), для вуглеводніх (HQ = 0,05 ÷ 1,6), для бенз(а)пірену (HQ =0,067 ÷ 1,55);

– на перехресті **пр. Соборний - вул. Українська** коефіцієнт небезпеки для оксиду вуглецю знаходиться у межах (HQ =0,01÷0,657), для діоксиду азоту (HQ = 0 ÷ 0,975), для вуглеводніх (HQ = 0,05 ÷ 1,45), для бенз(а)пірену (HQ =0,033 ÷ 1,433);

– на перехресті **вул. Дніпровська (Леппіка) – Набережна** коефіцієнт небезпеки для оксиду вуглецю знаходиться у межах

(HQ=0,0177÷0,69), для діоксиду азоту (HQ = 0), для вуглеводніх (HQ = 0), для бенз(а)пірену (HQ=0,0001 ÷ 0,003);

– на перехресті **пр. Соборний – вул. Святого Миколая (Артема)** коефіцієнт небезпеки для оксиду вуглецю знаходиться у межах (HQ=0,05÷2,34), для діоксиду азоту (HQ = 0 ÷ 2,95), для вуглеводніх (HQ=0,1 ÷ 4,8), для бенз(а)пірену (HQ =0,083 ÷ 4,617);

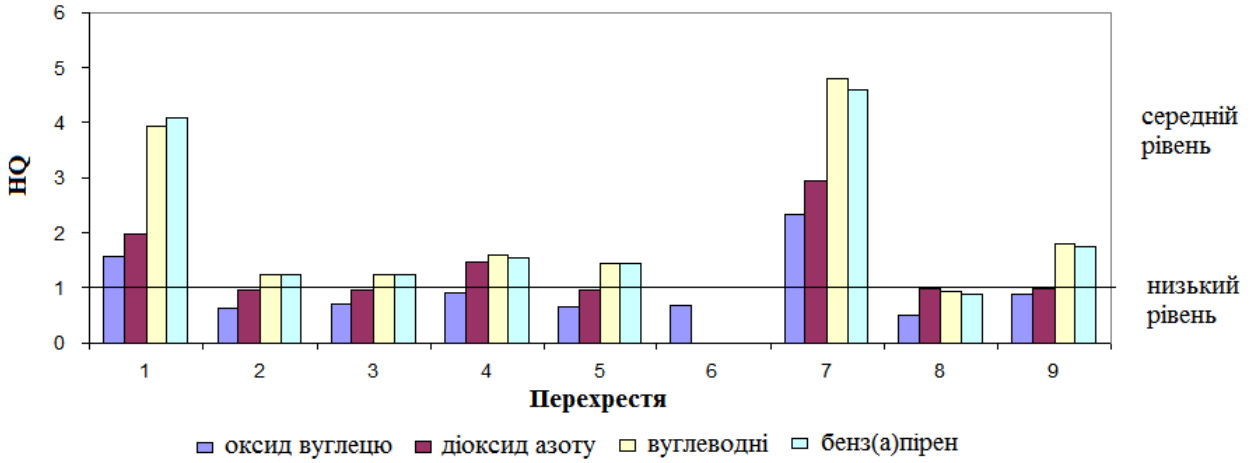
– на перехресті **вул. Радгоспний провулок – вул. Культурна** коефіцієнт небезпеки для оксиду вуглецю знаходиться у межах (HQ=0,01÷0,507), для діоксиду азоту (HQ = 0÷0,981), для вуглеводніх (HQ=0,044 ÷ 0,942), для бенз(а)пірену (HQ =0,033 ÷ 0,83);

– на перехресті **вул. Василя Сергієнка (Задніпровска) – вул. Новгородська** коефіцієнт небезпеки для оксиду вуглецю знаходиться у межах (HQ =0,027÷0,877), для діоксиду азоту (HQ = 0÷0,9825), для вуглеводніх (HQ = 0,03 ÷ 0,795), для бенз(а)пірену (HQ =0,033 ÷ 0,75);

На контрольних перехрестях значення коефіцієнтів небезпеки для пріоритетних забруднюючих речовин при довічному інгаляційному впливі перевищують допустимий рівень (HQ ≥ 1) та знаходяться на середньому рівні (рис. 3.6), окрім перехрестя вул. Дніпровська-Набережна, де ризик для здоров'я експонованого населення – мінімальний.

При середньому рівні існує ризик розвитку шкідливих ефектів у особливо чутливих підгруп населення (неприпустимий для населення, допустимий для виробничих умов).

Результати розрахунків індексів небезпеки (дод. В, табл. В.6 – В.11) свідчать про наявність перевищень безпечних рівнів впливу (HI > 1) сукупності пріоритетних забруднюючих речовин при довічному інгаляційному впливі на органи дихання, кровоносну систему, імунну систему, центральну нервову систему, вроджені дефекти розвитку, серцево-судину систему.



1 – б. Вінтера -вул. Гребельна; 2 – пр. Соборний- пр. Металургів; 3 – вул. Перемоги-вул. Тюленіна; 4 – вул. Перемоги-вул. Патріотична; 5 – пр. Соборний-вул. Українська; 6 – вул. Дніпровська-Набережна; 7 – пр. Соборний -вул. Святого Миколая; 8 – вул. Радгоспна-вул. Культурна; 9 – вул. Василя Сергієнко -вул. Новгородська

Рисунок 3.6 – Коефіцієнти небезпеки забруднюючих речовин на досліджуваних перехрестях

Індекси небезпеки знаходяться в таких межах:

– на перехресті б. Вінтера - вул. Гребельна у направленні на: **органи дихання** знаходиться у межах (HI = 0,05÷5,925), **імунну систему** (HI = 0,0117÷8,05), **кровоносну систему** (HI = 0,05÷5,925), **центральну нервову систему**(HI = 0,05÷3,95), **вроджені дефекти розвитку** (HI=0,104÷5,667), серцево-судинну систему (HI = 0,087÷5,517) (рис.3.7);

– на перехресті пр. Соборний - пр.Металургів індекси небезпеки у направленні на: **органи дихання** знаходиться у межах (HI = 0,03÷2,215), **імунну систему** (HI = 0,063÷2,47), **кровоносну систему** (HI = 0,03÷2,215), **центральну нервову систему**(HI = 0,03÷2,24), **вроджені дефекти розвитку** (HI = 0,053÷1,866), **серцево - судинну систему** (HI = 0,05÷1,87)(рис. 3.8);

– на перехресті Перемоги - вул. Тюленіна індекси небезпеки у направленні на: **органи дихання** знаходиться у межах (HI = 0,05÷2,225), **імунну систему** (HI = 0,083÷2,487), **кровоносну систему** (HI = 0,05÷2,225),

центральну нервову систему(HI = 0,05÷1,25), **вроджені дефекти розвитку** (HI = 0,0507÷1,94), **серцево - судинну систему** (HI = 0,068÷1,95) (рис. 3.9);

– на перехресті Перемоги - вул. Патріотична індекси небезпеки у направленні на: **органи дихання** знаходиться у межах (HI = 0,05÷3,075), **імунну систему** (HI = 0,017÷3,15), **кровоносну систему** (HI = 0,05÷3,075), **центральну нервову систему** (HI = 0,05÷1,6), **вроджені дефекти розвитку** (HI = 0,1047÷2,47), **серцево - судинну систему** (HI = 0,087÷2,52) (рис.3.10);

– на перехресті пр. Соборний (Леніна) – вул. Українска у направленні на: **органи дихання** знаходиться у межах (HI=0,05÷2,425), **імунну систему** (HI = 0,083÷2,88), **кровоносну систему** (HI= 0,05÷2,425), **центральну нервову систему**(HI = 0,05÷1,45), **вроджені дефекти розвитку** (HI = 0,043÷2,09), **серцево-судинну систему** (HI=0,06÷2,1)(рис. 3.11);

– на перехресті вул. Дніпровська (Леппіка) – Набережна у направленні на: **органи дихання** знаходиться у межах (HI = 0), **імунну систему** (HI = 0,0001÷0,003), **кровоносну систему** (HI = 0), **центральну нервову систему** (HI = 0), **вроджені дефекти розвитку** (HI=0,0178÷0,696), **серцево-судинну систему** (HI = 0,0117÷0,093) (рис. 3.12);

– на перехресті пр. Соборний – вул. Святого Миколая (Артема) у направленні на: **органи дихання** знаходиться у межах (HI= 0,1÷7,75), **імунну систему** (HI = 0,18÷9,42), **кровоносну систему** (HI=0,1÷7,75), **центральну нервову систему**(HI = 0,1÷4,8), **вроджені дефекти розвитку** (HI = 0,13÷6,96), **серцево-судинну систему** (HI=0,15÷7,14)(рис. 3.13);

– на перехресті вул. Радгоспний провулок - вул. Культурна у направленні на: **органи дихання** знаходиться у межах (HI=0,44÷1,92), **імунну систему** (HI = 0,077÷1,82), **кровоносну систему** (HI= 0,044÷1,92), **центральну нервову систему**(HI = 0,044÷0,94), **вроджені дефекти**

розвитку (HI = 0,043÷1,39), **серцево-судинну систему** (HI = 0,054÷1,45) (рис. 3.14);

– на перехресті вул. Василя Сергієнка (Задніпровска) – вул. Новгородська індекси небезпеки у направленні на: **органи дихання** знаходиться у межах (HI = 0,3÷2,77), **імунну систему** (HI = 0,063÷3,545), **кровоносну систему** (HI = 0,3÷2,78), **центральну нервову систему** (HI=0,03÷1,79), **вроджені дефекти розвитку** (HI = 0,06÷2,63), **серцево-судинну** систему (HI = 0,057÷2,67) (рис. 3.15).

Значення індексів небезпеки при довічному інгаляційному впливі більшості рецепторних точок знаходяться на середньому рівні, в результаті чого існує ризик розвитку шкідливих ефектів у особливо чутливих підгруп населення (людей похилого віку, вагітних і дітей), що доводить необхідність проведення природоохоронних та профілактичних заходів на етапі управління ризиком [32].

На вулицях б.Вінтера - вул. Гребельна та пр. Соборний - вул. Святого Миколая значення індексів небезпеки при довічному інгаляційному впливі знаходяться на високому рівні, в результаті чого існує ризик розвитку несприятливих ефектів у більшої частини населення.

Індекси небезпеки розвитку захворювань в зонах перехресть наведено на рис. 3.16 – 3.21.

В додатку В (табл В.12 –В.14) представлено розрахунок середнедобової дози (ADD) для бенз(а)пірену та довічної середнедобової дози (LADD) для бенз(а)пірену (табл. В.15).

Проведені моніторингові та епідеміологічні дослідження в багатьох країнах світу доводять, що численні ефекти для здоров'я, в т.ч. захворювання і смерті від респіраторної і серцево-судинної патології, викликаються саме забрудненням атмосферного повітря речовинами у вигляді твердих суспендованих частинок (PM_{10}).

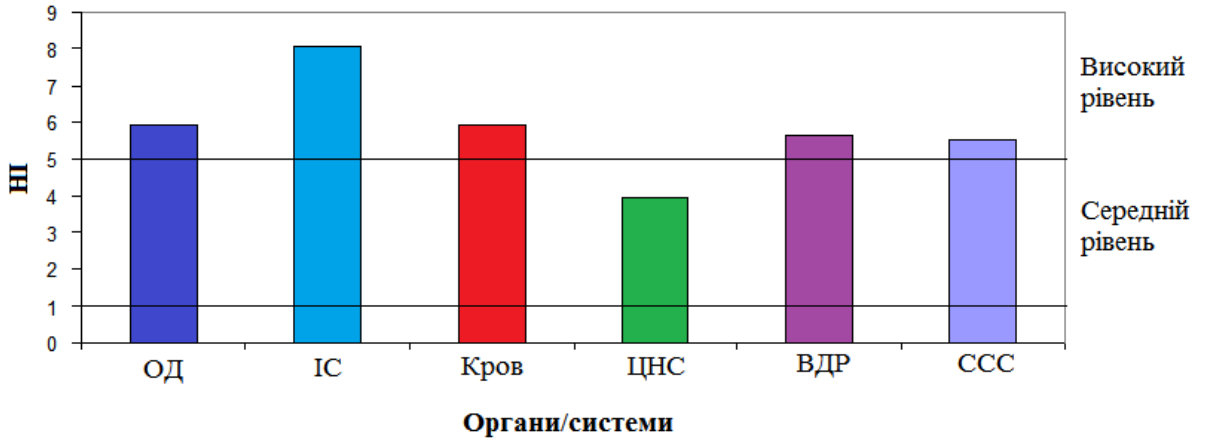


Рисунок 3.7 – Індекс небезпеки в зоні перехрестя - б.Вінтера - вул. Гребельна

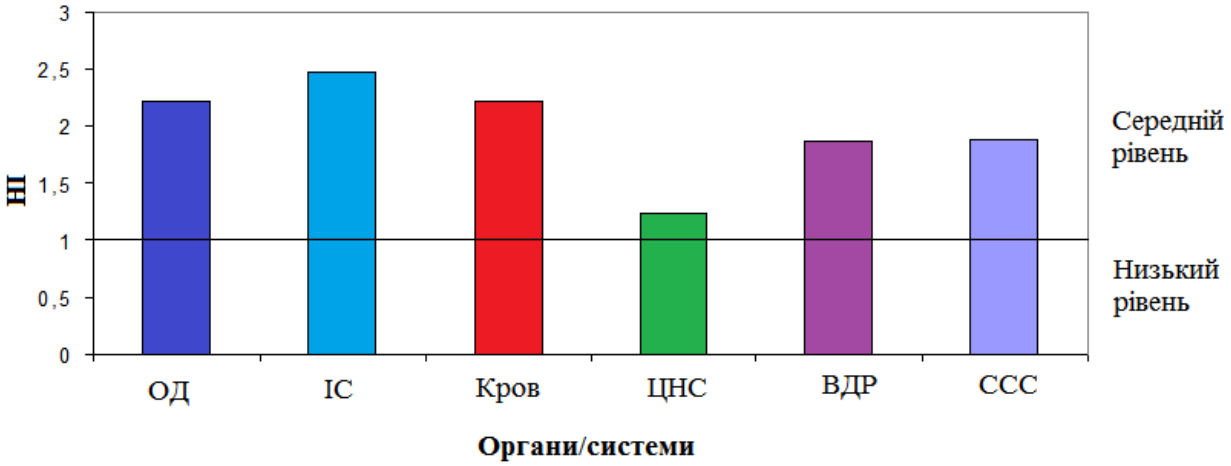


Рисунок. 3.8 – Індекс небезпеки в зоні перехрестя - пр. Соборний – пр.Металургів

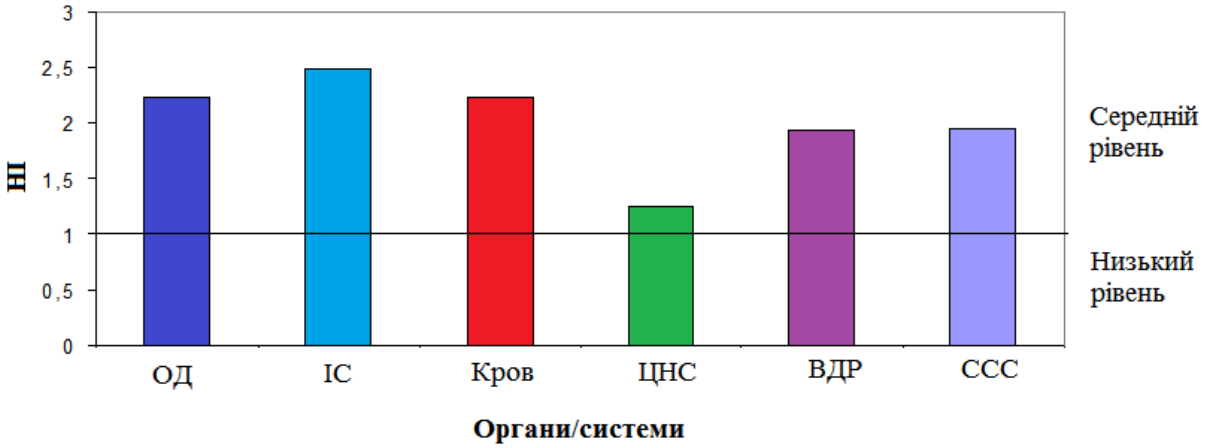


Рисунок 3.9 – Індекс небезпеки в зоні перехрестя - вул. Перемоги - вул.Тюленіна

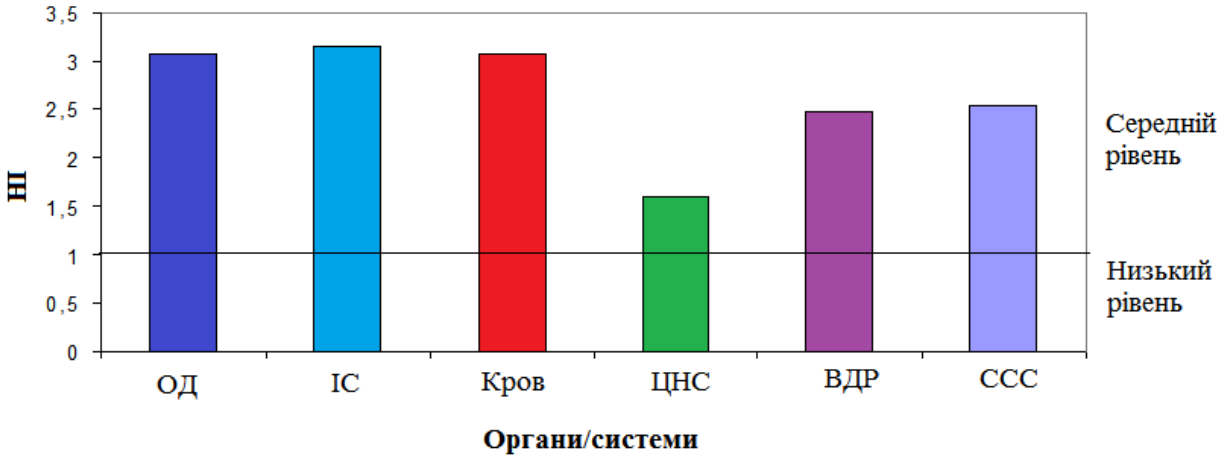


Рисунок 3.10 - Індекс небезпеки в зоні перехрестя - вул. Перемоги - вул. Патріотична

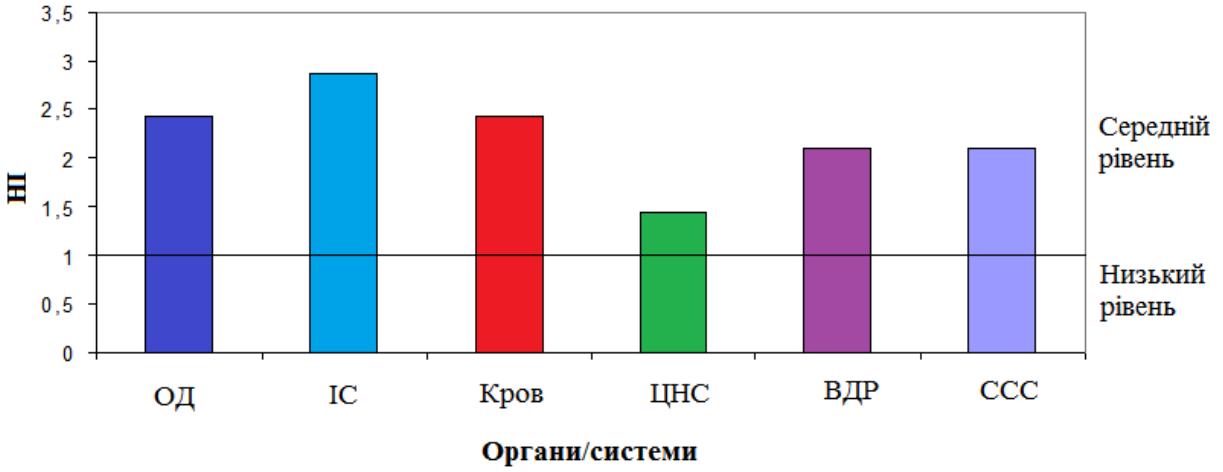


Рисунок 3.11 - Індекс небезпеки в зоні перехрестя - пр. Соборний - вул.Українська

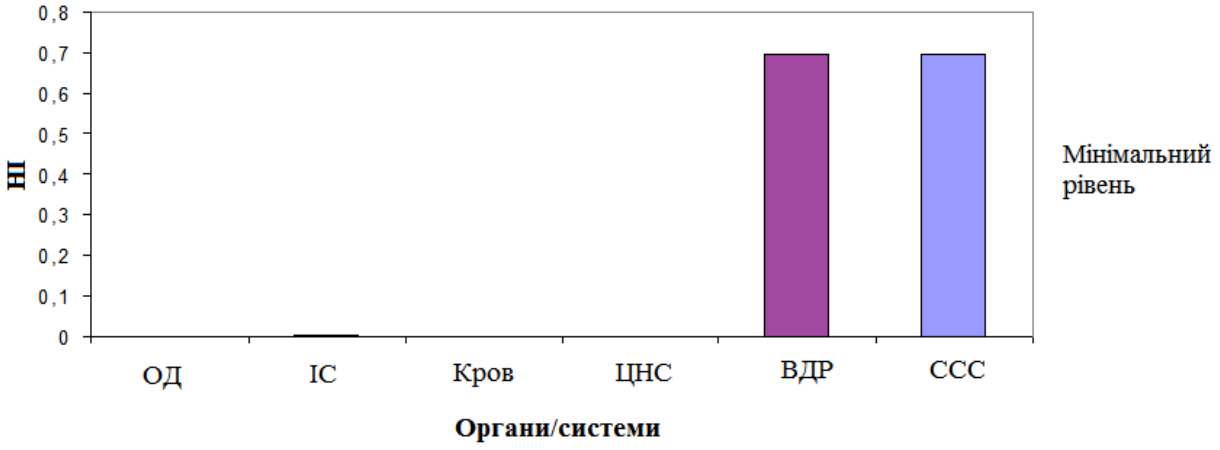


Рисунок 3.12 – Індекс небезпеки в зоні перехрестя - вул. Леппіка - Набережна

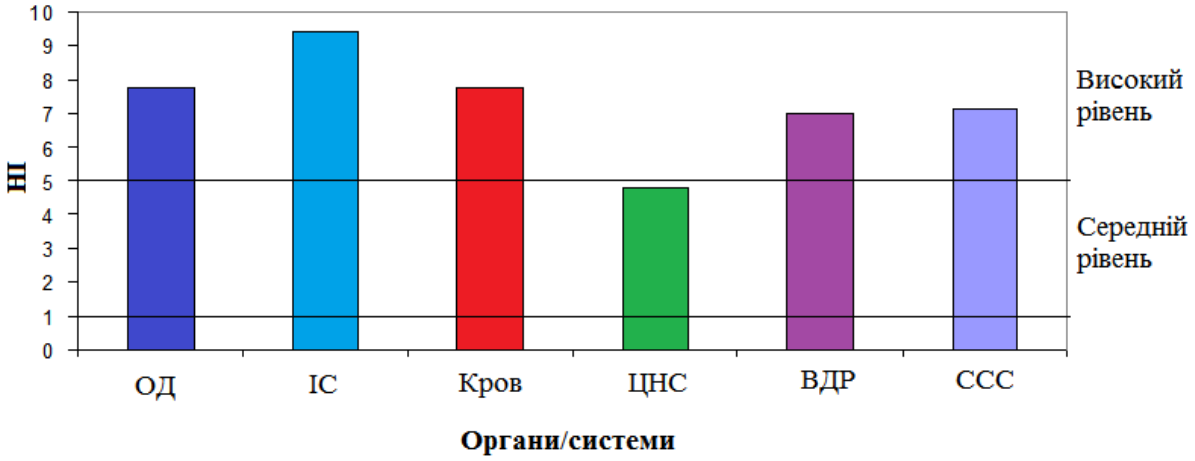


Рисунок 3.13 - Індекс небезпеки в зоні перехрестя - пр. Соборний - вул. Святого Миколая

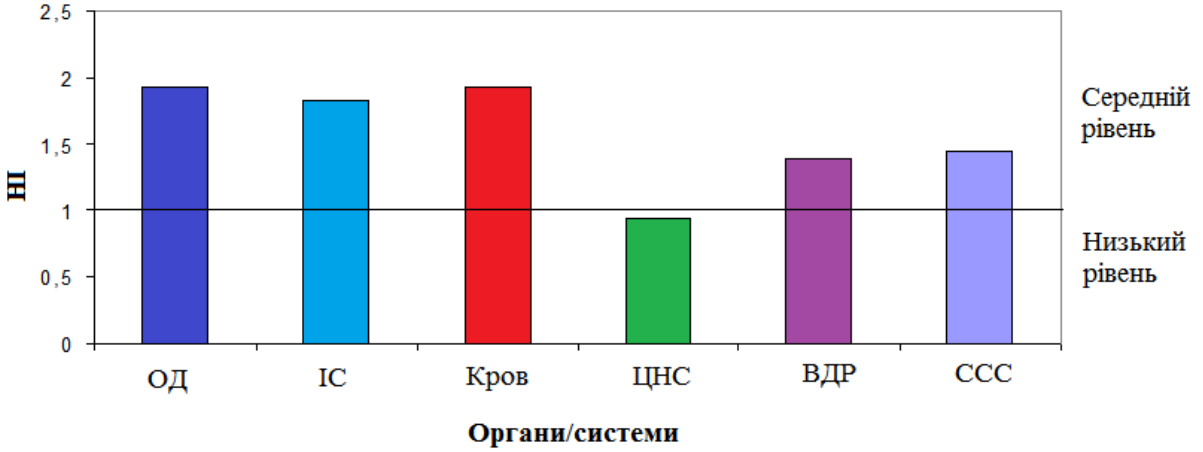


Рисунок 3.14 - Індекс небезпеки в зоні перехрестя - вул. Радгоспний провулок - вул. Культурна

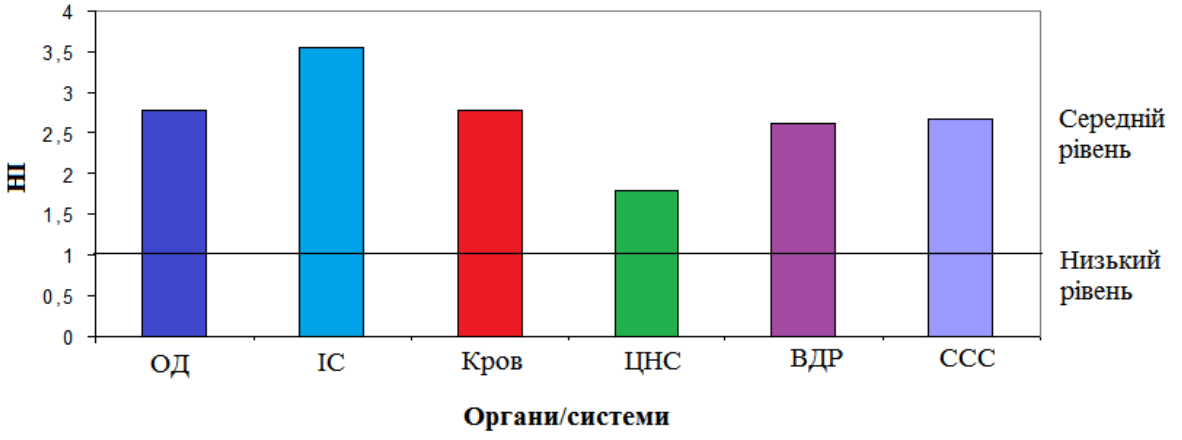


Рисунок 3.15 - Індекс небезпеки в зоні перехрестя - вул. Василя Сергієнко - вул.Новгородська

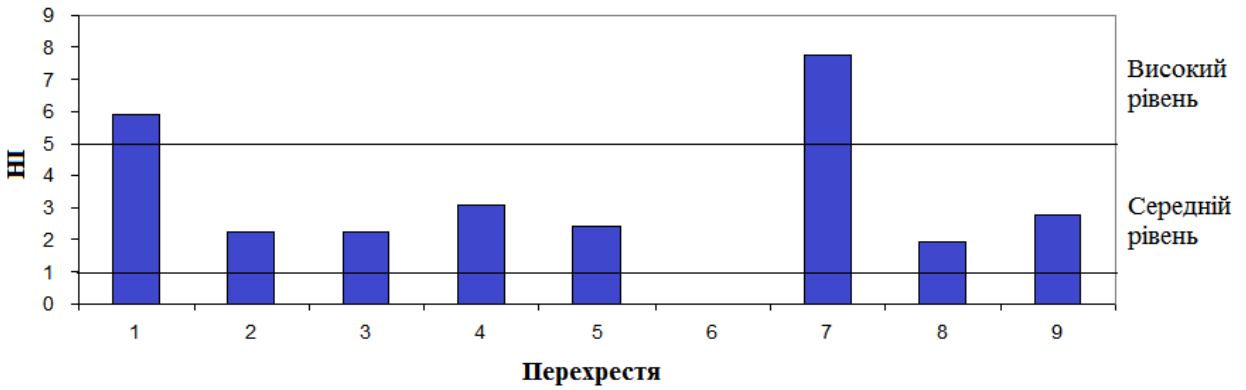


Рисунок 3.16 - Індекс небезпеки розвитку захворювань органів дихання в зонах перехресть

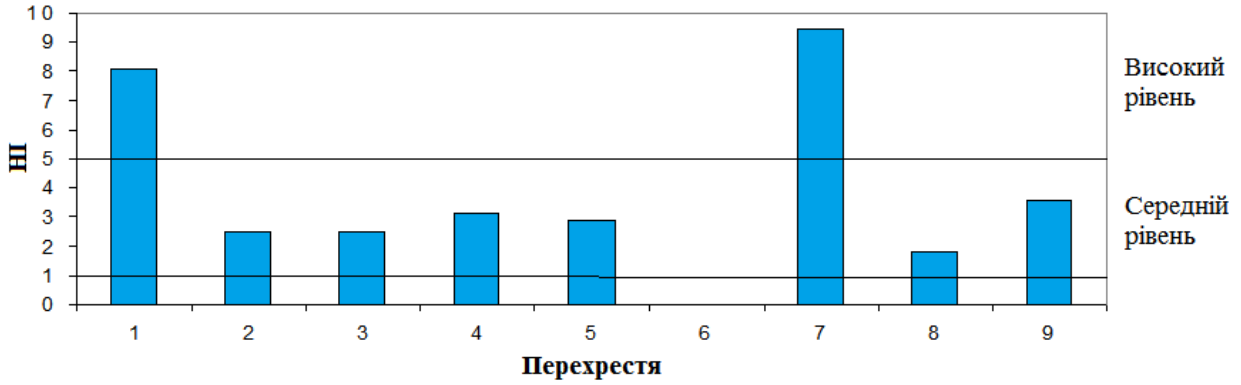


Рисунок 3.17 - Індекс небезпеки розвитку захворювань імунної системи в зонах перехресть

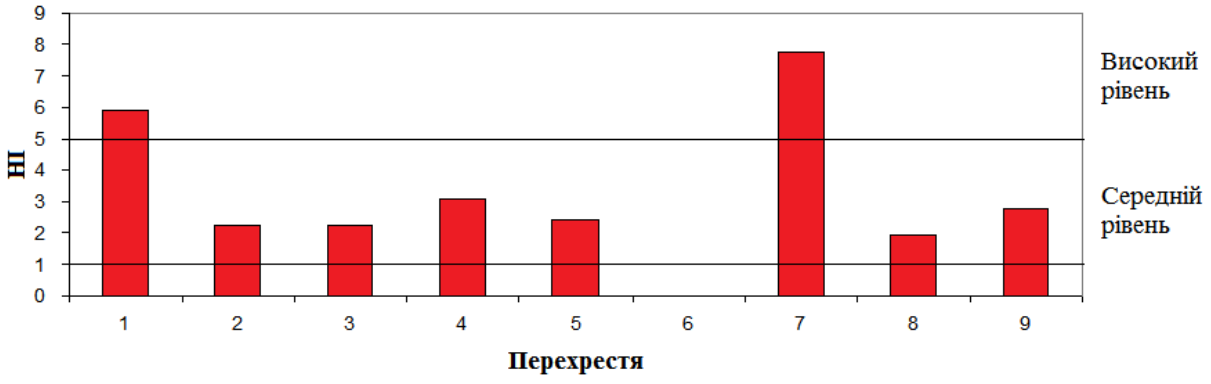


Рисунок 3.18 - Індекс небезпеки розвитку захворювань кровоносної системи в зонах перехресть

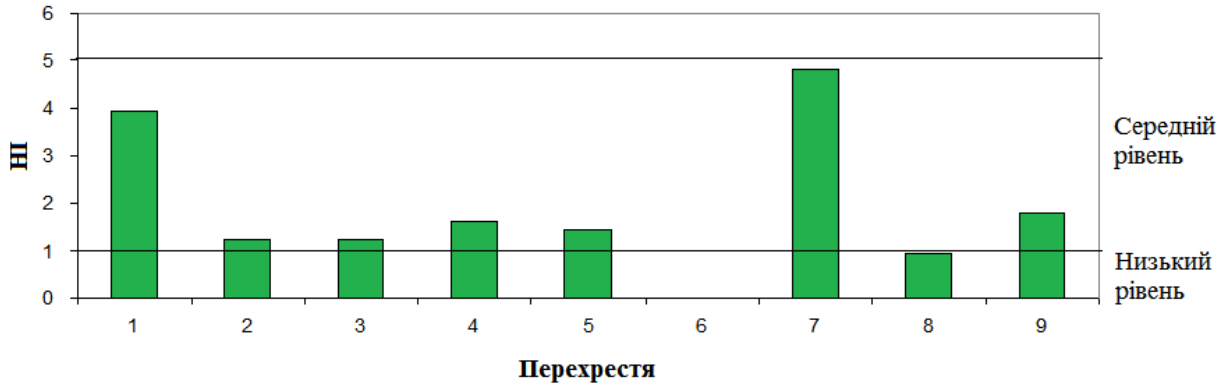


Рисунок 3.19 - Індекс небезпеки розвитку захворювань центральної нервової системи в зонах перехресть

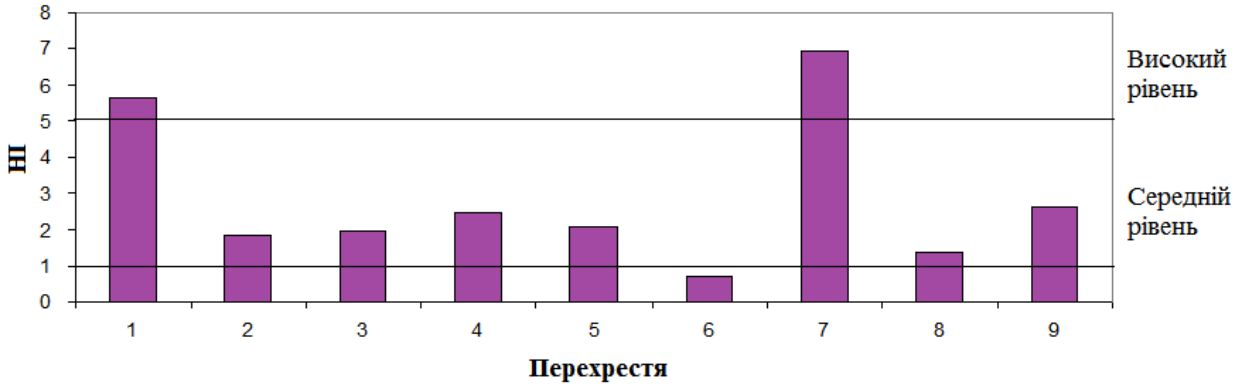


Рисунок 3.20 - Індекс небезпеки вроджених дефектів розвитку в зонах перехресть

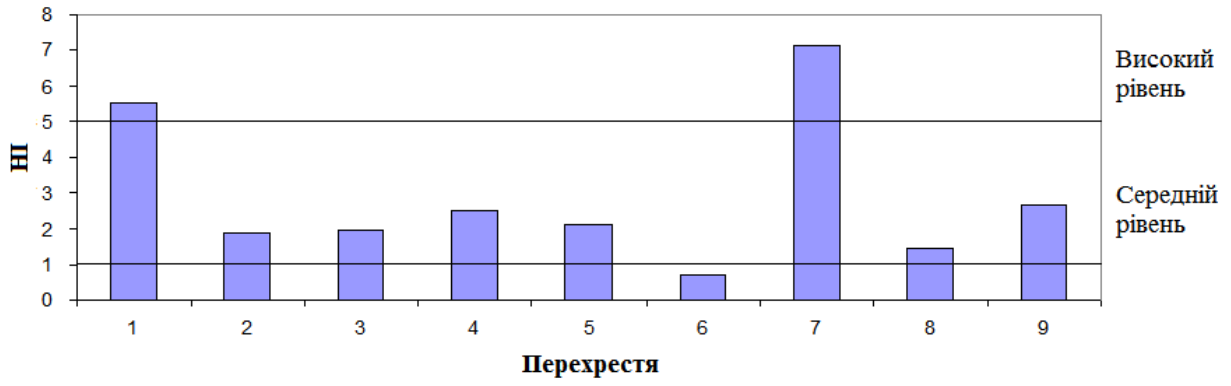


Рисунок 3.21 - Індекс небезпеки розвитку захворювань серцево-судинної системи в зонах перехресть

Зважені частки завдають значних незворотніх збитків у вигляді скорочення тривалості життя за рахунок додаткових випадків смерті. Гострий вплив PM_{10} за 24 години призводить до підвищення добової смертності від 0,5 до 1,6% на кожні 10 мкг/м^3, а при збільшенні середньодобової концентрації PM10 на 10 мкг/м^3, частота патологічних симптомів з боку органів дихання підвищується на 2,4%.

Середні за розміром частинки осідають на поверхні бронхів і альвеол. Якщо частки розчинні у воді, то вони розчиняються в слизу, всмоктуються через епітелій слизової оболонки і потрапляють в кров, міжклітинну рідину і лімфу. Нерозчинні частки від 1,0 до 0,1 мкм потрапляють в альвеоли, осідають на стінках дихальних шляхів, поглинаються макрофагами і знешкоджуються, або проникають крізь біологічну оболонку і з потоком крові і лімфи розносяться в різні органи і тканини, утворюючи пилові скупчення в печінці, нирках та інших органах.

Розрахунки показали, що додаткові випадки смерті становлять 0,049 на 5504 населення протягом року (дод. В, табл. В.16).

Перераховані вище результати оцінки ризику для здоров'я населення не можна вважати абсолютно точними, зважаючи на невизначеності, які присутні при виконанні аналізу. До них, на наш погляд, необхідно віднести неточності в інвентаризації викидів, похибки моделювання, різні допущення (наприклад, про постійності обсягів викидів, відсутності зміни концентрацій в залежності від висоти багатоповерхової забудови та відмінності концентрацій поза і всередині приміщень), невизначеність у встановленні референтних рівнів.

Аналізуючи вищевикладене, на підставі проведених досліджень з оцінки ризику для здоров'я населення від впливу викидів автотранспорту, необхідно проведення природоохоронних заходів з мінімізації викидів оксиду вуглецю та вуглеводнів від вихлопів автотранспорту.

3.5 Управління ризиком

Усі заходи, спрямовані на зменшення рівня шкідливих викидів, можна поділити на три основні групи: конструктивні, організаційні і контролюючі.

Конструктивні заходи. Серед цих заходів ведуче місце займає масове впровадження електроніки у процес спалювання вуглеводного палива. Саме послідовне вдосконалення електронних систем призвело до утворення систем з розподіленим уприскуванням палива, коли воно подається до зони впускних клапанів в строго певний момент часу, що забезпечує повноту згоряння горючої суміші і мінімальні шкідливі викиди. Завершують їх очищення каталітичні нейтралізатори, але їх ефективність і довговічність сильно залежать від якості палива [33].

Серед багаточисельних конструктивних «ноу-хау» певний інтерес представляють: каталітичний фільтр-перетворювач палива, магнітно-волновий структуризатор палива, резонансно-плазменні свічки запалювання. Але їх масове впровадження стримується сумнівною ефективністю і високою вартістю.

Газове і біопаливо може удвічі зменшувати шкідливі викиди, але теж до кінця не вирішують проблему, а переобладнання звичайних систем живлення під газове паливо теж коштує недешево. Дорогими і не дуже зручними залишаються і гібридні автомобілі з використанням електричної енергії при русі у межах міста.

Швидкий розвиток «чистих» електромобілів стримується внаслідок відсутності високоефективних акумулюючих джерел електроенергії, їх великої маси, обмеженого пробігу і великої вартості.

Водень як паливо для транспортних засобів вже давно претендує на ведучу позицію серед інших альтернативних джерел енергії завдяки високій екологічності і порівняно високим коефіцієнтом корисної дії. Використання водню сьогодні є одним з найбільш перспективних напрямків сучасної енергетики, але має недоліки, такі як вибухонебезпека, висока вартість,

складні питання водневих заправок.

Організаційні заходи. До цієї групи заходів можна віднести:

– проведення ретельного моніторингу інтенсивності руху автотранспорту на найбільш напружених магістралях і перехрестях міст-мегаполісів з використанням сучасних засобів спостереження і комп'ютерної обробки результатів;

– переустрій міських транспортних розв'язок з метою скорочення зупинок і черг на напружених перехрестях;

– масове впровадження систем регулювання дорожнього руху за принципом «зеленої хвилі»;

– заохочення володарів автотранспорту в обов'язковому контролі двигунів на рівень токсичних викидів.

Контролюючі заходи. Багаторічний досвід проведення контролюючих заходів дозволяє вважати найбільш ефективними з них наступні:

– ретельний інструментальний контроль і регулювання двигунів на СТО з видачею талона «чистого викиду»;

– обов'язковий інструментальний контроль автомобілів, що були у користуванні на момент продажу;

– безперервний (фоновий) моніторинг стану повітря на напружених перехрестях і магістралях з використанням стаціонарних або пересувних лабораторій;

– опосередкований розрахунок кількості шкідливих викидів по результатам спостереження автомобільних потоків з визначенням теоретичної витрати палива.

Отже, для зменшення негативного впливу автотранспорту на здоров'я людини необхідно:

- розробляти новітні технології для зниження токсичності відпрацьованих газів;

- удосконалювати двигуни;

- використовувати пальне вищої якості;

- дотримуватись вимог екологічного законодавства;

- впроваджувати систему транспортно-екологічного моніторингу;

- створювати окремі магістралі для руху пасажирського та вантажного транспорту;

- організовувати нові раціональні схеми маршрутів руху пасажирських та вантажних потоків магістралями міста;

- розробляти оптимальні системи управління рухом транспорту;

- створювати паркові зони та захисні смуги вздовж доріг.

Також у м. Запоріжжі необхідно:

- розробити стратегічну програму моніторингу атмосферного повітря як з переліку речовин, так і щодо кількості постів у місті та в приміських і сільських зонах;

- удосконалити систему отримання даних, збирання, обчислення, збереження, аналізу та надання інформації про вміст забруднювальних речовин, а саме: перейти на автоматизовану систему спостережень за станом атмосферного повітря в екологічно небезпечних районах;

- впровадити нові і модифікувати наявні методики аналізу проб на рівні фонових концентрацій, враховуючи багатокомпонентність складу хімічного забруднення атмосфери і процеси трансформації речовин.

Такий підхід дозволить розшифрувати реальний компонентний склад атмосферного повітря, рівень і групову приналежність хімічних речовин, пошук джерел забруднення. А також дозволить виконати ряд наукових та практичних завдань, зокрема, аналітичного забезпечення моніторингу та визначення пріоритетних забруднювальних речовин, які завдають найбільший негативний вплив на довкілля та на здоров’я населення.

3.6 Висновки до розділу 3

1. Результати розрахунків індивідуального канцерогенного ризику для здоров'я населення на контрольних перехрестях свідчать про середній рівень

ризику при довічному впливі.

2. На перехресті пр. Соборний - вул. Святого Миколая (Артема) спостерігається найвищий рівень ризику, що свідчить про необхідний динамічний контроль за впливом викидів і поглиблене вивчення джерел і можливих наслідків шкідливих впливів.

3. На контрольних перехрестях значення коефіцієнтів небезпеки для пріоритетних забруднюючих речовин при довічному інгаляційному впливі перевищують допустимий рівень та знаходяться на середньому рівні, окрім перехресття вул. Дніпровська-Набережна, де ризик для здоров'я експонованого населення – мінімальний.

4. Результати розрахунків індексів небезпеки свідчать про наявність перевищень безпечних рівнів впливу сукупності пріоритетних забруднюючих речовин при довічному інгаляційному впливі на органи дихання, кровоносну систему, імунну систему, центральну нервову систему, вроджені дефекти розвитку, серцево-судину систему та знаходяться на середньому рівні.

5. На вулицях б.Вінтера - вул. Гребельна та пр. Соборний - вул. Святого Миколая значення індексів небезпеки при довічному інгаляційному впливі знаходяться на високому рівні, в результаті чого існує ризик розвитку несприятливих ефектів у більшої частини населення.

4 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ КАТАЛІТИЧНОГО ЗНЕШКОДЖЕННЯ ШКІДЛИВИХ КОМПОНЕНТІВ ВИКИДІВ АВТОТРАНСПОРТУ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНТЕРМЕТАЛІДНИХ КАТАЛІЗАТОРІВ

4.1 Дослідження впливу кислотної і лужної обробки інтерметаллідних каталізаторів на їх каталітичну активність в процесах окиснення CO і вуглеводнів

У кваліфікаційній роботі отримували інтерметалідні каталізатори наступного складу: NiAl (100%), NiAl – CoAl (90% –10%), NiAl – CoAl (80%– 20%), NiAl – CoAl (70% – 30%), $NiAl_3$ (100%), $NiAl_3$ – $CoAl_3$ (90% – 10%), $NiAl_3$ – $CoAl_3$ (80% – 20%), $NiAl_3$ – $CoAl_3$ (70% – 30%).

За експериментальними даними отримані інтерметалідні каталізатори мали не дуже велику питому поверхню (близько 0,5-1,0 $м^2/г$) і каталітичну активність (рис. 4.1-4.4, табл. 4.1-4.4). Тому для підвищення каталітичної активності інтерметаллідні каталізатори піддавалися різним видам обробки з метою встановити оптимальний склад каталізатора.

Обробка лугом проводилась наступним чином: спочатку зразок витримувався в розчині лугу при кімнатній температурі протягом 30 хв, потім нагрівався 30 хв і після цього витримувався при кімнатній температурі ще 24 години. Вилуговування проводилося з використанням 10% і 20% NaOH.

Кислотна обробка проводилася з використанням 10% азотної кислоти за аналогічною методикою. В результаті обробки азотною кислотою Co і Ni розчиняються, шкідливий вплив нітрат-іонів можна усунути відпалюванням, при якому групи NO_3^- розкладаються і видаляються у вигляді оксидів азоту і частково кисню.

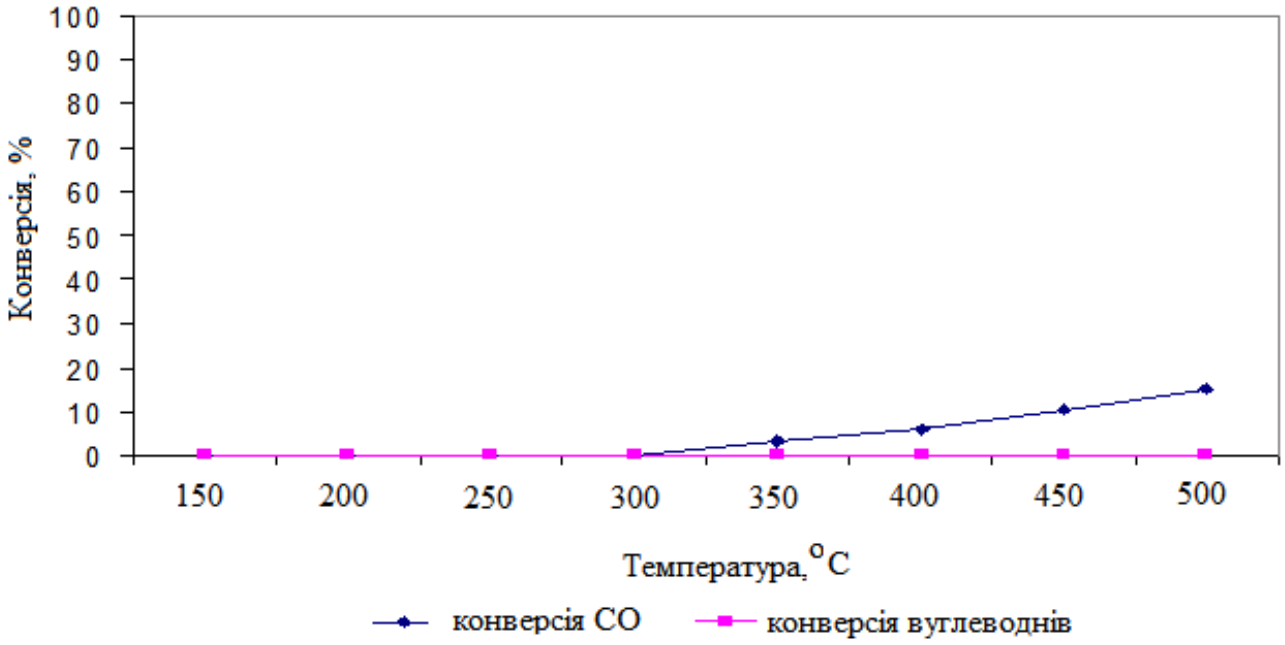


Рисунок 4.1 – Конверсія вуглеводнів та СО на зразку інтерметаліду NiAl 100% без обробки

Таблиця 4.1 – Результати оцінки ефективності каталізатора складу NiAl 100% без обробки

Температура, ºС	Конверсія O_2, %	Конверсія CO, %	Конверсія C_3H_8, %
150	0	0	0
200	0	0	0
250	0	0	0
300	0	0	0
350	1,1	3,0	0
400	2,1	6,0	0
450	3,2	10,4	0
500	3,2	14,9	0

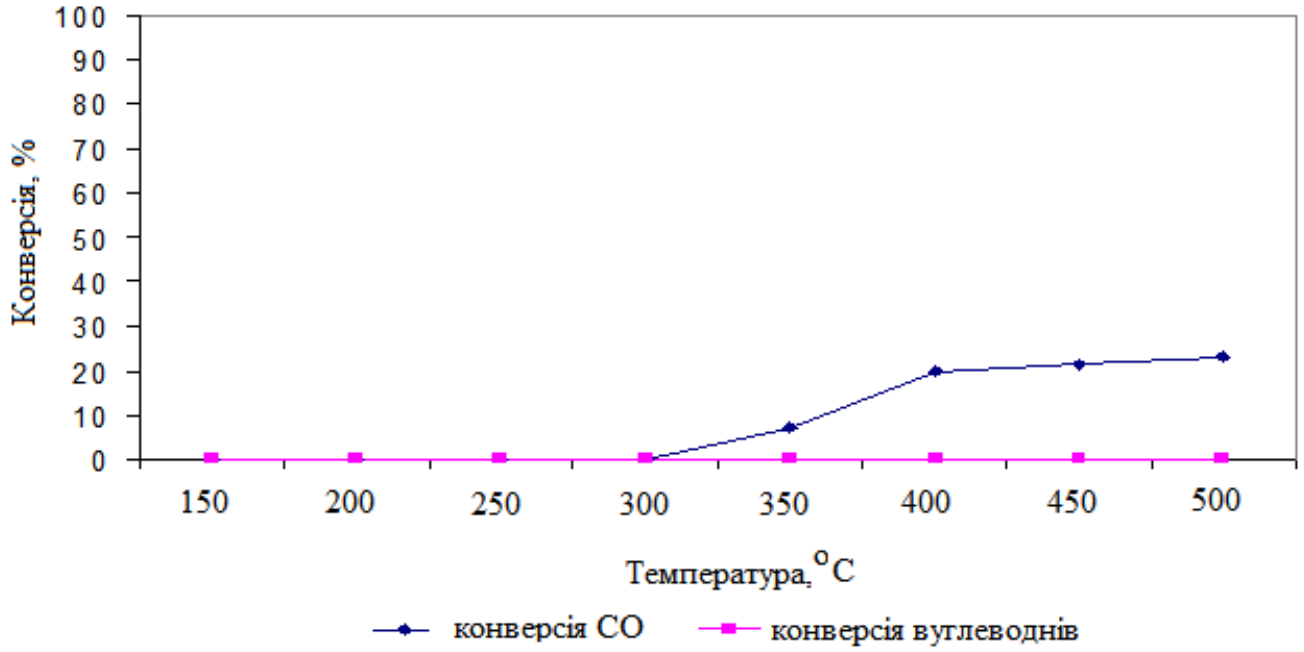


Рисунок 4.2 – Конверсія пропану і СО на зразку інтерметаліду NiAl - CoAl (90% - 10%) без обробки

Таблиця 4.2 – Результати оцінки ефективності каталізатора складу NiAl - CoAl (90% - 10%) без обробки

Температура, ºС	Конверсія O_2, %	Конверсія CO, %	Конверсія C_3H_8, %
150	0	0	0
200	0	0	0
250	0	0	0
300	0	0	0
350	0,0	4,3	0
400	1,2	20,0	0
450	1,2	21,4	0
500	1,2	22,9	0

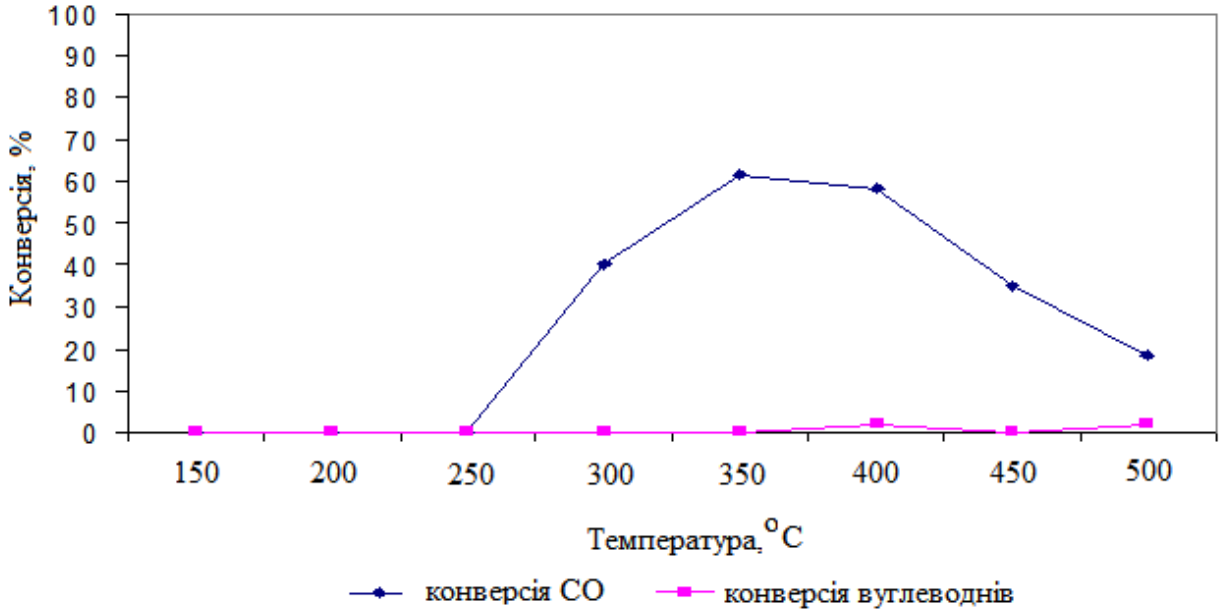


Рисунок 4.3 – Конверсія СО і пропану на зразку NiAl- CoAl (80% - 20%), без обробки

Таблиця 4.3 – Результати оцінки ефективності каталізатора складу NiAl- CoAl (80% - 20%), без обробки

Температура, ºС	Конверсия O_2, %	Конверсия CO, %	Конверсия C_3H_8, %
200	0	0	0
250	0	0	0
300	0,99	40	0
350	5,94	61,67	0
400	5,94	58,33	1,92
450	3,96	35	0
500	0,99	18,33	1,92

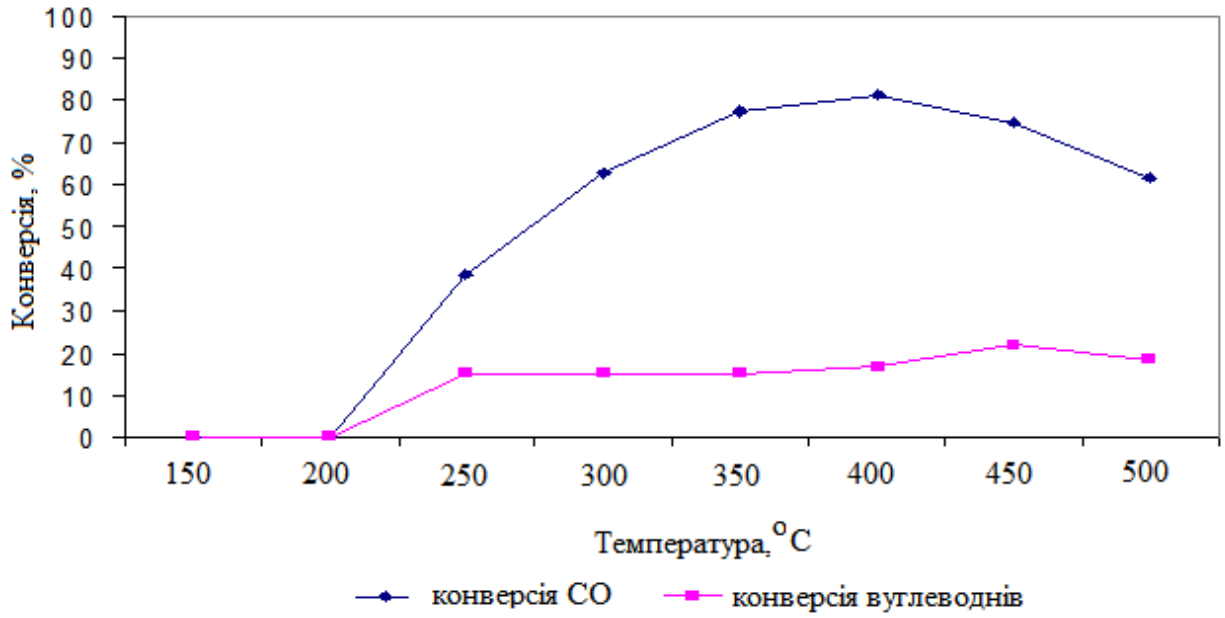


Рисунок 4.4 – Конверсія СО і пропану на зразку NiAl- CoAl (70% - 30%), без обробки

Таблиця 4.4 – Результати оцінки ефективності каталізатора складу NiAl- CoAl (70% - 30%), без обробки

Температура, °С	Конверсія O_2, %	Конверсія CO, %	Конверсія C_3H_8, %
200	0	0	0
250	10	38,67	15
300	10,91	62,67	15
350	14,54	77,33	15
400	16,36	81,33	16,67
450	19,09	74,67	21,67
500	15,45	61,33	18,33

Для різних партій зразків така обробка давала різні результати, залежно від кількості алюмінію у вихідному інтерметаліду.

Каталітична активність зразків з вмістом $CoAl_3$ 20% і 30% практично не відрізняється, тому для експериментів вибирався зразок з меньшим вмістом Co. Результати досліджень каталітичної активності інтерметаллідних каталізаторів представлені в додатку Г.

Для інтерметалідів складу $Ni,Co/Al_3$ найкращий результат дає обробка 20% NaOH. Значення питомої поверхні каталізатора до і після обробки лугом 20% NaOH представлено в таблиці 4.5.

Найкращим зразком, який дає високу каталітичну активність, виявився інтерметалід складу $NiAl_3 – CoAl_3$ (80% - 20%).

Таблиця 4.5 – Значення питомої поверхні каталізатора до і після обробки

Склад зразка	Питома поверхня, $м^2/г$
до обробки	
$Ni\ Al_3$ 100%	1,1
$Ni\ Al_3 – CoAl_3$ 90% –10%	0,6
$Ni\ Al_3 – CoAl_3$ 80% – 20%	0,7
після обробки 20% NaOH	
$Ni\ Al_3$ 100%	8,9
$Ni\ Al_3 – CoAl_3$ 90% –10%	8,4
$Ni\ Al_3 – CoAl_3$ 80% – 20%	9,7

4.2 Висновки до розділу 4

1. Були отриманні інтерметалідні каталізатори складу: Ni Al 100%, Ni Al – CoAl 90% –10%, NiAl – CoAl 80% – 20%, NiAl – CoAl 70% – 30%, $Ni\ Al_3$ 100%, $NiAl_3 – CoAl_3$ 90% –10%, $NiAl_3 – CoAl_3$ 80% – 20%, $NiAl_3 – CoAl_3$ 70% – 30%. Найкращим зразком, який дає високу каталітичну активність, виявився інтерметалід складу $NiAl_3 – CoAl_3$ (80% - 20%).

2. Визначено, що для підвищення каталітичної активності інтерметалідів необхідна їх обробка 20% NaOH. Значення питомої поверхні каталізаторів після обробки лугом 20% NaOH збільшується з 0,6-9,8 $м^2/г$.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

5.1 Характеристика потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів

Оскільки робота інженера-еколога пов’язана з персональним комп’ютером (ПК), то на людину буде впливати ціла група шкідливих факторів, пов’язаних із застосуванням комп’ютерної техніки, що разом з погано організованим робочим місцем може призвести до зниження продуктивності праці. Для підвищення працездатності, одним із головних чинників є правильно організоване робоче місце інженера-еколога в приміщенні. Комфортні і безпечні умови праці – один з основних факторів, які впливають на продуктивність працюючих з персональним комп’ютером.

Об’єктом дослідження є приміщення відділу досліджень фізичних та хімічних факторів ДУ «Запорізького обласного лабораторного центру МОЗ України», план якого наведено на рис. 5.1.

В приміщенні на працівника можуть негативно впливати наступні фактори:

- шкідливі:

1) підвищена або знижена температура повітря;

2) підвищена або знижена вологість повітря;

3) недостатня освітленість робочого місця;

4) електромагнітні випромінювання різних частотних діапазонів;

5) підвищений рівень шуму;

6) іонізація повітря;

7) статична електрика;

- небезпечні:

1) небезпека ураження електричним струмом;

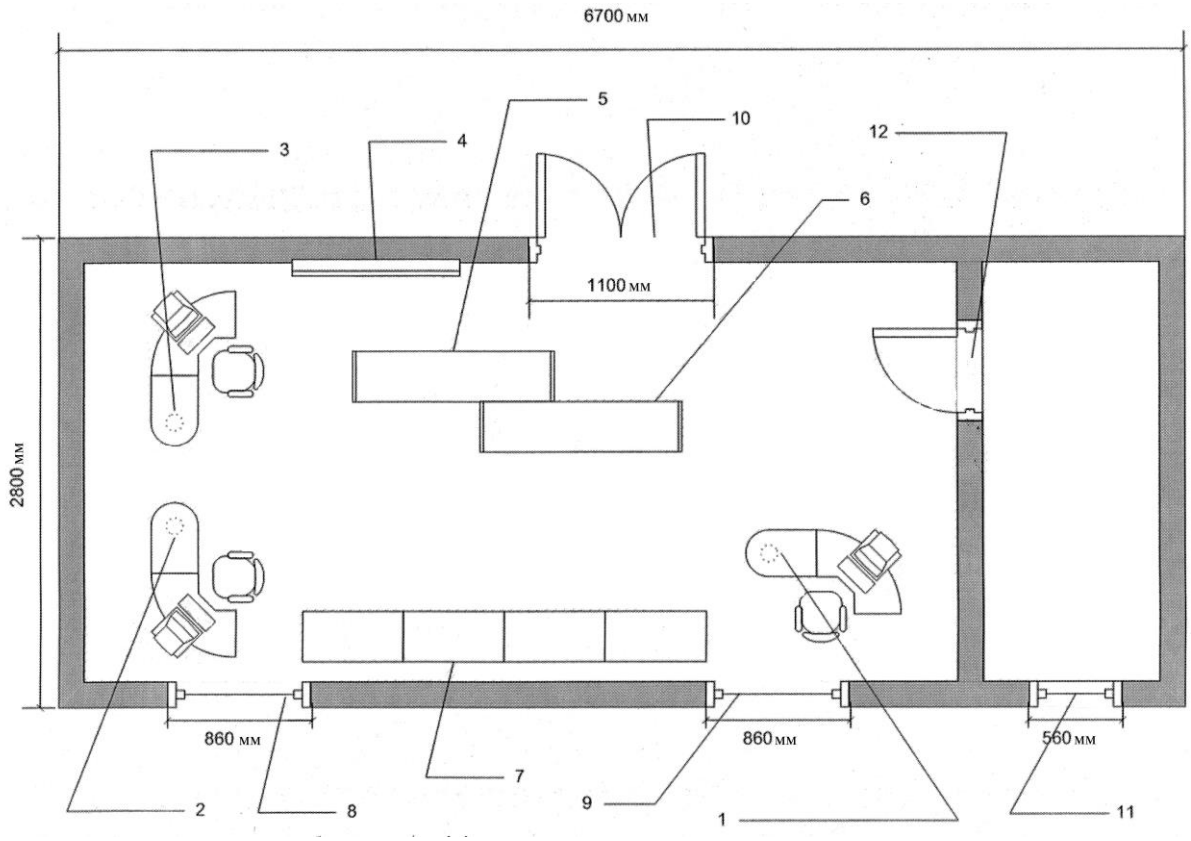
- психофізіологічні:

1) перенапруження зорового аналізатора;

2) статичні, фізичні навантаження та недостатня рухома активність;

3) нервово-емоційне напруження;

4) розумове напруження.



1-3 – робоче місце; 4 – маркерна дошка; 5, 6 – шафа з документами; 7 – стіл для засідань; 8, 9, 11 – вікно; 10 – вхідні двері; 12 – двері міжкімнатні.

Рисунок 5.1 – План приміщення відділу досліджень фізичних та хімічних факторів

Аналіз шкідливих і небезпечних факторів для робочого місця працівника відділу досліджень фізичних та хімічних факторів представлені в таблиці 5.1.

Таким чином, аналіз шкідливих і небезпечних факторів дозволяє зробити висновок, що умови праці в приміщенні характеризуються наявністю нешкідливих виробничих чинників, які не призводять до зростання захворюваності з втратою працездатності та проявом початкових ознак професійної патології.

Таблиця 5.1 – Оцінка факторів виробничого та трудового процесу інженера-еколога

№	Фактори виробничого середовища та трудового процесу	Нормативне значення	Фактичне значення	III клас: шкідливі та небезпечні умови, характер праці			Час дії фактора, %
				I ступінь	II ступінь	III ступінь	
1	Шкідливі хімічні речовини, мг/м^3: I клас небезпеки – озон II клас небезпеки III-IV клас небезпеки – оксиди азоту	 0,1 5	 0,1 2				 40 40
2	Пил, переважно фіброгенної дії, мг/м^3	4	2				50
3	Шум, дБА	50-60	58				75
4	Мікроклімат в приміщенні: - температура повітря, ºС - швидкість руху повітря, м/с - відносна вологість повітря, %	 22-24 0,1-0,2 40-60	 22 0,1 50				 100 100 100
5	Важкість і напруженість праці	категорія важкості праці – легка, категорія напруженості праці – мало напружена					

5.2 Заходи з поліпшення умов праці

Приміщення відділу досліджень фізичних та хімічних факторів є приміщенням легкої категорії (виконуються легкі фізичні роботи), тому

повинні дотримуватися такі вимоги [36]:

- оптимальна температура повітря – 22 ºС (допустима – 21-25 ºС);
- оптимальна відносна вологість – 40-60% (допустима – не більше 75%);
- швидкість руху повітря не більше 0,1 м/с;
- атмосферний тиск – 750 мм.рт.ст.;
- вміст пилу – не більше 4 мг/м^3 повітря робочого місця, максимальні розміри частинок – 2 мкм.

Температура повітря в приміщенні не повинна опускатися нижче +19°С, а при повній завантаженості устаткування температура повітря не повинна перевищувати +25°С.

Для створення і автоматичної підтримки в приміщенні оптимальних значень температури та вологості повітря в холодну пору року використовується водяне опалення, в теплу пору року застосовується кондиціонування повітря. Кондиціонер є вентиляційною установкою, яка за допомогою приладів автоматичного регулювання підтримує в приміщенні задані параметри повітряного середовища [36].

При виконанні зорових робіт високої точності загальна освітленість повинна складати 300 лк, а комбінована – 750 лк; аналогічні вимоги при виконанні робіт середньої точності – 200 лк і 300 лк відповідно. При цьому все поле зору повинне бути освітлено достатньо рівномірно – це основна гігієнічна вимога [37].

У зв'язку з тим, що природне освітлення приміщення здійснюється через віконні отвори і є дуже слабким, на робочому місці має застосовуватися також штучне освітлення. Штучне освітлення створюють електричним джерелом світла, яке включають в міру необхідності, регулюють інтенсивність світлового потоку і його спрямованість.

Додаткове штучне освітлення застосовується не тільки в темний, але і в світлий час доби. У якості джерела штучного освітлення звичайно використовуються люмінесцентні лампи типа ЛБ, або ДРЛ, які попарно

об'єднуються в світильники, які повинні розташовуватися рівномірно над робочими поверхнями [37].

Високий рівень шуму, створюваний друкованими пристроями, розмножувальною технікою, обладнанням для кондиціонування повітря, вентиляторами систем охолодження є одним з несприятливих факторів виробничого середовища.

Тривала дія шуму високої інтенсивності призводить до патології слухового органу та негативно впливає на нервову систему. Шум призводить до швидкої стомлюваності людини, що в свою чергу веде до виробничих помилок.

Рівень шуму на робочому місці не повинен перевищувати 60 дБА. Зниження шуму в джерелі випромінювання можна забезпечити застосуванням м'яких килимків з синтетичних матеріалів, а під ніжки столів, на яких вони встановлені, – прокладки з м'якої гуми, повсті, завтовшки 6-8 мм. Можливо також застосування звукоізолюючих кожухів, які не заважають технологічному процесу [36].

Основним джерелом електромагнітного випромінювання та електричного поля є дисплеї (монітори). Вони являють собою джерела найбільш шкідливих випромінювань, що несприятливо впливають на здоров'я працівника. Електромагнітне поле має електричну і магнітну складову. Вважається, що магнітна складова викликає велику реакцію, ніж електрична.

Персональний комп’ютер (ПК) є джерелами таких випромінювань як: м'якого рентгенівського; ультрафіолетового 200-400 нм; видимого 400-700 нм, ближнього інфрачервоного 700-1050 нм; радіочастотного 3 кГц – 30 МГц; електростатичних полів.

Рівні напруженості електростатичних полів повинні складати не більше 20 кВ/м. Поверхневий електростатичний потенціал не повинен перевищувати 500 В. При підвищеному рівні напруженості полів слід скоротити час роботи за комп'ютером, робити п'ятнадцятихвилинні перерви протягом півтора

годин роботи, обов'язково застосовувати захисні екрани, не розміщувати їх концентровано в робочій зоні і вимикати їх, якщо на них не працюють.

Для безпечної роботи на ПК необхідно перебувати на відстані не менше 50 см від екрана дисплея. Для зниження впливу всіх видів випромінювання рекомендується застосовувати монітори із зниженим рівнем випромінювання, встановлювати захисні екрани, а також дотримуватися регламентованих режимів праці та відпочинку.

Для запобігання утворення та захисту від статичної електрики необхідно використовувати нейтралізатори та зволожувачі, а підлоги повинні мати антистатичне покриття. Допустимі рівні напруженості електростатичних полів не повинні перевищувати 20 кВ протягом 1 години.

Виробнича діяльність працівника змушує його зазнавати недолік у рухливості й активній фізичній діяльності. При виконанні роботи сидячи велику роль грає плечовий пояс. Переміщення рук у просторі впливає не тільки на роботу м'язів плечового пояса і спини, але і на положення хребта, таза і навіть ніг.

Щоб виключити виникнення захворювань необхідно мати можливість вільної зміни поз. Необхідно дотримувати режим праці і відпочинку з перервами, заповнюваними “відволікаючими” м'язовими навантаженнями на ті ланки опорно-рухового апарату, що не включені в підтримку основної робочої пози.

Антропологічні характеристики людини визначають габаритні і компоновані параметри його робочого місця, а також вільні параметри окремих його елементів.

За умовами роботи робоче місце інженера-еколога відноситься до індивідуального робочого місця для роботи сидячи.

Робоче місце повинне займати площу не менш 6 м^2, висота приміщення повинна бути не менш 4 м, а обсяг – не менш 20 м^3 на одну людину.

Після проведення аналізу робочого місця в приміщенні було з'ясовано, що площа даного робочого місця складає 4 м^2, а обсяг 12 м^3, що не відповідає

приведеним вимогам. Також у результаті аналізу були виявлені порушення в організації безпосередньо самого робочого місця працівника. У зв'язку з цим пропонується організувати робоче місце таким чином. Висота над рівнем підлоги робочої поверхні, на якій працює працівник, повинна складати 720 мм. Бажано, щоб робочий стіл при необхідності можна було регулювати по висоті в межах 680-780 мм. Оптимальні розміри поверхні столу 1600×1000 мм^2. Під столом повинен бути простір для ніг з розмірами по глибині 650 мм. Робочий стіл повинен також мати підставку для ніг, розташовану під кутом 15^o до поверхні столу. Довжина підставки 400 мм, ширина – 350 мм. Віддаленість клавіатури від краю столу повинна бути не більш 300 мм, що забезпечить працівнику зручну опору для передпліч. Відстань між очима працівника й екраном монітора повинна складати 40-80 см.

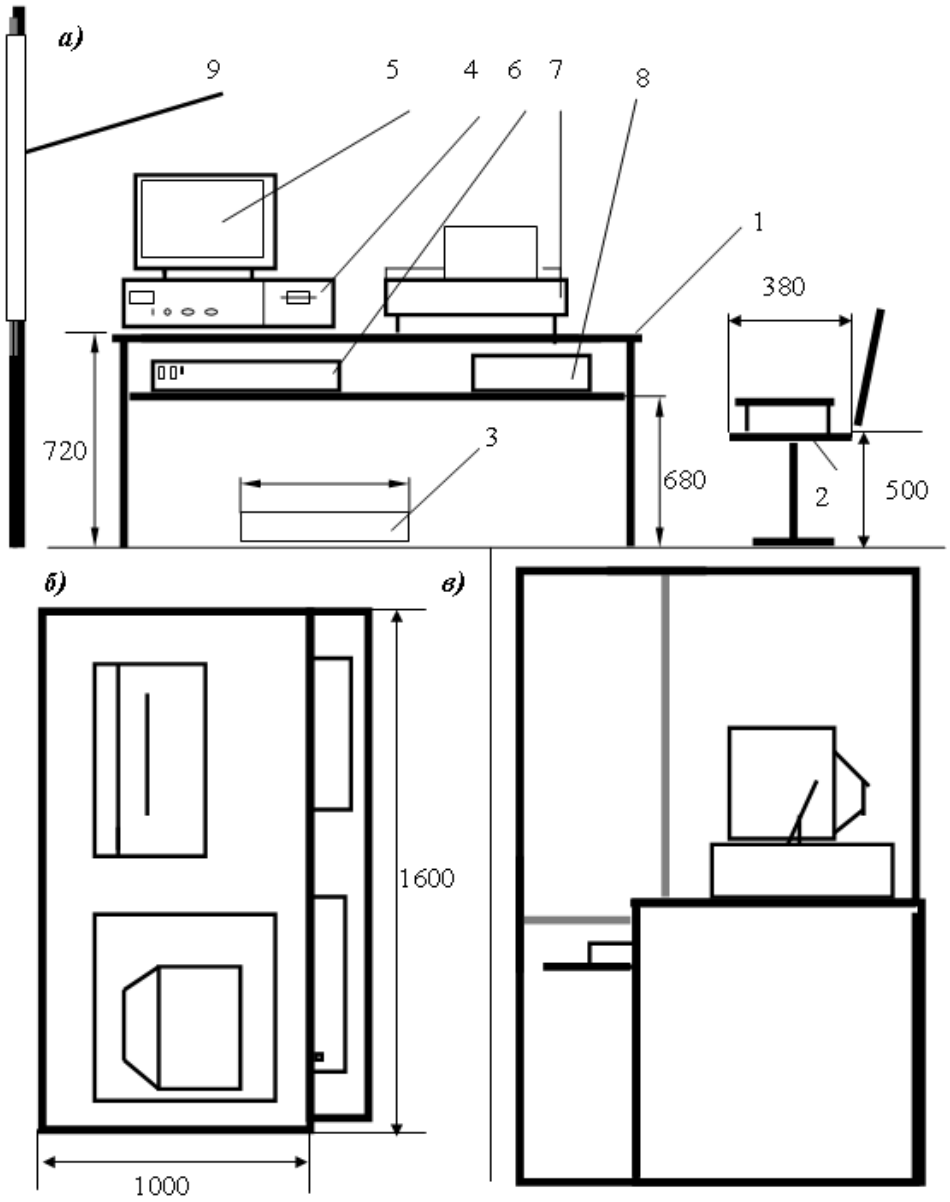
Робочий стілець повинен бути оснащений підйомно-поворотним механізмом. Висота сидіння повинна регулюватися в межах 400-500 мм. Глибина сидіння повинна складати не менш 380 мм, а ширина – не менш 400 мм. Висота опорної поверхні спинки не менш 300 мм, ширина – не менш 380 мм. Кут нахилу спинки стільця до площини сидіння повинен змінюватися в межах 90-110^o.

Схема робочого місця приведена на рис. 5.2.

5.3 Заходи з електробезпеки

Офісне приміщення згідно ПУЕ можна віднести до 1 класу – без підвищеної небезпеки ураження струмом (сухе, безпилове, з нормальною температурою повітря, ізольованими підлогами і малим числом заземлених приладів) [38].

Основними споживачами електроенергії в приміщенні є система штучного освітлення, 3 персональних комп’ютера, 1 кондиціонер, допоміжні пристрої (принтер, сканер). Напруга, яка використовується для роботи електричних приладів складає 220 В.



1 – стіл; 2 – стілець; 3 – підставка для ніг; 4 – системний блок; 5 – монітор; 6 – клавіатура; 7 – принтер; 8 – лоток для паперу; 9 – вікно; *а* – вид спереду; *б* – вид зверху; *в* – вид збоку.

Рисунок 5.2 – Схема робочого місця інженера-еколога

ПК, периферійні пристрої підключені до електромережі тільки за допомогою справних штепсельних з’єднань і електророзеток заводського виготовлення. Електророзетки для живлення персональних комп‘ютерів, периферійних пристроїв виконані за магістральною схемою, по 3-6 з'єднань в одному колі. Розетки знаходитися на відстані 80 см від полу.

Неприпустимим є підключення ПК, периферійних пристроїв ПК та устаткування для обслуговування, ремонту та налагодження ПК до звичайної

двопровідної електромережі, в тому числі – з використанням перехідних пристроїв.

Основними причинами поразки працівника приміщення електричним струмом на робочому місці можуть бути: поява напруги дотику на металевих конструктивних частинах комп’ютера у результаті пошкодження ізоляції; несправність розетки; пошкодження ізоляції дротів комп’ютера; порушення правил експлуатації техніки; заборонене використання електричних приладів, таких як електричні плити, чайники, обігрівачі.

Основними заходами запобігання ураження електричним струмом в приміщенні є захист від дотику до частин електрообладнання, що знаходяться під напругою, застосування малих напруг, захисного заземлення і відключення, а також організаційні заходи [39].

Основними організаційними заходами запобігання ураження електричним струмом є інструктаж і навчання безпечним методам праці, перевірка знань правил безпеки та інструкцій відповідно до виконуваної роботи.

Всі заходи безпеки діляться на організаційні, технічні та правила поведінки під час роботи.

1. Організаційні та технічні заходи.

Ці заходи забезпечуються адміністрацією закладу, системними адміністраторами та відповідальними викладачами перед початком експлуатації класу:

- Контур заземлення: Усі комп'ютери, сервери, принтери та металеві корпуси обладнання повинні бути обов'язково підключені до захисного заземлення. Використання розеток без заземлюючого контакту суворо заборонено.
- Пристрої захисту (ПЗВ та автомати): Електромережа класу має бути захищена автоматичними вимикачами від перевантаження та короткого замикання, а також пристроями захисного відключення (ПЗВ), які реагують на витік струму (наприклад, при дотику людини до оголеного дроту) і

миттєво знеструмлюють мережу.

- Централізоване керування: У класі обов'язково повинен бути встановлений головний рубильник (або магнітний пускач), який дозволяє викладачу одним натисканням кнопки повністю знеструмити весь кабінет у разі аварії.
- Кабельний менеджмент: Усі силові та мережеві кабелі мають бути заховані у спеціальні пластикові короби (кабель-канали) або зафіксовані під столами. Не допускається вільне розміщення дротів на підлозі в зонах проходу.

2. Правила безпеки для користувачів (учнів/студентів)

Перед початком роботи кожен користувач має пройти інструктаж. Основні правила безпечної поведінки:

- Візуальний огляд: Перед увімкненням ПК переконайтеся, що шнури живлення, розетки, вилки та корпуси системних блоків і моніторів не мають видимих пошкоджень, тріщин чи оголених дротів.
- Заборона на самостійний ремонт: Категорично заборонено самостійно відкривати задні кришки моніторів, знімати бокові панелі системних блоків або намагатися замінити запобіжники.
- Волога – головний ворог: Не можна торкатися дротів, розеток, вмикачів чи корпусів ПК мокрими або вологими руками. Заборонено приносити до комп'ютерного столу воду, чай, каву чи інші напої (пролита рідина миттєво викликає коротке замикання).
- Експлуатація розеток: Вставляти та витягати вилку з розетки слід акуратно, тримаючись за її пластмасовий корпус, а не потягнувши за сам шнур. Не можна вставляти в розетки сторонні предмети (ручки, скріпки тощо).
- Вентиляція обладнання: Не перекривайте вентиляційні отвори на системному блоці та моніторі речами, книгами чи зошитами — це призводить до перегріву й ризику займання.

3. Дії у разі виникнення аварійної ситуації.

Якщо ви помітили іскріння, відчули запах горілої ізоляції, дим або почули нетиповий гул:

1. Негайно припиніть роботу та повідомте викладача або відповідальну особу.

2. За можливості (якщо це безпечно) знеструмте конкретне робоче місце, вимкнувши тумблер на подовжувачі чи мережевому фільтрі.

3. Викладач повинен негайно знеструмити весь клас за допомогою головного рубильника.

Перша допомога при ураженні електричним струмом:

- Звільнення від дії струму: Головне – розірвати контакт потерпілого з джерелом струму (вимкнути рубильник, витягти вилку з розетки). Якщо це неможливо зробити швидко, потрібно відтягнути потерпілого від дроту, використовуючи сухий ізолюючий предмет (дерев'яну палицю, сухий одяг, гумові рукавички). Ні в якому разі не торкайтеся людини голіруч, поки вона перебуває під напругою!
- Виклик допомоги: Негайно викликати швидку медичну допомогу.
- Долікарська допомога: Якщо людина при свідомості — покласти її в зручне положення, забезпечити приплив свіжого повітря і спокій. Якщо свідомість та дихання відсутні – негайно розпочати серцево-легеневу реанімацію (штучне дихання та непрямий масаж серця) і проводити її до приїзду медиків.
- Гасіння пожежі: Для гасіння електропроводки та комп'ютерної техніки під напругою дозволяється використовувати виключно вуглекислотні або порошкові вогнегасники. Використовувати воду або пінні вогнегасники категорично заборонено (вода є провідником струму).

5.4 Заходи з пожежної та техногенної безпеки

Офісне приміщення, де розташовані ПК і периферійні пристрої, можна віднести до категорії «В», а ступінь вогнестійкості приміщення можна визначити як II [40].

Причинами виникнення пожежі в приміщенні можуть бути: несправності електропроводки, розеток і вимикачів, які можуть призвести до короткого замикання або пробою ізоляції; використання пошкоджених (несправних) електроприладів; використання в приміщенні електронагрівальних приладів з відкритими нагрівальними елементами; виникнення пожежі внаслідок попадання блискавки в будинок; загоряння будівлі внаслідок зовнішніх впливів; неакуратне поводження з вогнем та недотримання заходів пожежної безпеки.

Для гасіння пожеж в приміщенні використовується вуглекислотний вогнегасник ВВ-5. Для швидкого виявлення та повідомлення про місце виникнення пожежі в будівлі є пожежна сигналізація ЛИПНУВ-1, автоматична система пожежогасіння, димові датчики. Для зв'язку використовують телефон чи інші засоби першої зв'язку.

Необхідними заходами для запобігання пожежі є своєчасний ремонт електроприладів, якісне виправлення поломок, не використання несправних електроприладів, протипожежний інструктаж, на якому працівники ознайомлюються з правилами протипожежної безпеки та використання первинних засобів пожежогасіння.

У випадку виникнення пожежі необхідно: відключити електроживлення; викликати по телефону пожежну команду; евакуювати людей із приміщення відповідно до плану евакуації, приведеному на рис. 5.3; приступити до ліквідації пожежі первинними засобами пожежогасіння.

При наявності невеликого вогнища полум'я, можна скористатися підручними засобами з метою припинення доступу повітря до об'єкта загорання.

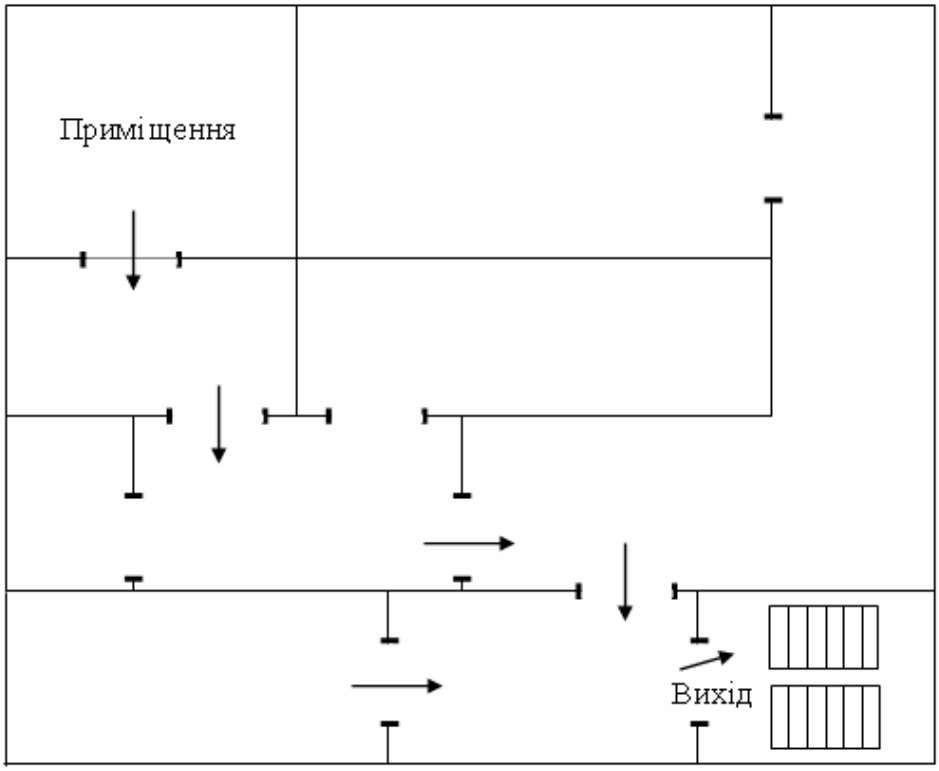


Рисунок 5.3 – План евакуації при пожежі із приміщення відділу досліджень фізичних та хімічних факторів

Забезпечення пожежної безпеки в комп'ютерному класі (кабінеті інформатики) має свої особливості. Основне джерело небезпеки тут — велика кількість електрообладнання, що працює під напругою, та висока ймовірність короткого замикання або перевантаження електромережі. Гасіння пожеж у таких приміщеннях класифікується як пожежі класу Е (горіння електроустановок).

Нижче наведено основні організаційні, технічні та практичні заходи з пожежної безпеки.

1. Технічні та інженерні заходи.

- Первинні засоби пожежогасіння: комп'ютерний клас обов'язково комплектується вуглекислотними вогнегасниками (наприклад, ВВ-2 чи ВВ-5). Вони не пошкоджують дорогу електроніку та не створюють загрози ураження струмом під час гасіння.

Використання пінних або водних вогнегасників у комп'ютерному класі категорично заборонено.

- Автоматичні системи: кабінет має бути обладнаний працездатною автоматичною пожежною сигналізацією (димовими сповіщувачами) та системою оповіщення про пожежу.
- Електромережа та захист: електропроводка повинна мати надійну ізоляцію.
  - Обов’язкова наявність пристроїв захисного вимкнення (ПЗВ) та автоматичних вимикачів у щитку живлення для захисту від перевантажень і короткого замикання.
  - Усі комп'ютери та периферія мають бути заземлені.
- Централізоване вимкнення: У класі має бути встановлений головний рубильник або магнітний пускач, який дозволяє одним натисканням кнопки повністю знеструмити весь кабінет.

2. Організаційні вимоги під час експлуатації.

- Вільні шляхи евакуації: проходи між столами, а також шлях до основного й запасного виходів завжди мають бути вільними. Двері евакуаційних виходів повинні легко відчинятися зсередини без ключа.
- Грамотне підключення: забороняється використання саморобних подовжувачів, трійників або підключення кількох потужних пристроїв (наприклад, додаткових обігрівачів) в одну розетку.
- Контроль вентиляції: не можна закривати вентиляційні отвори на системних блоках та моніторах. Перегрів елементів — одна з частих причин займання.
- Очищення від пилу: необхідно регулярно проводити вологе прибирання приміщення та очищувати внутрішні вузли комп'ютерів від пилу, який є легкозаймистим матеріалом і може спровокувати спалах при появі іскри.
- Наочність: у класі на видному місці обов’язково вивішується План (схема) евакуації на випадок пожежі та інструкція з пожежної безпеки.

3. Правила для учнів / користувачів.

- Заходити до класу лише з дозволу викладача або відповідальної особи.
- Не залишати ввімкнену техніку без нагляду.
- Не торкатися тильних сторін системного блока, кабелів живлення та розеток.
- У разі виявлення запаху горілого, диму, іскріння або нетипового шуму – негайно вимкнути пристрій та повідомити викладача.
- Не приносити до класу та не використовувати легкозаймисті або вибухонебезпечні речовини.

4. Алгоритм дій у разі виникнення пожежі.

Якщо займання все ж таки сталося, необхідно діяти чітко та без паніки:

1. Знеструмлення (Головний крок): Негайно вимкнути загальний рубильник живлення кабінету. Гасіння електроприладів під напругою є смертельно небезпечним.
2. Повідомлення: Викликати Службу порятунку за телефоном 101, чітко вказавши адресу, місце пожежі та своє прізвище. Повідомити керівництво закладу.
3. Евакуація: Організовано, без паніки вивести всіх людей з приміщення згідно з планом евакуації. Закрити за собою двері (але не замикати на ключ), щоб обмежити доступ кисню до вогню.
4. Локалізація (за можливості): Якщо осередок пожежі незначний і немає загрози життю, розпочати гасіння за допомогою вуглекислотного вогнегасника або піску.
5. Зустріч пожежних: Організувати зустріч підрозділів ДСНС, вказавши їм найкоротший шлях до місця займання.

5. Після закінчення занять.

Відповідальна особа (викладач або лаборант) зобов'язана:

1. Перевірити, чи всі комп'ютери, кондиціонери та проектори вимкнені.

2. Знеструмити лінію живлення комп'ютерних столів на розподільчому щитку.

3. Оглянути приміщення, переконатися у відсутності факторів, що можуть спричинити пожежу (запах диму, залишені прилади).

4. Зачинити вікна та замкнути клас.

5.5 Розрахунок сумарного рівня звукового тиску на робочому місці

У приміщенні з ПК мають місце шуми механічного і аеродинамічного походження, широкосмугові із аперіодичним підсиленням під час роботи принтерів. Орієнтовні еквівалентні рівні звукового тиску джерел шуму, що діють на працівника на його робочому місці, представлені в таблиці 5.2.

Допустимий еквівалентний рівень шуму для робочого місця інженера-еколога складає 60 дБА [ДСанПіН 3.3.2.-007.98]. Розрахуємо середній рівень шуму на робочому місці під час роботи всієї вказаної техніки.

Таблиця 5.2 – Рівні звукового тиску від різних джерел

Джерело шуму	Рівень шуму, дБА
Жорсткий диск	40
Вентилятор	40
Принтер	4,5
Сканер	50

Рівень шуму, що виникає від декількох некогерентних джерел, що працюють одночасно, підраховується на підставі принципу енергетичного підсумовування рівня інтенсивності окремих джерел:

$$L_{сер} = 10 \lg \sum_{i=1}^{n} 10^{0,1 \cdot L_i},$$

де L_i – рівень звукового тиску i-го джерела шуму, дБА;

n – кількість джерел шуму.

Підставивши значення рівня звукового тиску для кожного виду устаткування у формулу, отримаємо:

$$L_{\sum} = 10 \lg \left(10^4 + 10^4 + 10^{4,5} + 10^5\right) = 51{,}8 \text{ дБА}.$$

За наявності декількох джерел шуму з однаковим рівнем інтенсивності L_i загальний рівень шуму визначають за формулою:

$$L = L_i + 10 lg\ n.$$

У нашому випадку таких джерел чотири, отже загальний рівень шуму буде визначатися так:

$$L = 51{,}8 + 10 lg\ 4 = 57{,}8 \text{ дБА}.$$

Отримані результати розрахунку порівнюється з допустимим значенням рівня шуму для даного робочого місця. В результаті розрахунку визначили, що фактичне значення рівня шуму відповідає нормативному (57,8 дБА < 60 дБА).

5.6 Висновки до розділу 5

В розділі «Охорона праці та техногенна безпека» було проведено аналіз умов праці на робочому місці інженера-еколога в приміщенні відділу досліджень фізичних та хімічних факторів. Виявлені шкідливі та небезпечні фактори виробничого середовища і розроблені заходи, націлені на утворення

безпечних умов праці, що відповідають вимогам усіх норм і стандартів з охорони праці. Розкриті питання електро-, пожежної та техногенної безпеки в приміщенні, де розташована комп’ютерна мережа. Проведено розрахунок сумарного рівня звукового тиску на робочому місці інженера-еколога.

ВИСНОВКИ

1. У першому розділі розглянуті найбільш поширені забруднюючі речовини, які надходять в атмосферне повітря від автотранспорту, динаміка викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря та вплив цих викидів на здоров'я людини та навколишнє природне середовище.

2. Розглянуті характеристики каталізаторів, які застосовуються в каталітичних нейтралізаторах для очищення вихлопних газів двигунів внутрішнього згоряння, існуючі конструкції каталітичних нейтралізаторів, методи виробництва каталізаторів. Найбільш перспективними є каталізатори на основі інтерметаліду NiAl зі структурою Ренея.

3. В другому розділі розглянуто методологію оцінки ризику для здоров’я населення, розроблену Агентством охорони навколишнього середовища США (EPA U.S.). Оцінка інгаляційних ризиків проводилася при довічному періоді для сценарію житлової зони. Також розглянуто лабораторно-промислові установки для одержання каталізаторів та дослідженняя каталітичної активності.

4. У третьому розділі були приведені дані щодо метеорологічних спостережень, топографії, характеристики землекористування в м. Запоріжжя. Були розраховані для неканцерогенних речовин коефіцієнти небезпеки, індекси небезпеки для сукупності речовин та сумарні індекси небезпеки, для канцерогенних речовин – індивідуальні канцерогенні ризики на протязі життя від впливу автотранспорту м. Запоріжжя. Знайдені величини були графічно відображені та проаналізовані.

5. Результати розрахунків індивідуального канцерогенного ризику для здоров'я населення на контрольних перехрестях свідчать про середній рівень ризику при довічному впливі. На перехресті пр. Соборний - вул. Святого Миколая (Артема) спостерігається найвищий рівень ризику, що свідчить про необхідний динамічний контроль за впливом викидів і поглиблене вивчення джерел і можливих наслідків шкідливих впливів.

6. На контрольних перехрестях значення коефіцієнтів небезпеки для пріоритетних забруднюючих речовин при довічному інгаляційному впливі перевищують допустимий рівень та знаходяться на середньому рівні, окрім перехрестя вул. Дніпровська-Набережна, де ризик для здоров'я експонованого населення – мінімальний.

7. Результати розрахунків індексів небезпеки свідчать про наявність перевищень безпечних рівнів впливу сукупності пріоритетних забруднюючих речовин при довічному інгаляційному впливі на органи дихання, кровоносну систему, імунну систему, центральну нервову систему, вроджені дефекти розвитку, серцево-судину систему та знаходяться на середньому рівні.

8. На вулицях б.Вінтера - вул. Гребельна та пр. Соборний - вул. Святого Миколая значення індексів небезпеки при довічному інгаляційному впливі знаходяться на високому рівні, в результаті чого існує ризик розвитку несприятливих ефектів у більшої частини населення.

9. В четвертому розділі для підвищення екологічної безпеки викидів автотранспорту були отриманні інтерметалідні каталізатори складу: NiAl (100%), NiAl–CoAl (90%–10%), NiAl–CoAl (80%–20%), NiAl–CoAl (70%–30%), $NiAl_3$ (100%), $NiAl_3$–$CoAl_3$ (90%–10%), $NiAl_3$–$CoAl_3$ (80%–20%), $NiAl_3$–$CoAl_3$ (70%–30%). Найкращим зразком, який дає високу каталітичну активність, виявився інтерметалід складу $NiAl_3$ – $CoAl_3$ (80% - 20%).

10. Визначено, що для підвищення каталітичної активності інтерметалідів необхідна їх обробка 20% NaOH. Значення питомої поверхні каталізаторів після обробки лугом 20% NaOH збільшується з 0,6-9,8 $м^2/г$.

11. В розділі «Охорона праці та техногенна безпека» було проведено аналіз умов праці на робочому місці інженера-еколога в приміщенні відділу досліджень фізичних та хімічних факторів. Виявлені шкідливі та небезпечні фактори виробничого середовища. Розкриті питання електро-, пожежної та техногенної безпеки в приміщенні, де розташована комп’ютерна мережа. Проведено розрахунок сумарного рівня звукового тиску на робочому місці інженера-еколога.

СПИСОК ВИКОРИСТАННИХ ДЖЕРЕЛ

1. «Про Програму розвитку автомобільного транспорту в Запорізькій області на 2013-2017 роки» [Електронний ресурс]. Режим доступу : http://www.rada.zp.ua/content/dvadcyat-persha-sesiya-shostogo-sklykannya.

2. Про автомобільний транспорт: Закон України від 2001 року (зі змінами) [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/2344-14.

3. Стратегічний план розвитку автомобільного транспорту України на період до 2020 року [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.insat.org.ua/files/project/project2020_part1.doc.

4. Стан та розвиток транспорту області за 2014 рік. Статистичний збірник: за ред. О.Є. Усової. Запоріжжя : Головне управління статистики у Запорізькій області, 2015. 49с.

5. Масляк П.О. Економічна і соціальна географія України. Київ : Зодіак-ЕКО, 2006. 288 с.

6. Статистичний щорічник Запорізької області за 2014 рік: за редакцією В.П. Головешка. Запоріжжя: Головне управління статистики у Запорізькій області, 2015. 459 с.

7. Резнюк А.М., Гутаревич Ю.Ф., Агєєв В.Б., Клименко О.А. Інтеграція України до ЕС у сфері захисту довкілля від шкідливих викидів автомобільного транспорту: задачі та перспективи. *Автошляховик України*. 2005. № 1. С. 375.

8. Хесин А.И. Некоторые решения проблем техносферы и экологической безопасности технополіса. *Экологическая безопасность жизнедеятельности человека в XXI веке – проблемы и решения*: тезисы меж. конф. М.: Информациология, 2005. С. 73-79.

9. Козлов Ю.С., Маньшова В.П., Светкин И.А. Экологическая безопасность автомобильного транспорта. М. : Агар, 2000. 175 с.

10. Гутаревич, Ю. Ф. Екологія та автомобільний транспорт [Текст]: навч. пос. / Ю. Ф. Гутаревич. – Київ : Арістей, 2006. 292 с.

11. Солуха Б.В., Фукс Г.Б. Міська екологія: Навчальний посібник. Київ : КНУБА, 2004. 338 с.

12. Редзюк А.М., Гутаревич Ю.Ф. Нормування екологічних показників ДТЗ: розвиток, стан, перспективи [Текст]. *Автошляховик України*. 2001. № 4. С. 2-9.

13. ДСТУ 4276-04. Норми і методи вимірювання димності у відпрацьованих газах автомобілів, що працюють на бензині або газовому паливі [Текст]. Київ : Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, 2004.

14. ДСТУ 4277-04. Норми і методи вимірювання вмісту оксиду вуглецю у відпрацьованих газах автомобілів, що працюють на бензині або газовому паливі [Текст]. Київ : Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, 2004.

15. Худова В.М., Пригода Ю.Г., Обухан К.І. Гігієнічна оцінка негативного впливу шкідливих викидів автотранспорту на повітряне середовище. *Гігієна населених місць*. Випуск 45. Київ, 2005. С. 43 – 47.

16. Тимочко Т.В., Черненко Н.В. Екологічні проблеми транспорту [Текст]. Київ : Аспект-Поліграф, 2006. 36 с.

17. Юдін В.П., Падченко О.О., Бройде І.Л. Транспортно-екологічні проблеми індустріальних міст [Текст]. Дніпро : АМСУ, 2007. С. 17–19.

18. Панчишный В.И. Глубокое каталитическое окисление углеводородов. Москва : Наука, 1981. 168 с.

19. Филатов С.С. Защита воздушного бассейна от загрязнения токсичными выбросами транспортных средств. Харьков : Наука. 1977. 382 с.

20. Цодиков М.В., Лагунцов Н.И., Магсумов М.И., Спиридонов П.В., Бухтенко О.В. Окисление СО в микроканалах керамических мембран, модифицированных оксидными каталитическими покрытиями. *Кинетика и катализ*. 2005. Том 46, № 7. С. 797-817.

21. Гейтс Б.К. Химия каталитических процессов. Моска : Наука, 1981, 351 с.

22. Двигуни внутрішнього згоряння Т. 5. Екологізація [Текст] / за ред. проф. А. П. Марченко та проф. А. Ф. Шеховцова. Харків: Прапор, 2004. 360 с.

23. Юдин В.П., Борисенко Г.В., Падченко Е.А. Проблемы надежности электронных систем управления автомобильных двигателей [Текст]: зб. наук. пр. Дніпропетровськ : РВК НГУ. 2006. № 24. С. 118–122.

24. Леонтьева А.И., Брянкин К.В., Чупрунов С.Ю., Чемерчев Л.Н., Куди А.Н. Машины и аппараты химических производств: учебное пособие. Тамбов : ТГТУ. 2000. 92 с.

25. Онищенко Г.Г., Новиков С.М., Рахманин Ю.А., Авалиани С.Л., Буштуева К.А. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Москва : НИИЭЧ и ГОС, 2002. 408 с.

26. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Москва : Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава Росси, 2004. 143 с.

27. Кацнельсон Б.А., Привалова Л.И., Кузмин С.В., Чибураев В.И., Никонов Б.И., Гурвич В.Б. Оценка риска как инструмент социально-гигиенического мониторинга. Екатеринбург, 2001. 347 с.

28. Методичні рекомендації. Оцінка ризику для здоров’я населення від забруднення атмосферного повітря: Наказ МОЗ № 184 від 13.04.2007 р. Київ, 2007. 28 с.

29. Ревич Б.А., Авалиани С.Л., Тихонова Г.И.. Основы оценки воздействия загрязненной окружающей среды на здоровье человека. Москва : Акрополь, ЦЕПР, 2004. 268 с.

30. Сердюк А.М., Турос О.І., Петросян А.А. Використання оцінки ризику для здоров’я населення в пілотному проекті Американської агенції з

охорони довкілля щодо впровадження методології оцінки ризику в Україні. *Гігієна населених місць*: зб. наук. праць. Київ, 2006. Вип.48. С. 39-43.

31. Бєлоконь К.В., Ігнатченко К.О. Оцінка канцерогенного ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря міста Запоріжжя викидами автотранспорту. *Актуальні проблеми енергетики та екології*: зб. праць XVII Всеукраїнської науково-технічної конференції, 26-29 вересня 2018 р. Одеса, ОНАХТ, 2018. С. 15-18.

32. Бєлоконь К.В., Пругло К.В. Підвищення екологічної безпеки викидів автотранспорту шляхом каталітичного знешкодження забруднюючих речовин на інтерметалідних каталізаторах. IV Спеціалізований міжнародний Запорізький екологічний форум «Еко Форум – 2020». Запоріжжя : Запорізька торгово-промислова палата, 2020. С. 339-340.

33. Гончарук В.С., Орел С.М. Оцінка безпеки життєдіяльності людини через оцінку екологічного ризику [Текст]. Безпека життєдіяльності. 2008. № 7. С. 32–34.

34. Колесников М.И. Катализ и производство катализаторов. Москва : Техника. 2004. 400 с.

35. Мухленов И.П. Расчеты химико-технологических процессов. – Л. : Химия. 1976. 304 с.

36. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці / Жидецький В.Ц. – Львів : Афіша, 2002. – 320 с.

37. Геврик Є.О. Охорона праці: [навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів] / Геврик Є.О. – Київ : Ельга, Ніка-Центр, 2003. 280 с.

38. Кузнецов Б.В. Электробезопасность при эксплуатации електроустановок. Минск : Беларусь, 1987. 479 с.

39. Долин П.А. Основы техники безопасности в електроустановках. Москва : Энергоатомиздат, 1984. 448 с.

40. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования. М., 1992.

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця А.1 – Транспортно-екологічна характеристика перехресть за даними Запорізького національного техніного університету

№ перехрестя	Добова витрата палива, тон/добу		Добові викиди шкідливих речовин потоками автотранспортних засобів					
	бензин	дизпаливо	тон/добу					
			CO	C_xH_y	NO_2	ТЧ (сажа)	SO_2	Бенз(а)пірен
1.	162,38	1,85	71,68	13,10	4,13	0,13	0,38	37,93
2.	147,85	0,575	65,12	11,86	3,72	0,096	0,31	34,18
3.	115,93	1,03	51,13	9,33	2,93	0,09	0,25	27,0
4.	90,93	0,83	40,1	7,33	2,3	0,07	0,2	21,18
5.	208,5	0,8	91,85	16,72	5,25	0,14	0,44	48,20
6.	0,22	0,002	0,1	0,02	0,005	0,0002	0,0005	0,05
7.	103,57	0,34	45,62	8,3	2,61	0,06	0,21	23,93
8.	80,23	0,8	35,4	6,48	2,03	0,08	0,18	18,7
9.	49,03	0,53	21,65	3,95	1,25	0,04	0,11	11,45

Таблиця А.2 – Рівні концентрацій оксиду вуглецю на досліджуваних перехрестях

Назва перехрестя	б. Вінтера - вул. Гребельна	пр. Соборний-пр. Металургів	вул. Перемоги-вул. Тюленіна	вул. Перемоги-вул. Патріотична	пр. Соборний-вул. Українська	вул. Дніпровська-Набережна	пр. Соборний - вул. Святого Миколая	вул. Радгоспна-вул. Культур-на	вул. Василя Сергієнко - вул. Новгородська
Рівні концентрацій, мг/$м^3$									
1	0,11	0,06	0,05	0,11	0,03	0,05	0,15	0,03	0,08
2	1,03	0,41	0,46	0,65	0,42	0,46	1,52	0,33	0,6
3	1,95	0,78	0,87	1,18	0,81	0,86	2,9	0,63	1,1
4	2,86	1,16	1,27	1,72	1,19	1,27	4,27	0,93	1,61
5	3,78	1,52	1,68	2,24	1,58	1,67	5,65	1,23	2,12
6	4,7	1,9	2,1	2,78	1,97	2,08	7,02	1,52	2,63

Таблиця А.3 – Рівні концентрацій азоту діоксиду на досліджуваних перехрестях

Назва перехрестя	б. Вінтера - вул. Гребельна	пр. Соборний-пр. Металургів	вул. Перемоги-вул. Тюленіна	вул. Перемоги-вул. Патріотична	пр. Соборний-вул. Українська	вул. Дніпровська-Набережна	пр. Соборний - вул. Святого Миколая	вул. Радгоспна-вул. Культурна	вул. Василя Сергієнко - вул. Новгородська
Рівні концентрацій, мг/м^3									
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0,02	0	0	0,02	0	0	0,02	0	0
3	0,039	0,02	0,02	0,02	0,02	0	0,039	0,0196	0,0196
4	0,039	0,02	0,02	0,039	0,02	0	0,079	0,0196	0,0196
5	0,059	0,039	0,039	0,039	0,039	0	0,098	0,0393	0,0393
6	0,079	0,039	0,039	0,059	0,039	0	0,118	0,0393	0,0393

Таблиця А.4 – Рівні концентрацій C_xH_y на досліджуваних перехрестях

Назва перехрестя	б. Вінтера - вул. Гребельна	пр. Соборний-пр. Металургів	вул. Перемоги-вул. Тюленіна	вул. Перемоги-вул. Патріотична	пр. Соборний-вул. Українська	вул. Дніпровська-Набережна	пр. Соборний - вул. Святого Миколая	вул. Радгоспна-вул. Культурна	вул. Василя Сергієнко - вул. Новгородська
Рівні концентрацій, мг/м^3									
1	0,01	0,006	0,01	0,01	0,01	0	0,02	0,00886	0,006
2	0,17	0,054	0,06	0,08	0,06	0	0,21	0,04476	0,077
3	0,32	0,103	0,11	0,14	0,12	0	0,39	0,08066	0,148
4	0,48	0,151	0,16	0,2	0,17	0	0,58	0,11656	0,218
5	0,63	0,2	0,2	0,26	0,23	0	0,77	0,15246	0,289
6	0,79	0,248	0,25	0,32	0,29	0	0,96	0,18836	0,359

Таблиця А.5 – Рівні концентрацій PM_{10} на перехрестях

Назва перехрестя	б. Вінтера - вул. Гребельна	пр. Соборний-пр. Металургів	вул. Перемоги-вул. Тюленіна	вул. Перемоги-вул. Патріотична	пр. Соборний-вул. Українська	вул. Дніпровська-Набережна	пр. Соборний - вул. Святого Миколая	вул. Радгоспна-вул. Культурна	вул. Василя Сергієнко - вул. Новгородська
Рівні концентрацій, мг/м^3									
1	0,11	0,02	0,07	0,11	0,05	0	0,12	0,07	0,06
2	1,64	0,41	1,59	0,73	0,53	0	1,65	0,5	0,83
3	3,17	0,8	1,1	1,34	1	0	3,17	0,94	1,59
4	4,71	1,2	1,62	1,96	1,48	0	4,7	1,37	2,36
5	6,24	1,59	2,13	2,57	1,95	0	6,22	1,81	3,12
6	7,77	1,98	2,65	3,19	2,43	0	7,75	2,24	3,89

Таблиця А.6 – Рівні концентрацій без(а)пірену на досліджуваних перехрестях

Назва перехрестя	б. Вінтера - вул. Гребельна	пр. Соборний-пр. Металургів	вул. Перемоги-вул. Тюленіна	вул. Перемоги-вул. Патріотична	пр. Соборний-вул. Українська	вул. Дніпровська-Набережна	пр. Соборний - вул. Святого Миколая	вул. Радгоспна-вул. Культурна	вул. Василя Сергієнко - вул. Новгородська
Рівні концентрацій, мг/м^3									
1	0,04	0,02	0,02	0,04	0,02	0,00003	0,05	0,02	0,02
2	0,53	0,16	0,17	0,22	0,19	0,00035	0,59	0,13	0,23
3	1,01	0,31	0,32	0,4	0,36	0,00068	1,14	0,23	0,43
4	1,49	0,45	0,46	0,57	0,52	0,001	1,68	0,33	0,64
5	1,98	0,6	0,61	0,75	0,69	0,00133	2,23	0,43	0,85
6	2,46	0,74	0,76	0,93	0,86	0,00165	2,77	0,53	1,05

Додаток Б

Таблиця Б.1 – Параметри токсичності викидів забруднюючих речовин від автотранспорту

Назва речовини	CAS	ГДК $_{м.р.}$, мг/м^3	ГДК$_{с.д.}$, мг/м^3	к.н.	RfC, мг/м^3	ARfC, мг/м^3	Класифікація канцерогенів МАВР/ EPA	Sf мг/кг-день	Вплив на органи і системи**
Діоксид азоту	10102-44-0	0,085	0,04	2	0,04	0,47	-	-	ОД, КС
Бенз(а)пірен	50-32-8	-	0,000001	1	1,00E-0,6	-	2A/B2	3,9	ІС, ВДР
Зважені речовини з розміром не менш 10 мкм	-	0,5	0,15	3	0,05	0,15	-	-	ОД, системні, ССС, ВДР
Оксид вуглецю	630-08-0	5,0	3	4	3	23	-	-	ССС, ВДР
Вуглеводні	-	200	200	4	0,2	0,2	-	-	ЦНС, ОД кров, ССС, ІС

Таблиця Б.2 – Вплив на критичні органи і системи організму

Скорочене найменування	Характеристика впливу
ІС	вплив на імунну систему, включаючи розвиток алергічних реакцій (сенс.), імунотоксична дію (иммуннoток.)
КС	вплив на кісткову систему
ОД	вплив на органи дихання
ССС	вплив на серцево-судинну систему
ЦНС	вплив на центральну нервову систему
КЕ	канцерогенні ефекти
Кров	вплив на кровоносну систему систему
ВДР	вплив на процеси розвитку організму, включаючи ембріотоксична і тератогенну дію, порушення інтелектуального розвитку і здібності до навчання

Додаток В

Таблиця В.1 – Індивідуальний канцерогенний ризик (ICR) для бензапірену

Назва перехрес-тя	б. Вінтера - вул. Гребе-льна	пр. Соборний-пр. Металургів	вул. Перемоги-вул. Тюленіна	вул. Перемоги-вул. Патріоти-чна	пр. Соборний-вул. Українська	вул. Дніпровська-Набережна	пр. Соборний - вул. Святого Миколая	вул. Радгоспна-вул. Культурна	вул. Василя Сергієнко - вул. Новгородсь-ка
1	$3{,}8 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-5}$	$1{,}9 \cdot 10^{-5}$	$3{,}8 \cdot 10^{-5}$	$1{,}9 \cdot 10^{-5}$	$3{,}5 \cdot 10^{-5}$	$4{,}7 \cdot 10^{-5}$	$1{,}9 \cdot 10^{-5}$	$1{,}9 \cdot 10^{-5}$
2	$5{,}1 \cdot 10^{-4}$	$1{,}5 \cdot 10^{-4}$	$1{,}6 \cdot 10^{-4}$	$2{,}1 \cdot 10^{-4}$	$1{,}8 \cdot 10^{-4}$	$1{,}5 \cdot 10^{-6}$	$5{,}6 \cdot 10^{-4}$	$1{,}2 \cdot 10^{-4}$	$2{,}2 \cdot 10^{-4}$
3	$3{,}9 \cdot 10^{-4}$	$2{,}9 \cdot 10^{-4}$	$3{,}1 \cdot 10^{-4}$	$3{,}9 \cdot 10^{-4}$	$3{,}5 \cdot 10^{-4}$	$6{,}6 \cdot 10^{-7}$	$1{,}09 \cdot 10^{-3}$	$2{,}2 \cdot 10^{-4}$	$4{,}1 \cdot 10^{-4}$
4	$5{,}4 \cdot 10^{-4}$	$4{,}3 \cdot 10^{-4}$	$4{,}4 \cdot 10^{-4}$	$5{,}5 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-4}$	$9{,}4 \cdot 10^{-7}$	$1{,}6 \cdot 10^{-3}$	$3{,}2 \cdot 10^{-4}$	$6{,}2 \cdot 10^{-4}$
5	$7{,}2 \cdot 10^{-4}$	$5{,}8 \cdot 10^{-4}$	$5{,}8 \cdot 10^{-4}$	$7{,}2 \cdot 10^{-4}$	$6{,}6 \cdot 10^{-4}$	$1{,}3 \cdot 10^{-6}$	$2{,}1 \cdot 10^{-3}$	$4{,}1 \cdot 10^{-4}$	$8{,}2 \cdot 10^{-4}$
6	$8{,}9 \cdot 10^{-4}$	$7{,}1 \cdot 10^{-4}$	$7{,}3 \cdot 10^{-4}$	$8{,}9 \cdot 10^{-4}$	$8{,}3 \cdot 10^{-4}$	$1{,}5 \cdot 10^{-6}$	$2{,}6 \cdot 10^{-3}$	$5{,}1 \cdot 10^{-4}$	$9{,}9 \cdot 10^{-4}$

Таблиця В.2 - Коефіцієнт небезпеки (HQ) оксиду вуглецю

Назва перехрес-тя	б. Вінтера -вул. Гребе-льна	пр. Соборний-пр. Металургів	вул. Перемоги-вул. Тюленіна	вул. Перемоги-вул. Патріотична	пр. Соборний-вул. Українська	вул. Дніпров-ська-Набереж-на	пр. Соборний -вул. Святого Миколая	вул. Радгоспна-вул. Культур-на	вул. Василя Сергієнко - вул. Новгородсь-ка
1	0,037	0,02	0,0177	0,0377	0,01	0,0177	0,05	0,01	0,027
2	0,343	0,137	0,153	0,217	0,14	0,153	0,507	0,11	0,2
3	0,65	0,26	0,29	0,393	0,27	0,287	0,967	0,21	0,367
4	0,953	0,387	0,423	0,573	0,397	0,423	1,423	0,31	0,5367
5	1,26	0,507	0,56	0,747	0,527	0,557	1,883	0,41	0,707
6	1,567	0,633	0,7	0,927	0,657	0,693	2,34	0,507	0,877

Таблиця В.3 - Коефіцієнт небезпеки (HQ) діоксиду азоту

Назва перехрес-тя	б. Вінтера - вул. Гребе-льна	пр. Соборний-пр. Металургів	вул. Перемоги-вул. Тюленіна	вул. Перемоги-вул. Патріоти-чна	пр. Соборний - вул. Українськ а	вул. Дніпровська -Набережна	пр. Соборний -вул. Святого Миколая	вул. Радгоспна -вул. Культур-на	вул. Василя Сергієнко - вул. Новгородсь-ка
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0,5	0	0	0,5	0	0	0,5	0	0
3	0,975	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0,975	0,49	0,49
4	0,975	0,5	0,5	0,975	0,5	0	1,975	0,49	0,49
5	1,475	0,975	0,975	0,975	0,975	0	2,45	0,9825	0,9825
6	1,975	0,975	0,975	1,475	0,975	0	2,95	0,9825	0,9825

Таблиця В.4 - Коефіцієнт небезпеки (HQ) вуглеводніх

Назва перехрес-тя	б. Вінтера -вул. Гребе-льна	пр. Соборний-пр. Металургів	вул. Перемоги-вул. Тюленіна	вул. Перемоги-вул. Патріоти-чна	пр. Соборний-вул. Українська	вул. Дніпров-ська-Набережна	пр. Соборний -вул. Святого Миколая	вул. Радгоспна-вул. Культурна	вул. Василя Сергієнко – вул. Новгородсь-ка
1	0,05	0,03	0,05	0,05	0,05	0	0,1	0,044	0,03
2	0,85	0,27	3	0,4	0,3	0	1,05	0,224	0,385
3	1,6	0,515	0,55	0,7	0,6	0	1,95	0,403	0,74
4	2,4	0,755	0,8	1	0,85	0	2,9	0,583	1,09
5	3,15	1	1	1,3	1,15	0	3,85	0,762	1,445
6	3,95	1,24	1,25	1,6	1,45	0	4,8	0,942	1,795

Таблиця В.5 - Коефіцієнт небезпеки (HQ) бенз(а)пірену

Назва перехрес-тя	б. Вінтера - вул. Гребе-льна	пр. Соборний-пр. Металургів	вул. Перемоги-вул. Тюленіна	вул. Перемоги-вул. Патріоти-чна	пр. Соборний-вул. Українська	вул. Дніпровська-Набережна	пр. Соборний - вул. Святого Миколая	вул. Радгоспна-вул. Культур-на	вул. Василя Сергієнко - вул. Новгородсь-ка
1	0,067	0,033	0,033	0,067	0,033	0,0001	0,083	0,033	0,033
2	0,883	0,267	0,2833	0,367	0,316	0,0006	0,983	0,2167	0,383
3	1,683	0,517	0,533	0,667	0,6	0,001	1,9	0,383	0,717
4	2,483	0,75	0,767	0,95	0,867	0,002	2,8	0,55	1,066
5	3,3	1	1,0167	1	1,15	0,002	3,717	0,716	1,416
6	4,1	1,233	1,237	1,55	1,433	0,003	4,617	0,883	1,75

Таблиця В.6 - Індекс небезпеки ($HI=\sum HQ_I$) – органи дихання

Назва перехрес-тя	б. Вінтера - вул. Гребе-льна	пр. Соборний-пр. Металургів	вул. Перемоги-вул. Тюленіна	вул. Перемоги-вул. Патріоти-чна	пр. Соборний-вул. Українська	вул. Дніпровська-Набережна	пр. Соборний -вул. Святого Миколая	вул. Радгоспна-вул. Культур-на	вул. Василя Сергієнко - вул. Новгородсь-ка
1	0,05	0,03	0,05	0,05	0,05	0	0,1	0,044	0,3
2	1,35	0,27	3	0,9	0,3	0	1,55	0,224	0,385
3	2,575	1,015	1,05	1,2	1,1	0	2,925	0,893	1,23
4	3,375	1,255	1,3	1,975	1,35	0	4,875	1,073	1,58
5	4,625	1,975	1,975	2,275	2,125	0	6,3	1,7445	2,427
6	5,925	2,215	2,225	3,075	2,425	0	7,75	1,9245	2,777

Таблиця В.7 - Індекс небезпеки ($HI=\sum HQ_I$) – імунна система

Назва перехрес-тя	б. Вінтера - вул. Гребе-льна	пр. Соборний-пр. Металургів	вул. Перемоги-вул. Тюленіна	вул. Перемоги-вул. Патріоти-чна	пр. Соборний-вул. Українська	вул. Дніпровська -Набережна	пр. Соборний -вул. Святого Миколая	вул. Радгоспна-вул. Культур-на	вул. Василя Сергієнко - вул. Новгородсь -ка
1	0,117	0,063	0,083	0,117	0,083	0,0001	0,183	0,077	0,063
2	1,733	0,537	3,283	0,767	0,61	0,0006	2,033	0,4407	0,768
3	3,283	1,032	1,083	0	1,2	0,001	3,85	0,786	1,457
4	4,883	1,505	1,567	1,95	1,72	0,002	5,7	1,133	2,156
5	6,45	2	2,017	2,3	2,3	0,002	7,567	1,478	2,861
6	8,05	2,473	2,487	3,15	2,88	0,003	9,417	1,825	3,545

Таблиця В.8 - Індекс небезпеки ($HI=\sum HQ_I$) – кров

Назва перехрес-тя	б. Вінтера - вул. Гребе-льна	пр. Соборний-пр. Металургів	вул. Перемоги-вул. Тюленіна	вул. Перемоги-вул. Патріоти-чна	пр. Соборний-вул. Українська	вул. Дніпровська-Набережна	пр. Соборний -вул. Святого Миколая	вул. Радгоспна-вул. Культурна	вул. Василя Сергієнко - вул. Новгородсь-ка
1	0,05	0,03	0,05	0,05	0,05	0	0,1	0,044	0,3
2	1,35	0,27	3	0,9	0,3	0	1,55	0,224	0,385
3	2,575	1,015	1,05	1,2	1,1	0	2,925	0,893	1,23
4	3,375	1,255	1,3	1,975	1,35	0	4,875	1,073	1,58
5	4,625	1,975	1,975	2,275	2,125	0	6,3	1,7445	2,427
6	5,925	2,215	2,225	3,075	2,425	0	7,75	1,9245	2,777

Таблиця В.9 - Індекс небезпеки ($HI=\sum HQ_I$) – центральна нервова система

Назва перехрес-тя	б. Вінтера - вул. Гребе-льна	пр. Соборний-пр. Металургів	вул. Перемоги-вул. Тюленіна	вул. Перемоги-вул. Патріоти-чна	пр. Соборний-вул. Українська	вул. Дніпровська-Набережна	пр. Соборний -вул. Святого Миколая	вул. Радгоспна-вул. Культурна	вул. Василя Сергієнко - вул. Новгородсь-ка
1	0,05	0,03	0,05	0,05	0,05	0	0,1	0,044	0,03
2	0,85	0,27	3	0,4	0,3	0	1,05	0,224	0,385
3	1,6	0,515	0,55	0,7	0,6	0	1,95	0,403	0,74
4	2,4	0,755	0,8	1	0,85	0	2,9	0,583	1,09
5	3,15	1	1	1,3	1,15	0	3,85	0,762	1,445
6	3,95	1,24	1,25	1,6	1,45	0	4,8	0,942	1,795

Таблиця В.10 - Індекс небезпеки (HI=$\sum HQ_I$) – вроджені дефекти розвитку

Назва перехрес-тя	б. Вінтера - вул. Гребе-льна	пр. Соборний-пр. Металургів	вул. Перемоги-вул. Тюленіна	вул. Перемоги-вул. Патріоти-чна	пр. Соборний-вул. Українська	вул. Дніпровська -Набережна	пр. Соборний -вул. Святого Миколая	вул. Радгоспна-вул. Культурна	вул. Василя Сергієнко - вул. Новгородсь -ка
1	0,104	0,053	0,0507	0,1047	0,043	0,0178	0,133	0,043	0,06
2	1,226	0,13	0,4363	0,584	0,456	0,1536	1,49	0,3267	0,583
3	2,333	0,777	0,823	1,06	0,87	0,288	2,867	0,593	1,084
4	3,436	1,137	1,19	1,523	1,264	0,425	4,223	0,86	1,6027
5	4,56	1,507	1,5767	1,747	1,677	0,559	5,6	1,126	2,123
6	5,667	1,866	1,937	2,477	2,09	0,696	6,957	1,39	2,627

Таблиця В.11 - Індекс небезпеки (HI=$\sum HQ_I$) – серцево - судинна система

Назва перехрес-тя	б. Вінтера - вул. Гребе-льна	пр. Соборний-пр. Металургів	вул. Перемоги-вул. Тюленіна	вул. Перемоги-вул. Патріоти-чна	пр. Соборний-вул. Українська	вул. Дніпровська-Набережна	пр. Соборний -вул. Святого Миколая	вул. Радгоспна-вул. Культурна	вул. Василя Сергієнко - вул. Новгородська
1	0,087	0,05	0,0677	0,0877	0,06	0,0177	0,15	0,054	0,057
2	1,193	0,407	3,153	0,617	0,44	0,153	1,557	0,334	0,585
3	2,25	0,775	0,84	1,093	0,87	0,287	2,917	0,613	1,107
4	3,353	1,142	1,223	1,573	1,247	0,423	4,323	0,893	1,6267
5	4,41	1,507	1,56	2,047	1,677	0,557	5,733	1,172	2,152
6	5,517	1,873	1,95	2,527	2,107	0,693	7,14	1,449	2,672

Таблиця В.12 - Середнедобова доза (ADD) бенз(а)пірену

Назва пере-хрестя	б. Вінтера -вул. Гребе-льна			пр. Соборний- пр. Металургів			вул. Перемоги-вул. Тюленіна		
	діти до 6	від 6 до 18	дорослі	діти до 6	від 6 до 18	дорослі	діти до 6	від 6 до 18	дорослі
1	0,00001	0,00002	0,00001	0,000005	0,0000009	0,000006	0,000005	0,000009	0,000006
2	0,00013	0,00024	0,00015	0,000040	0,000073	0,000048	0,00004	0,000078	0,000051
3	0,00025	0,00046	0,00030	0,000079	0,000141	0,000093	0,000082	0,00015	0,000096
4	0,00038	0,00068	0,00044	0,000115	0,000205	0,000135	0,000117	0,00021	0,00014
5	0,00050	0,00090	0,00059	0,000153	0,000273	0,000180	0,000155	0,00028	0,00018
6	0,00062	0,00112	0,00074	0,000194	0,000337	0,000223	0,000194	0,00035	0,00023

Таблиця В.13 - Середнедобова доза (ADD) бензапірену

Назва пере-хрестя	вул. Перемоги-вул. Патріотична			пр. Соборний- вул. Українська			вул. Дніпровська-Набережна		
	діти до 6	від 6 до 18	дорослі	діти до 6	від 6 до 18	дорослі	діти до 6	від 6 до 18	дорослі
1	0,00001	0,0000182	0,000012	0,000005	0,000009	0,000006	7,6E-09	0,00000002	0,00000009
2	0,000056	0,0001004	0,000066	0,000048	0,000087	0,00006	0,0000009	0,00000015	0,000001
3	0,000103	0,0001826	0,0001205	0,000092	0,000164	0,00011	0,0000002	0,0000003	0,0000002
4	0,000145	0,0002602	0,0001717	0,0001329	0,000237	0,00016	0,0000002	0,0000005	0,0000003
5	0,000192	0,0003425	0,0002268	0,0001764	0,000315	0,00021	0,0000003	0,0000006	0,0000004
6	0,000238	0,0004247	0,0002803	0,000219	0,000393	0,00025	0,0000004	0,0000007	0,0000005

Таблиця В.14 - Середнедобова доза (ADD) бензапірену

Назва перехрестя	пр. Соборний -вул. Святого Миколая			вул. Радгоспна-вул. Культурна			вул. Василя Сергієнко -вул. Новгородська		
	діти до 6	від 6 до 18	дорослі	діти до 6	від 6 до 18	дорослі	діти до 6	від 6 до 18	дорослі
1	0,000013	0,000022	0,000015	0,000005	0,000009	0,000006	0,000005	0,000009	0,000006
2	0,000151	0,000269	0,000177	0,000033	0,000059	0,000039	0,000059	0,000105	0,000069
3	0,000291	0,000520	0,000343	0,000058	0,000105	0,000069	0,000109	0,000196	0,000129
4	0,000429	0,000767	0,000506	0,000084	0,000150	0,000099	0,000163	0,000292	0,000193
5	0,000570	1,000018	0,000672	0,000109	0,000196	0,000129	0,000217	0,000388	0,000256
6	0,000708	1,000264	0,000835	0,000135	0,000242	0,000159	0,000217	0,000479	0,000316

Таблиця В.15 - Довічна середнедобова доза (LADD) бенз(а)пірену

Назва перехрестя	б. Вінтера - вул. Гребельна	пр. Соборний-пр. Металургів	вул. Перемоги-вул. Тюленіна	вул. Перемоги-вул. Патріотична	пр. Соборний-вул. Українська	вул. Дніпровська-Набережна	пр. Соборний - вул. Святого Миколая	вул. Радгоспна-вул. Культурна	вул. Василя Сергієнко - вул. Новгородська
1	$9{,}8 \cdot 10^{-6}$	$2{,}6 \cdot 10^{-6}$	$4{,}9 \cdot 10^{-6}$	$9{,}8 \cdot 10^{-6}$	$4{,}9 \cdot 10^{-6}$	$9{,}2 \cdot 10^{-8}$	$1{,}2 \cdot 10^{-5}$	$4{,}9 \cdot 10^{-6}$	$4{,}9 \cdot 10^{-6}$
2	$1{,}3 \cdot 10^{-4}$	$3{,}9 \cdot 10^{-5}$	$4{,}2 \cdot 10^{-5}$	$5{,}4 \cdot 10^{-5}$	$4{,}6 \cdot 10^{-5}$	$3.8 \cdot 10^{-7}$	$1{,}4 \cdot 10^{-4}$	$3{,}2 \cdot 10^{-5}$	$5{,}7 \cdot 10^{-5}$
3	$9{,}9 \cdot 10^{-5}$	$7{,}6 \cdot 10^{-5}$	$7{,}9 \cdot 10^{-5}$	$9{,}9 \cdot 10^{-5}$	$8{,}9 \cdot 10^{-5}$	$1{,}7 \cdot 10^{-6}$	$2{,}8 \cdot 10^{-4}$	$5{,}7 \cdot 10^{-5}$	$1{,}06 \cdot 10^{-4}$
4	$1{,}4 \cdot 10^{-4}$	$1{,}1 \cdot 10^{-4}$	$1{,}1 \cdot 10^{-4}$	$1{,}4 \cdot 10^{-4}$	$1{,}3 \cdot 10^{-4}$	$2{,}4 \cdot 10^{-6}$	$4{,}1 \cdot 10^{-4}$	$8{,}1 \cdot 10^{-5}$	$1{,}6 \cdot 10^{-4}$
5	$1{,}8 \cdot 10^{-4}$	$1{,}5 \cdot 10^{-4}$	$1{,}5 \cdot 10^{-4}$	$1{,}8 \cdot 10^{-4}$	$1{,}7 \cdot 10^{-4}$	$3{,}3 \cdot 10^{-6}$	$5{,}5 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$2{,}1 \cdot 10^{-4}$
6	$2{,}3 \cdot 10^{-4}$	$1{,}8 \cdot 10^{-4}$	$1{,}9 \cdot 10^{-4}$	$2{,}3 \cdot 10^{-4}$	$2{,}1 \cdot 10^{-4}$	$4{,}1 \cdot 10^{-6}$	$6{,}8 \cdot 10^{-4}$	$1{,}3 \cdot 10^{-4}$	$2{,}5 \cdot 10^{-4}$

Таблиця В.16 - Число додаткових випадків смерті в кожній рецепторній точці від концентрації PM_{10}

Назва перехрес-тя	б. Вінтера - вул. Гребе-льна	пр. Соборний-пр. Металургів	вул. Перемоги-вул. Тюленіна	вул. Перемоги-вул. Патріоти-чна	пр. Соборний-вул. Українська	вул. Дніпровська-Набережна	пр. Соборний - вул. Святого Миколая	вул. Радгоспна-вул. Культурна	вул. Василя Сергієнко -вул. Новгородська
1	0,0029	0,0005	0,0019	0,0030	0,0013	0	0,0032	0,0019	0,0016
2	0,0442	0,01118	0,0434	0,0199	0,0144	0	0,0450	0,0136	0,0226
3	0,0864	0,0218	0,0300	0,0365	0,0272	0	0,0864	0,0256	0,0433
4	0,1284	0,0327	0,0441	0,0534	0,0403	0	0,1282	0,0373	0,0643
5	0,1702	0,0433	0,0581	0,0701	0,0531	0	0,1696	0,0493	0,0851
6	0,2119	0,0540	0,0722	0,0870	0,0662	0	0,2114	0,0611	0,1061

Додаток Г

Дослідження складу каталізатора, обробленого кислотою, на процес окиснення оксиду вуглецю та вуглеводнів

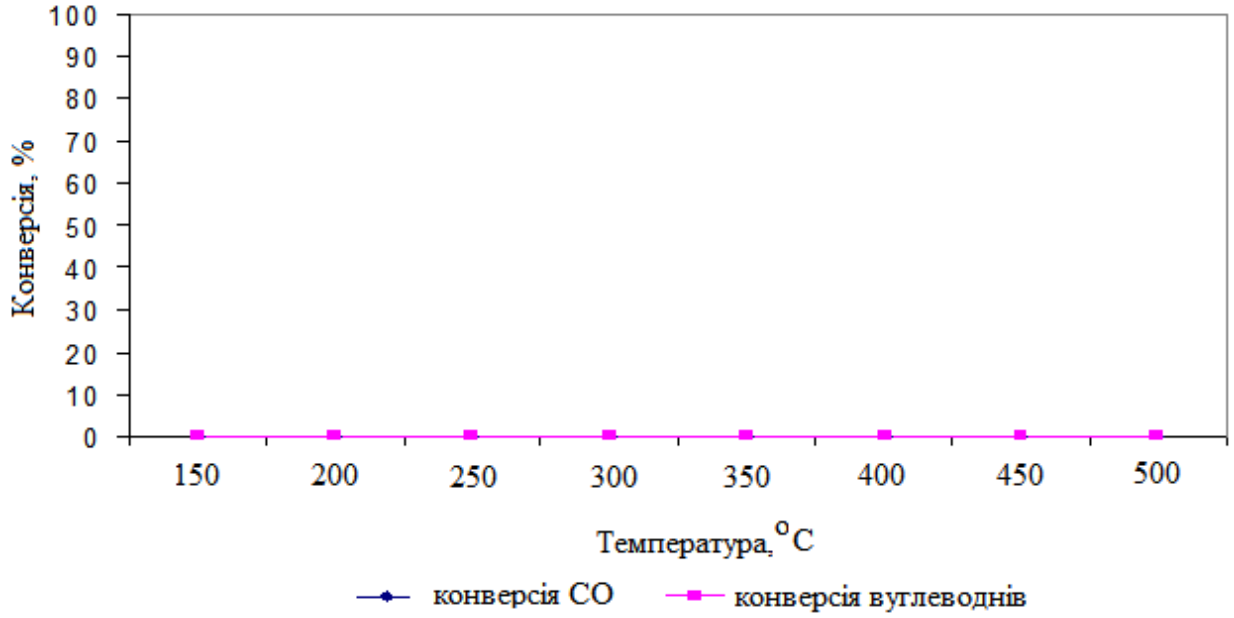


Рисунок Г.1 – Конверсія пропану і СО на зразку інтерметаліда NiAl 100%, обробленого 10% азотною кислотою

Таблиця Г.1 – Результати оцінки ефективності каталізатора складу NiAl 100% обробленого 10% азотною кислотою

Температура, ºС	Конверсія O_2, %	Конверсія CO, %	Конверсія C_3H_8, %
150	0	0	0
200	0	0	0
250	0	0	0
300	0	0	0
350	0	0	0
400	0	0	0
450	0	0	0
500	0	0	0

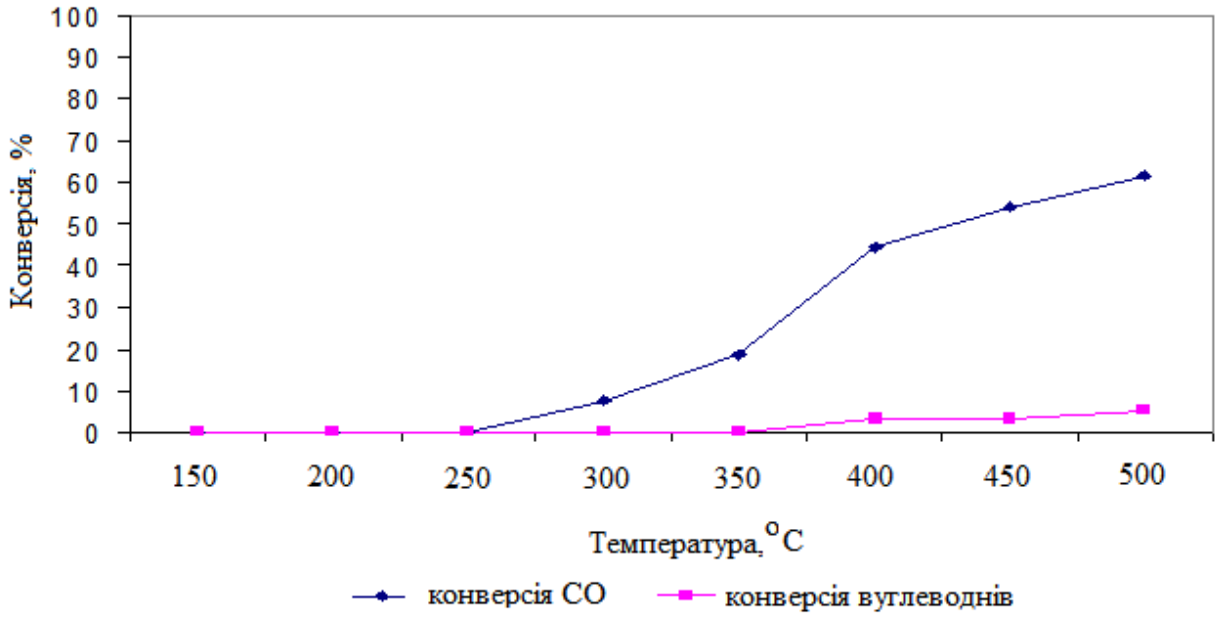


Рисунок Г.2 – Конверсія пропану та СО на зразку NiAl– CoAl (90%–10%), обробленого 10% азотною кислотою

Таблиця Г.2 – Результати оцінки ефективності каталізатора складу NiAl– CoAl(90%– 10%), обробленого 10% азотною кислотою

Температура, ºС	Конверсія O_2, %	Конверсія CO, %	Конверсія C_3H_8, %
150	0	0	0
200	0	0	0
250	0	0	0
300	2,25	7,69	0
350	4,49	18,46	0
400	6,74	44,61	3,33
450	8,98	53,84	3,333
500	10,11	61,53	5,1

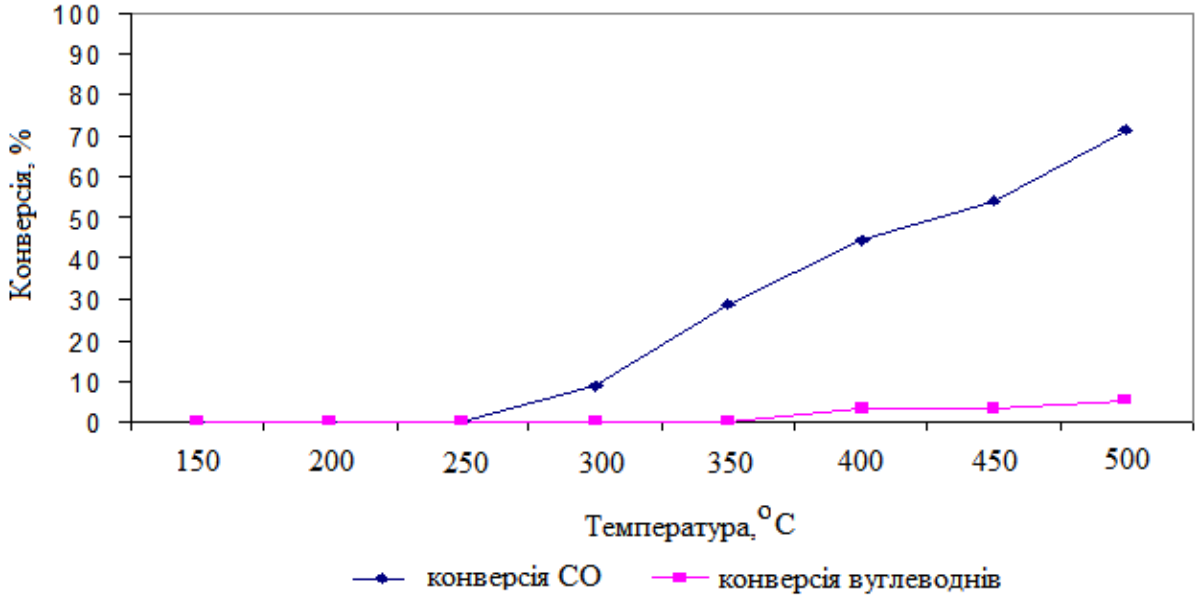


Рисунок Г.3 – Конверсія пропану та СО на зразку NiAl– CoAl (80%–20%), обробленого 10% азотною кислотою

Таблиця Г.3 – Результати оцінки ефективності каталізатора складу NiAl– CoAl (80%– 20%), обробленого 10% азотною кислотою

Температура, ºС	Конверсія O_2, %	Конверсія CO, %	Конверсія C_3H_8, %
150	0	0	0
200	0	0	0
250	0	0	0
300	2,25	8,69	0
350	4,49	28,46	0
400	6,74	44,61	3,33
450	8,99	53,84	3,33
500	10,11	71,54	5

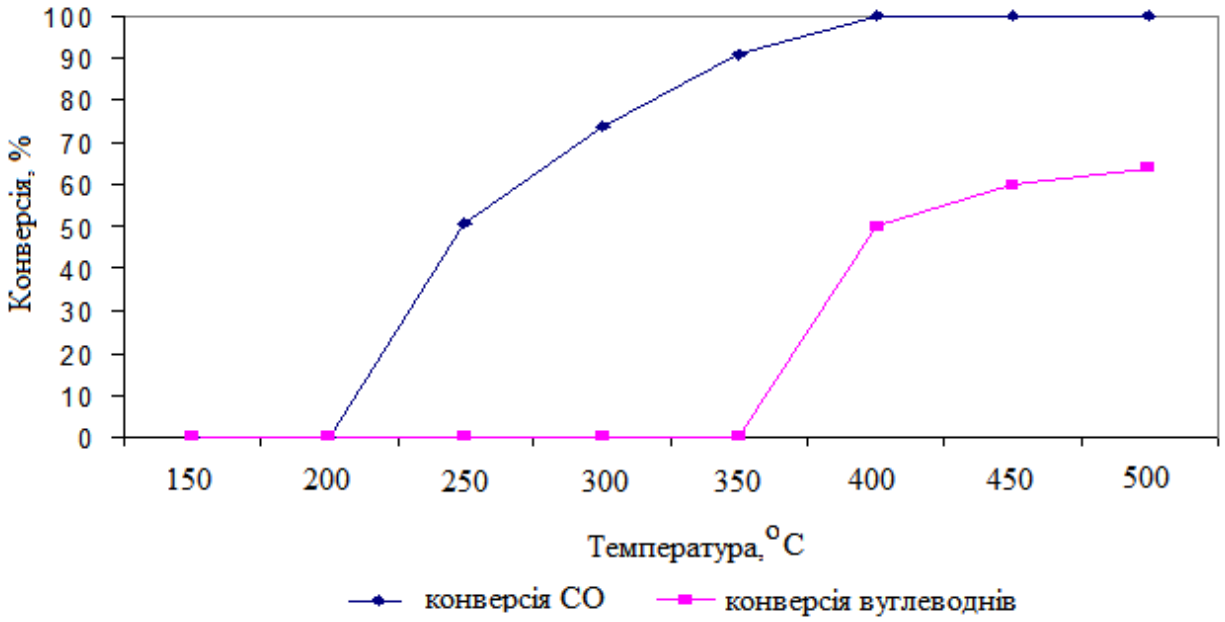


Рисунок Г.4 – Конверсія СО та пропану на зразку $NiAl_3$(100%), обробленого 10% азотною кислотою

Таблиця Г.4 – Результати оцінки ефективності каталізатора складу $NiAl_3$(100%), обробленого 10% азотною кислотою

Температура, ºС	Конверсія O_2, %	Конверсія CO, %	Конверсія C_3H_8, %
200	0	0	0
250	29,47	50,1	0
300	69,12	73,64	0
350	71,58	90,91	0
400	80,35	100	50
450	100	100	60
500	100	100	64

Дослідження складу каталізатора, обробленого лугом 10% NaOH, на процес окиснення оксиду вуглецю та вуглеводнів

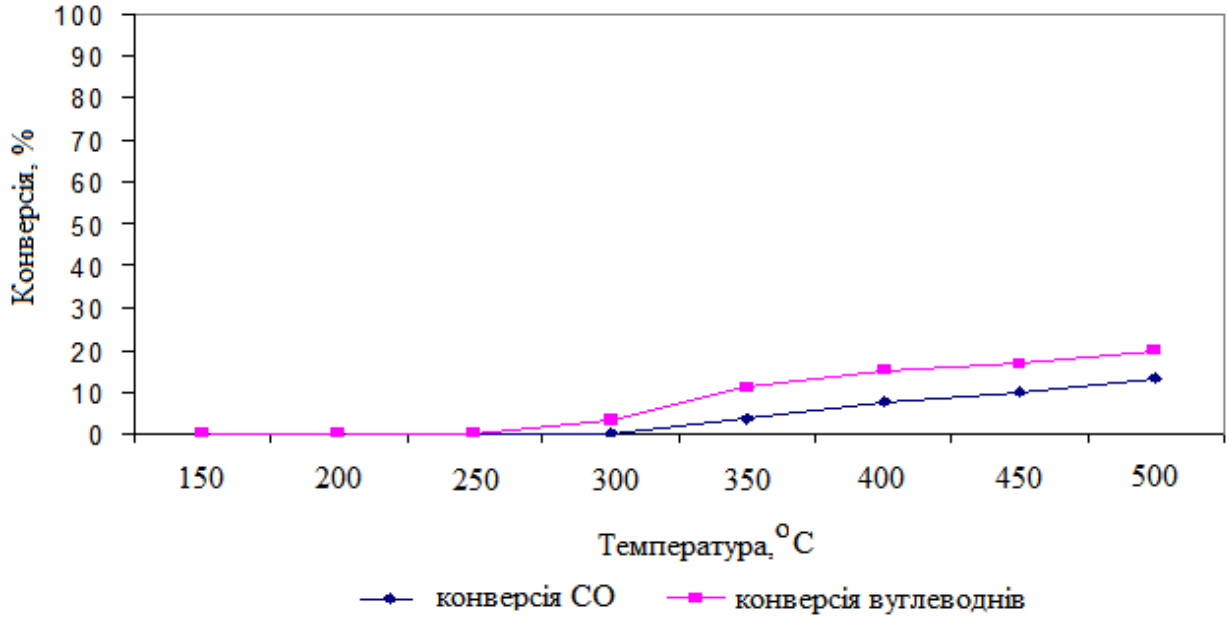


Рисунок Г.5 – Конверсія пропану та СО на зразку інтерметаліда NiAl 100%, обробленого лугом 10% NaOH

Таблиця Г.5 – Результати оцінки ефективності каталізатора складу NiAl 100%, обробленого лугом 10% NaOH

Температура, °С	Конверсія O_2, %	Конверсія CO, %	Конверсія C_3H_8, %
150	0	0	0
200	0	0	0
250	0	0	0
300	0,0	3,2	0,0
350	3,6	11,1	0,0
400	4,2	7,7	15
450	5,6	10	16,6
500	7,2	13	20

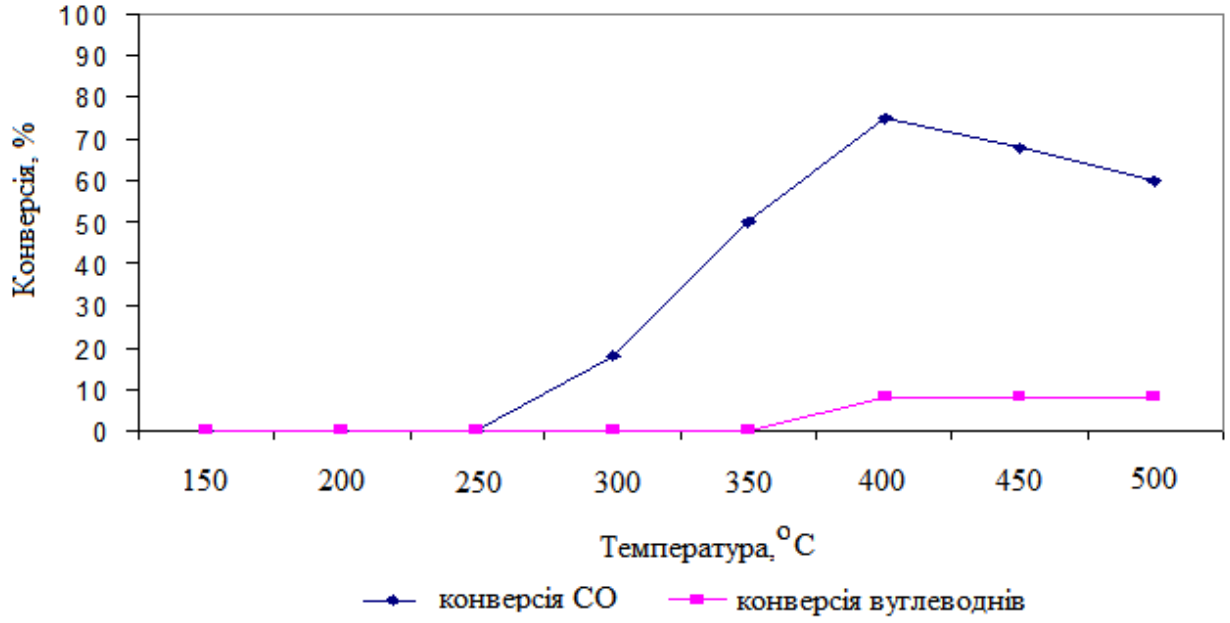


Рисунок Г.6 – Конверсія пропану та СО на зразку інтерметаліда NiAl – CoAl (90%– 10%), обробленого лугом 10% NaOH

Таблиця Г.6 – Результати оцінки ефективності каталізатора складу NiAl – CoAl (90%– 10%), обробленого лугом 10% NaOH

Температура, ºС	Конверсія O_2, %	Конверсія CO, %	Конверсія C_3H_8, %
150	0	0	0
200	0	0	0
250	0	0	0
300	0	18	0
350	1,1	50	0
400	2,1	75	8
450	3,2	68	8
500	3,2	60	8

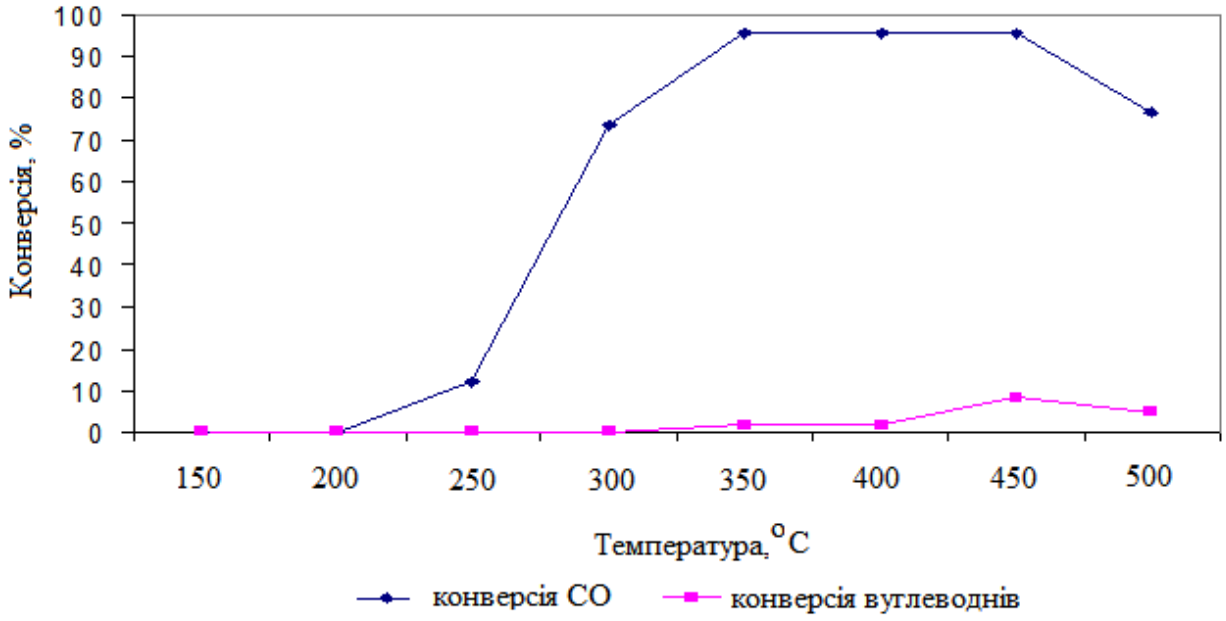


Рисунок Г.7 – Конверсія СО та пропану на зразку NiAl– CoAl(80%–20%), обробленого лугом 10% NaOH

Таблиця Г.7 – Результати оцінки ефективності каталізатора складу NiAl– CoAl(80%– 20%), обробленого лугом 10% NaOH

Температура, ºС	Конверсія O_2, %	Конверсія CO, %	Конверсія C_3H_8, %
150	0	0	0
200	0	0	0
250	2,22	11,76	0
300	7,77	73,52	0
350	12,22	95,58	1,63
400	14,44	95,58	1,63
450	16,66	95,58	8,19
500	14,44	76,47	4,92

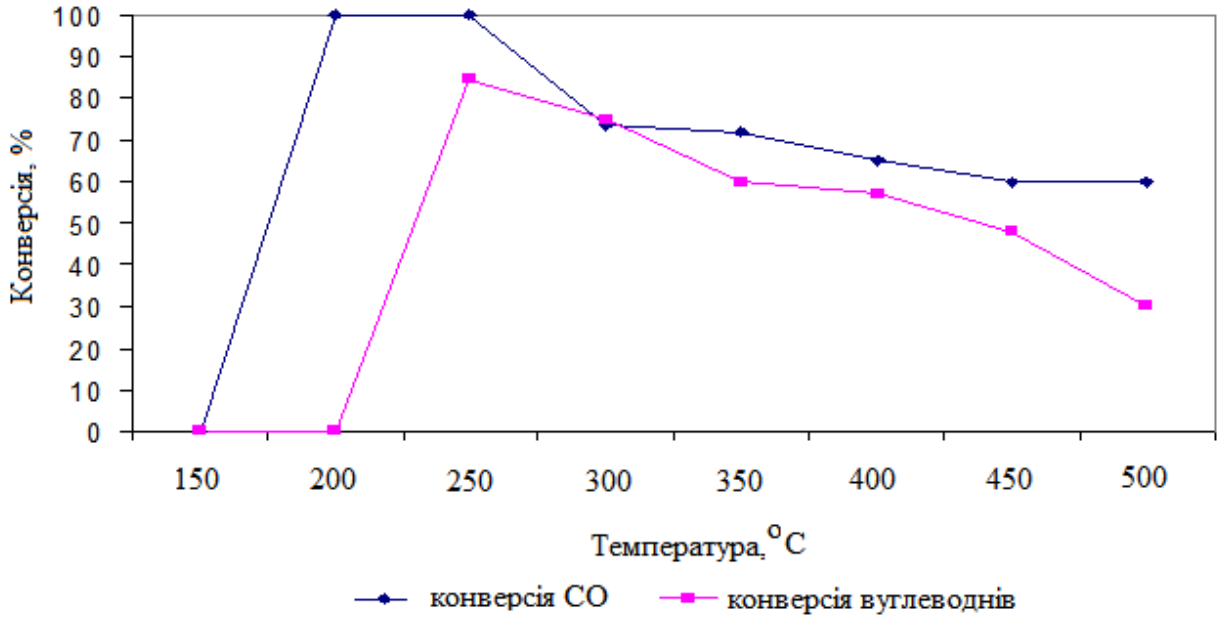


Рисунок Г.8 – Конверсія СО та пропану на зразку $NiAl_3$(100%), обробленого лугом 10% NaOH

Таблиця Г.8 – Результати оцінки ефективності каталізатора складу $NiAl_3$(100%), обробленого лугом 10% NaOH

Температура, ºС	Конверсія O_2, %	Конверсія СО, %	Конверсія C_3H_8, %
150	0	0	0
200	11	100	0
250	70	100	84,44
300	70	73,53	75
350	70	72	60
400	70	65	57
450	70	60	48
500	70	60	30

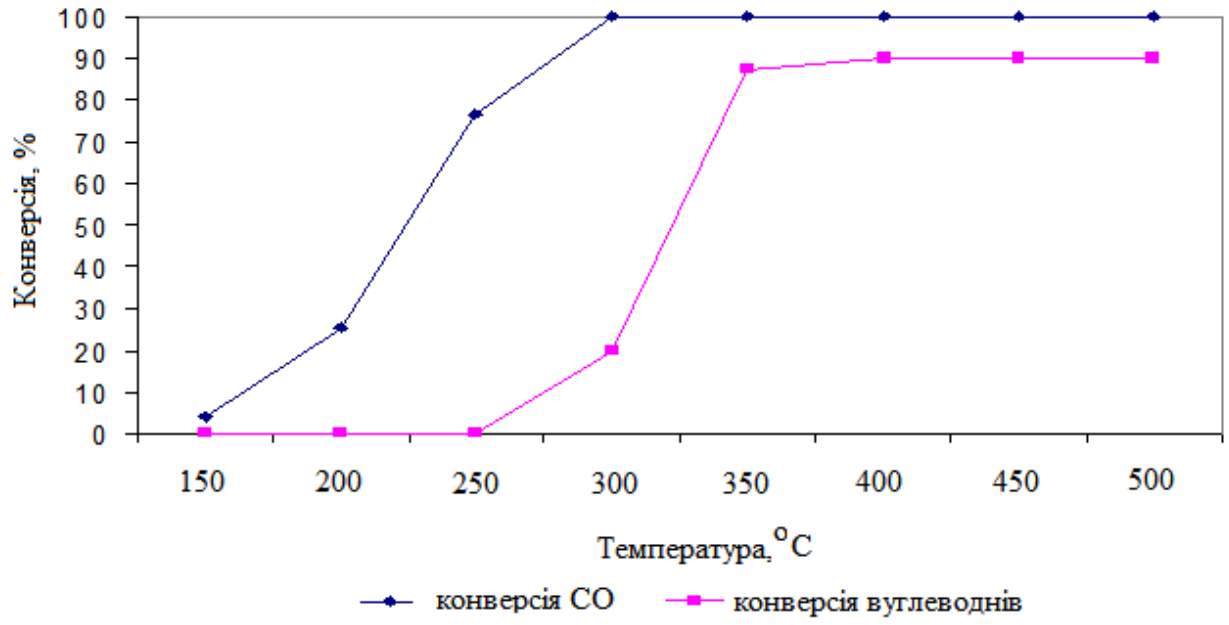


Рисунок Г.9 – Конверсія CO та пропану на зразку $NiAl_3$– $CoAl_3$(90%–10%), обробленого лугом 10% NaOH

Таблиця Г.9 – Результати оцінки ефективності каталізатора складу $NiAl_3$– $CoAl_3$(90%– 10%), обробленого лугом 10% NaOH

Температура, ºС	Конверсія O_2, %	Конверсія CO, %	Конверсія C_3H_8, %
100	0	0	0
150	3,19	3,92	0
200	4,25	25,49	0
250	8,51	76,47	0
300	19,15	100	20
350	80,85	100	87,5
400	79,78	100	90
450	79,78	100	90
500	79,78	100	90

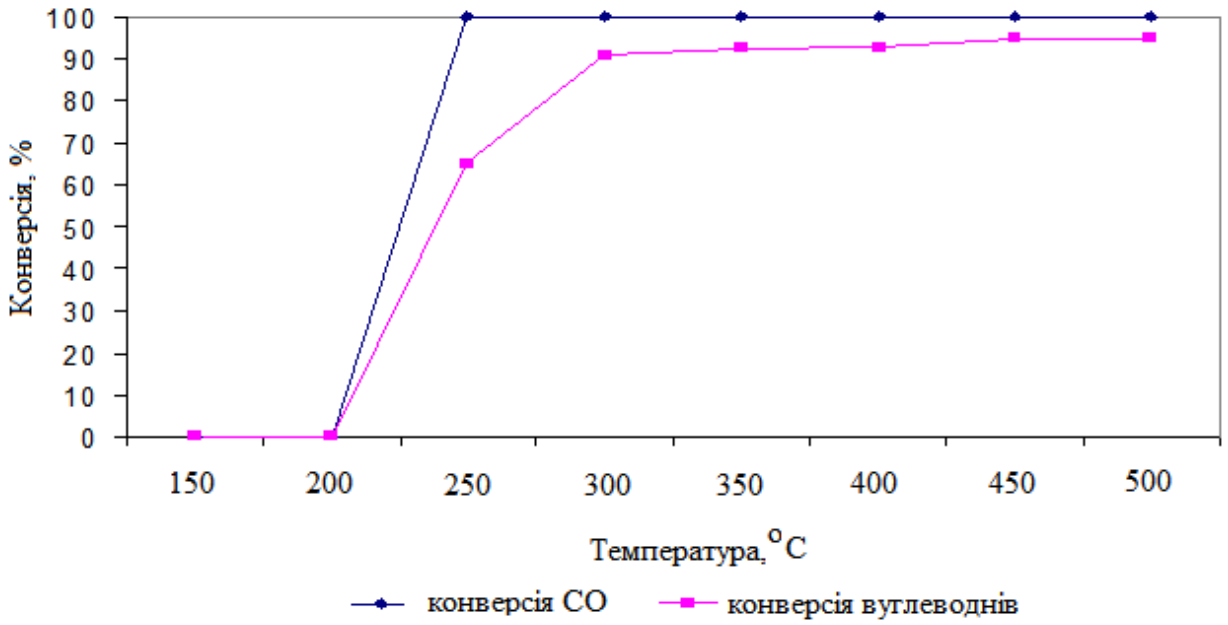


Рисунок Г.10 – Конверсія СО та пропану на зразку $NiAl_3$– $CoAl_3$(80%–20%), обробленого лугом 10% NaOH

Таблиця Г.10 – Результати оцінки ефективності каталізатора складу $NiAl_3$– $CoAl_3$(80%–20%), обробленого лугом 10% NaOH

Температура, ºС	Конверсія O_2, %	Конверсія СО, %	Конверсія C_3H_8, %
100	0	0	0
150	5,15	0	0
200	76,28	100	65,12
300	75,25	100	90,69
350	75,25	100	92,5
400	75,25	100	93
450	75,25	100	95
500	75,25	100	95

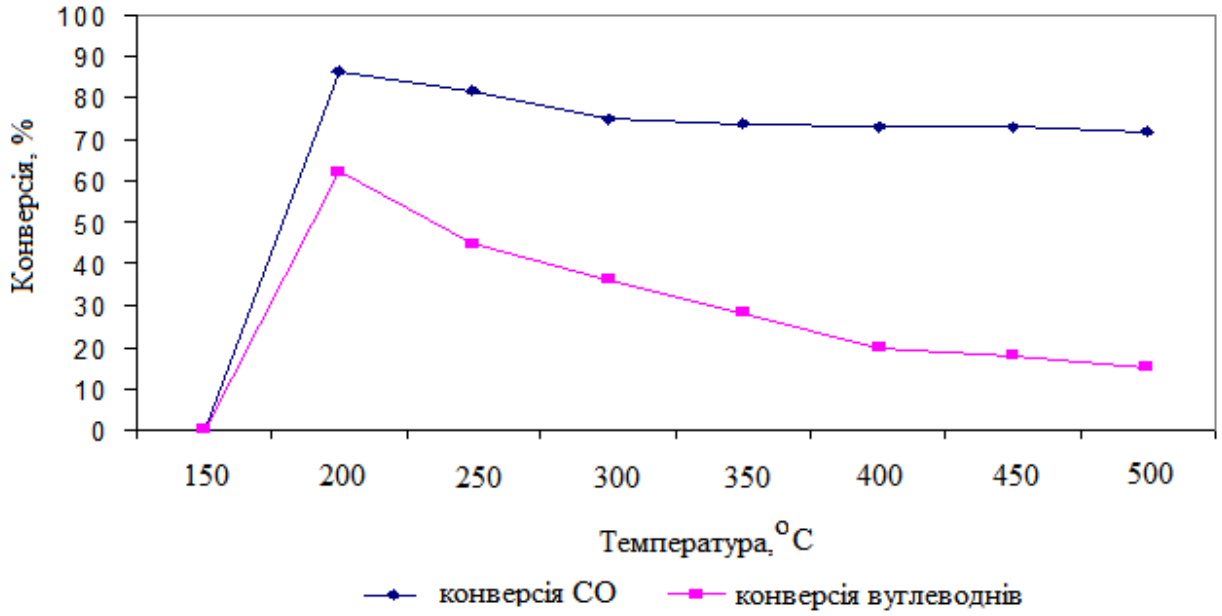


Рисунок Г.11 – Конверсія СО та пропану на зразку $NiAl_3$ – $CoAl_3$ (70%–30%), обробленого лугом 10% NaOH

Таблиця Г.11 – Результати оцінки ефективності каталізатора складу $NiAl_3$ – $CoAl_3$(70%–30%), обробленого лугом 10% NaOH

Температура, ºС	Конверсія O_2, %	Конверсія СО, %	Конверсія C_3H_8, %
150	0	0	0
200	7,09	86,67	62,22
250	5,51	81,67	45
300	10,23	75	36
350	10,23	74	28
400	10,23	73	20
450	10,23	73	18
500	10,23	72	15

Дослідження складу каталізатора, обробленого лугом 20% NaOH, на процес окиснення оксиду вуглецю та вуглеводнів

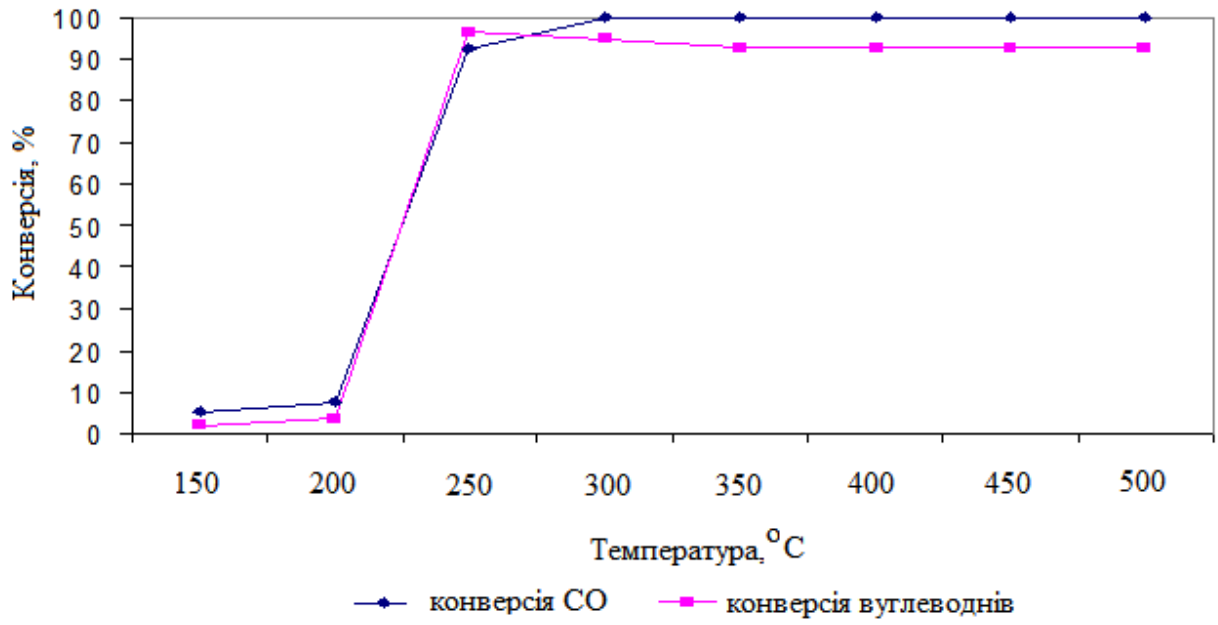


Рисунок Г.12 – Конверсія СО та пропану на зразку $NiAl_3$ (100%), обробленого лугом 20% NaOH

Таблиця Г.12 – Результати оцінки ефективності каталізатора складу $NiAl_3$ (100%), обробленого лугом 20% NaOH

Температура, ºС	Конверсія O_2, %	Конверсія CO, %	Конверсія C_3H_8, %
150	3,2	5	2
200	4,44	7,40	3,50
250	68,88	92,59	96,31
300	44,44	100	94,73
350	46,66	100	92,81
400	46,66	100	92,81
450	46,66	100	92,81
500	46,66	100	92,81

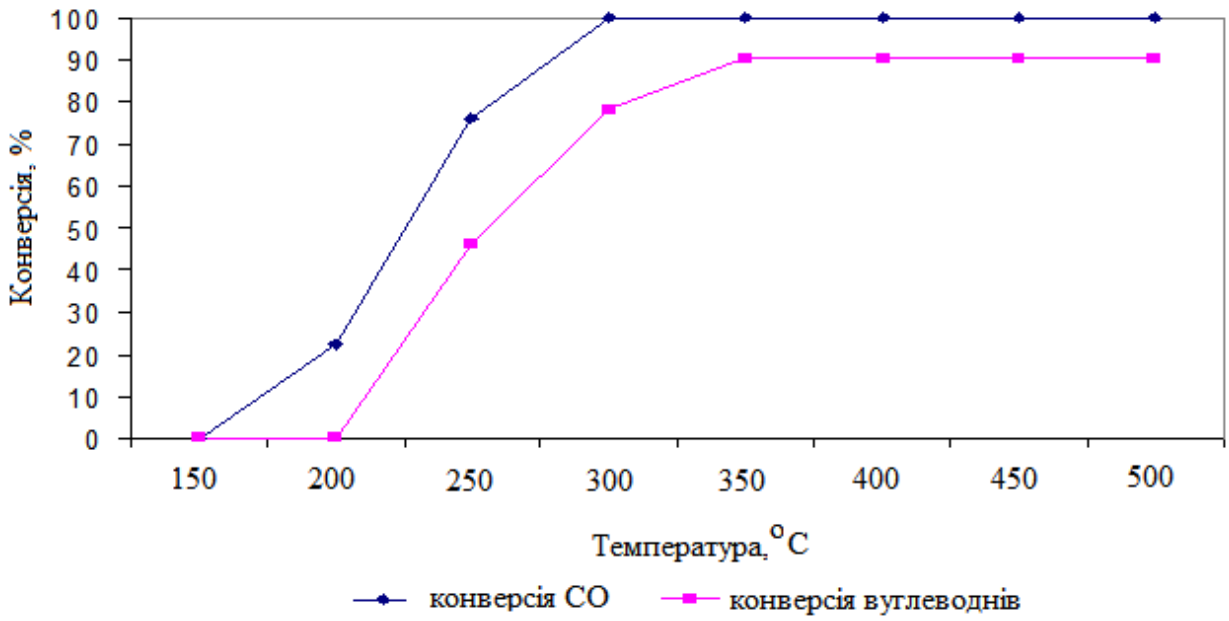


Рисунок Г.13 – Конверсія СО та пропану на зразку $NiAl_3$ – $CoAl_3$ (90%– 10%), обробленого лугом 20% NaOH

Таблиця Г.13 – Результати оцінки ефективності каталізатора складу $NiAl_3$ – $CoAl_3$ (90%– 10%), обробленого лугом 20% NaOH

Температура, ºС	Конверсія O_2, %	Конверсія CO, %	Конверсія C_3H_8, %
150	0	0	0
200	0	22,22	0
250	51,57	76	46,15
300	52,63	100	78
350	84,21	100	90,38
400	84,21	100	90,38
450	84,21	100	90,38
500	84,21	100	90,38

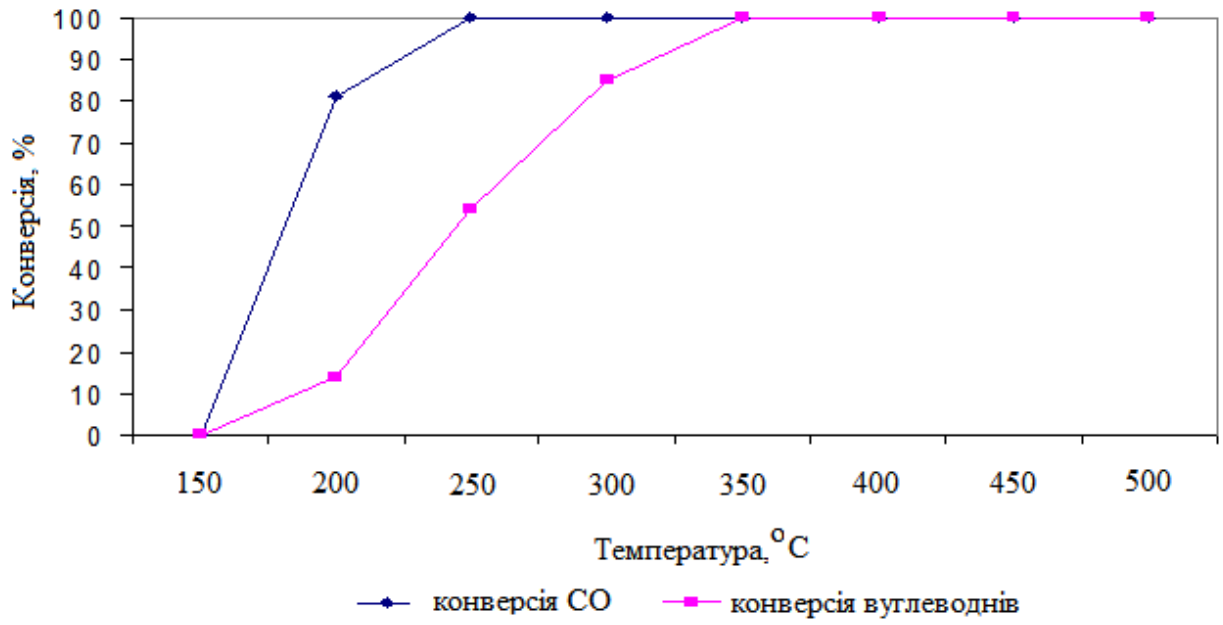


Рисунок Г.14 – Конверсія СО та пропану на зразку $NiAl_3$ – $CoAl_3$ (80%– 20%), обробленого лугом 20% NaOH

Таблиця Г.14 – Результати оцінки ефективності каталізатора складу $NiAl_3$ – $CoAl_3$ (80%– 20%), обробленого лугом 20% NaOH

Температура, ºС	Конверсія O_2, %	Конверсія CO, %	Конверсія C_3H_8, %
150	0	0	0
200	12,5	81,25	14
250	38,46154	100	54
300	61,53846	100	85
350	87,5	100	100
400	87,5	100	100
450	87,5	100	100
500	87,5	100	100

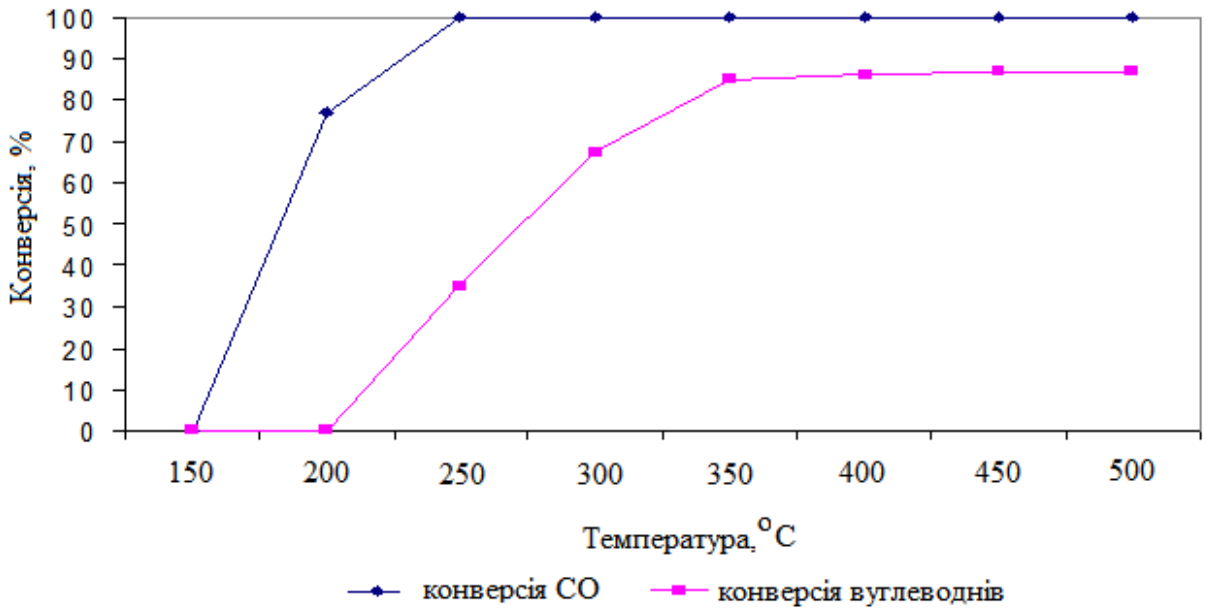


Рисунок Г.15 – Конверсія СО та пропану на зразку $NiAl_3$– $CoAl_3$(70%–30%), обробленого лугом 20% NaOH

Таблиця Г.14 – Результати оцінки ефективності каталізатора складу $NiAl_3$– $CoAl_3$(70%– 30%), обробленого лугом 20% NaOH

Температура, ºС	Конверсія O_2, %	Конверсія CO, %	Конверсія C_3H_8, %
150	0,00	0	0
200	4,10	77,08	0
250	4,10	100	35
300	58,20	100	67,57
350	58,20	100	85
400	58,20	100	86
450	58,20	100	87
500	58,20	100	87