

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені Володимира Даля

Факультет _____ інженерії _____
(повне найменування факультету)

Кафедра _____ хімічної інженерії та екології _____
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту (роботи)

освітнього ступеня _____ бакалавр _____
(бакалавр, магістр)

спеціальності _____ 101 Екологія _____
(шифр і назва спеціальності)

на тему: Оцінка впливу автомобільного транспорту на довкілля

Виконав: здобувач вищої освіти групи ПЕО-17з

_____ Калмиков М. С. _____
(прізвище, та ініціали)

(підпис)

Керівник _____ Ожередова М.А. _____
(прізвище та ініціали)

(підпис)

Завідувач кафедри _____ Суворін О.В. _____
(прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент _____ Лисиця В.Є. _____
(прізвище та ініціали)

(підпис)

Севєродонецьк - 2021 р.

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені Володимира Даля**

Факультет _____ інженерії _____
Кафедра _____ хімічної інженерії та екології _____
Освітній ступінь _____ бакалавр _____
(бакалавр, магістр)
Спеціальність _____ 101 Екологія _____
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою ХІЕ

О.В. Суворін

“ _____ ” _____ 2021 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Калмикову Максиму Сергійовичу

1. Тема роботи:

Оцінка впливу автомобільного транспорту на довкілля

Керівник роботи _____ Ожередова Марина Анатоліївна, к. т. н., доц. _____
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом по університету від 18.03.2021 р. № 53/15.25

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи - 10 червня 2021 р.

3. Вихідні дані до роботи: літературні, патентні та регламентні дані.

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

Вступ. 1. Структура і закономірності існування атмосфери. 2. Оцінка впливу автотранспорту на навколишнє середовище. 3. Нормування якості атмосферного повітря. 4. Аналітичний огляд. 5. Вибір та обґрунтування природоохоронного заходу. 6. Моніторинг забруднення атмосферного повітря. 7 Рекомендації щодо забезпечення нормативного стану атмосферного повітря. 8 Еколого-економічні розрахунки. Висновки. Анотація. Література. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

1. Схема проведення сертифікаційних випробувань автомобіля на вміст шкідливих речовин у відпрацьованих газах методом CVS (1 лист).
2. Схема формування хімічного і фізичного забруднення довкілля автомобільним транспортом міських агломерацій (1 лист).
3. Маса викиду ВГ ДВЗ з проданого на АЗС палива в Луганській області за 2019 рік (1 лист).

6. Дата видачі завдання - 18 березня 2021 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор №	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	25.03.2021	
2	Структура і закономірності існування атмосфери	30.03.2021	
3	Оцінка впливу автотранспорту на навколишнє середовище	05.04.2021	
4	Нормування якості атмосферного повітря	20.04.2021	
5	Аналітичний огляд	25.04.2021	
6	Вибір та обґрунтування природоохоронного заходу	05.05.2021	
7	Моніторинг забруднення атмосферного повітря	11.05.2021	
8	Рекомендації щодо забезпечення нормативного стану атмосферного повітря	21.05.2021	
9	Еколого-економічні розрахунки	28.05.2021	
10	Висновки	10.06.2021	

Здобувач вищої освіти

_____ (підпис)

Калмиков М.С.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)

_____ (підпис)

Ожередова М.А.

_____ (прізвище та ініціали)

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ (РОБОТИ)

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кількість	Примітка		
					<u>Текстові документи</u>				
Справ. №	A4		1	ПД.09.01.ПЗ	Пояснювальна записка дипломного проєкту	90			
					<u>Графічні документи</u>				
	A3		2	ПД.09.02.СХ	Схема проведення сертифікаційних випробувань автомобіля на вміст шкідливих речовин у відпрацьованих газах методом CVS	1			
	A3		3	ПД.09.03.СХ	Схема формування хімічного і фізичного забруднення довкілля автомобільним транспортом міських агломерацій	1			
	A3		4	ПД.09.04.ЕП	Маса викиду ВГ ДВЗ з проданого на АЗС палива в Луганській області за 2019 рік	1			
Подл. и дата									
Инов. № дубл.									
Взам. инов. №									
					ПД.09.01.ПЗ				
	Зм.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата				
Инов. № подл.	Розробив		Калмиков М.С			Відомість дипломного проєкту	Літ	Арк	Аркушів
	Перевірів		Ожередова М.А.					4	90
	Консультант						СНУ ім. В. Даля, гр. ПЕО-17з		
	Н. Контр.								
	Затвердив		Суворін О.В.						

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка дипломного проєкту «Оцінка впливу автомобільного транспорту на довкілля» містить: 90 сторінок, 23 таблиці, 19 рисунки, 42 джерела літератури. Графічна частина – 3 листи.

НЕГАТИВНИЙ ВПЛИВ, ДОВКІЛЛЯ, АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ, ЕКОЛОГІЧНА СИТУАЦІЯ, ЕКОЛОГІЗАЦІЯ

Розглянуто напрямки шкідливого впливу автотранспорту на компоненти довкілля та здоров'я людини. Визначено масу шкідливих викидів автотранспорту в Луганській області за 2019 рік, в розрахунку на кількість проданого через АЗС палива (бензин, дизельне паливо та природний газ). Розраховано розмір збору за викиди в атмосферу забруднюючих речовин автотранспортом у м. Северодонецьку.

ЗМІСТ

Вступ.....	8
1 Структура і закономірності існування атмосфери	10
2 Оцінка впливу автотранспорту на навколишнє середовище	19
2.1 Фізико-географічна характеристика Луганської області	19
2.2 Характеристика автотранспорту, склад і властивості відходів	20
2.3 Вплив забруднень автотранспорту на навколишнє середовище та людину .	26
2.3.1 Негативний вплив транспортних комунікацій.....	26
2.3.2 Вплив автотранспорту на природне середовище і людину.....	29
2.4 Токсикологічна характеристика основних забруднюючих речовин	32
3 Нормування якості атмосферного повітря.....	36
3.1 Загальні принципи нормування	36
3.2 Нормування викидів автотранспорту.....	41
3.2.1 Національні стандарти України з контролю викидів АТЗ	44
3.2.2 Пропозиції щодо вдосконалення вітчизняної нормативно-правової бази.	46
4 Аналітичний огляд	48
4.1 Методи зниження викиду шкідливих речовин	48
4.1.1 Зниження витрати палива	48
4.1.2 Очищення відпрацьованих газів	50
4.2 Методи визначення викидів шкідливих речовин	53
4.3 Газоаналізатори і димоміри	57
5 Вибір та обґрунтування природоохоронного заходу	60
6 Моніторинг забруднення атмосферного повітря.....	61
7 Рекомендації щодо забезпечення нормативного стану атмосферного повітря ...	69
8 Еколого-економічні розрахунки.....	77
8.1 Розрахунок викидів шкідливих речовин автотранспортом в Луганській області за 2019 рік	77
8.2 Розрахунок розміру збору за викиди в атмосферу забруднюючих речовин автотранспортом у м. Северодонецьку	80

Висновки.....	83
Анотація.....	85
Список літератури.....	87

ВСТУП

За останні десятиліття людство остаточно переконалося, що першим винуватцем забруднення атмосферного повітря - одного з основних джерел життя на нашій Планеті, є дітище науково-технічного прогресу - автомобіль. Автомобіль, поглинаючи настільки необхідний для протікання життя кисень, разом з тим інтенсивно забруднює повітряне середовище токсичними компонентами, що нанесе відчутну шкоду всьому живому й неживому. Внесок у забруднення навколишнього середовища, в основному атмосфери становить - 60 – 90 %. У світі зареєстровано більш ніж 1 млрд. автомобілів, які кожен тиждень спалюють більше 50 млн. тон палива. Станом на 2020 рік в Україні зареєстровано близько 10 млн. автомобілів, які в край негативно впливають на якість атмосферного повітря, особливо в густонаселених містах та промислових центрах де сконцентрована їхня загальна маса. Погіршення стану довкілля, зниження імунітету населення, розвиток та зростання багатьох захворювань – все це «діяльність» двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) та систем живлення автотранспорту [1].

До основних токсичних викидів автомобіля відносяться: відпрацьовані гази (ВГ), картерні гази й паливні випаровування, Відпрацьовані гази, що викидаються двигуном, містять окис вуглецю (С), вуглеводні (C_xH_y), окисли азоту (NO_x), бенз(о)пірен, альдегіди й сажу. Картерні гази – це суміш частини відпрацьованих газів, що проникли через нещільності поршневих кілець у картер двигуна, з парами моторного масла. Паливні випари надходять у навколишнє середовище із системи живлення двигуна: стиків, шлангів і т.д. Розподіл основних компонентів викидів у карбюраторного двигуна наступне: відпрацьовані гази містять 95 % CO, 55 % C_xH_y і 98 % NO_x , картерні гази по – 5 % C_xH_y , 2 % NO_x , а паливні випари - до 40 % C_xH_y . Разом з тим, відбувався бурхливий розвиток автомобільного транспорту, що призвів до диспропорції між темпами росту кількості автомобілів і обсягом дорожнього будівництва. Відсутність сучасної розширеної проїжджої

частини в містах призводить до перенавантаження і збільшення транспортного потоку.

Вплив автотранспорту на забруднення навколишнього середовища та на здоров'я людей зумовлений тим, що:

- експлуатація основної маси автомобілів відбувається у містах, з високим показником населення;
- шкідливі викиди відпрацьованих газів ДВЗ здійснюються в приземних шарах атмосфери, саме там де проходить основна життєдіяльність людини;
- відпрацьовані гази ДВЗ автомобілів містять дуже токсичні компоненти, які є основними забруднювачами атмосферного повітря.

Токсичні компоненти ВГ, які містяться в забрудненій атмосфері, потрапляють в організм людини при вдиханні повітря і всмоктуються у кров, вражаючи при цьому дихальні шляхи та легені. Також розрізняють інший шлях надходження забруднення в організм людини, через так званий ланцюг живлення: «грунт – вода – рослина – тварина – людина».

Щоденна експлуатація автомобілів супроводжується наступними негативними процесами [2]:

- забрудненням атмосферного повітря токсичними компонентами ВГ ДВЗ;
- забрудненням водних об'єктів, земель та ґрунтів;
- шумовими, електромагнітними та вібраційними впливами на людей, як на водіїв так і на пішоходів;
- виділенням в атмосферу неприємних запахів;
- тепловим забрудненням.

Таким чином, автотранспортний комплекс є одним з основних джерел забруднення навколишнього середовища.

1 СТРУКТУРА І ЗАКОНОМІРНОСТІ ІСНУВАННЯ АТМОСФЕРИ

Кожна екосистема характеризується комплексом ознак, які відображають особливості її структурно-функціональної організації. Такими є просторова структура, функціональна структура, видова різноманітність, продукція, продуктивність, стійкість, стабільність.

Під структурою розуміють внутрішню будову системи і певні зв'язки між її складовими частинами.

Під системою розуміється сукупність елементів, що знаходяться у відносинах і зв'язках один з одним, утворюють певну цілісність, тобто структурно-функціональну єдність. З одного боку система розглядається як єдине ціле, з іншого – як сукупність елементів. Причому ціле має нові, особливі властивості, які відсутні у його складових елементів (наприклад, молекула володіє іншими властивостями, ніж складові її атоми). Це закон емерджентності відомий з давніх-давен, як «ціле більше суми його частин». Жодна система не може сформуватися з абсолютно ідентичних елементів [2].

Основними характеристиками будь-якої системи є:

- а) межі (кордони),
- б) властивості елементів і системи в цілому,
- в) структура,
- г) характер зв'язків і взаємодії між елементами системи, а також між системою та її зовнішнім середовищем.

Екологічна система являє собою будь-яку сукупність живих організмів та середовища їх проживання, взаємопов'язаних обміном речовин, енергії, та інформації, яку можна обмежити в просторі і в часі за значущими для конкретного дослідження принципами.

Вивчення природних екосистем в загальному випадку проводиться у структурному і функціональному аспектах. У структурному відношенні досліджується видовий склад екосистеми: з'ясовується перелік видів

мікроорганізмів, рослин і тварин, що населяють екосистему, їх кількісне співвідношення.

Управління в екосистемах ґрунтується на зворотному зв'язку, що зображується зворотного петлею, за якою частина сигналів з виходу системи надходить назад на її вхід. При цьому їх вплив на управління системою може різко посилитися. У природі часто низько енергетичні сигнали викликають високоенергетичні реакції.

Будь-яка екологічна система є системою відкритої, оскільки вона завжди взаємодіє із зовнішнім середовищем: сонячною радіацією, волого обігу на поверхні і в ґрунтах, вітровим приносом і виносом матеріалу. Отже, будь-які просторові обмеження екосистеми завжди умовні.

Поняття екологічної системи ієрархічно. Це означає, що будь-яка екологічна система певного рівня включає в себе ряд екосистем попереднього рівня, менших за площею і сама вона, у свою чергу, є складовою частиною більш великої екосистеми [3].

У відкритій в термодинамічній екосистемі міграція речовини, енергії та інформації відбувається як між елементами самої системи, так і через її кордони. Отже, правомірний принцип енергетичної провідності, який стверджує, що потік енергії, речовини та інформації в екосистемі має бути наскрізним і охоплювати всі її компоненти [3].

Одне з найважливіших властивостей організмів, їх популяцій та екосистем в цілому – здатність створювати органічну речовину, яку називають продукцією. Утворення продукції в одиницю часу на одиницю площі чи об'єму характеризує продуктивність екосистем.

Виходячи з реальної взаємодії живих організмів, що утворюють екосистему, між собою і середовищем їхнього життя, правомірно відокремити в будь-якій екосистемі взаємообумовлені сукупності біотичних (живі організми) і абіотичних (нежива природа) компонентів, а також фактори середовища (такі як сонячна радіація, вологість і температура, атмосферний тиск, антропогенні фактори та інші).

Біоту (сукупність організмів), що входить до складу біогеоценозу або елементарної екосистеми, прийнято називати біоценозом, а зайнятий їм простір – біотопом. Сукупності природних факторів, у свою чергу, визначають і лімітують розвиток екосистем. Таким чином, абіотичні компоненти в сукупності з біотичними та природними чинниками, складають екологічні умови існування живого.

Найбільшою в ієрархії екосистем є біосфера. Під біосферою в цілому розуміється весь простір, де існує або коли-небудь існувало життя; представлена такими оболонками: атмосфера, гідросфера і літосфера [4].

Атмосфера є не рівноважною хімічно активною системою. У ній безперервно йдуть процеси, що викликають зміну концентрації домішок в атмосферному повітрі. Знання про механізми і швидкості процесів надходження викидів із природних і антропогенних джерел, перенесення в інші сфери (воду, ґрунт) або трансформації в атмосфері дозволяють скласти баланс атмосферної частини глобального кругообігу речовин у природі.

Більшість газоподібних домішок, що викидаються в атмосферу, знаходяться у відновленій формі або у вигляді окислів з низьким ступенем окислення (сірководень, метан, оксид нітрогену). Аналіз атмосферних опадів показують, що повернуті на поверхню землі домішки представлені в основному сполуками з високим ступенем окислення (сірчана кислота, сульфати, нітратна кислота, нітрати, діоксид вуглецю). Таким чином, тропосфера грає роль глобального окисного резервуара.

В основі самоочищення атмосфери лежать фізичні і фізико-хімічні процеси (адгезія, адсорбція, абсорбція, окислювально-відновні хімічні реакції), які обумовлюють седиментацію, вимивання атмосферних домішок. При цьому мають значення агрегатний стан, розчинність, розмір часток атмосферних домішок.

Найважливішими властивостями атмосфери є її здатність до швидкого перемішування та переміщенню на великі відстані, а також зв'язок з іншими сферами і особливо океаном. Ці властивості, а також відсутність чітко вираженого накопичувального ефекту по відношенню до забруднюючих речовин

забезпечують, з одного боку, глобальний характер атмосферних процесів, а з іншого – високу здатність до самоочищення [5].

Атмосфера — це газова оболонка Землі, яка обертається разом з нею.

Саме тут проходить озоновий захист життя Землі від жорсткого для всього живого випромінювання Сонця. Енергія радіації, що абсорбується, перетворюється у теплову енергію газових молекул. Сонячна радіація, яка проходить до земної поверхні, має зовсім безпечні границі, а всі ультрафіолетові промені з меншою довжиною хвилі в'язнуть у цьому невидимому, легкому, але непроникному шарі повітряного океану.

З віддаленням від Землі змінюється не тільки густина повітря, а й його склад. Склад повітря залишається порівняно постійним на висотах до 100 км. До складу атмосфери входять азот - 78,08%, кисень - 20,95% і аргон - 0,93%. На частку вуглекислого газу, неону, гелію і всіх інших газів, які присутні у повітрі в мікрокількості, припадає лише трохи більше 0,04%.

У придонних шарах атмосфери, особливо в містах, склад повітря змінюється. Важливою змінною складової атмосфери є вуглекислий газ. Ще 100 років тому вміст вуглекислого газу в повітрі був 0,0298%, а тепер — 0,0318%, а в містах ще вищий. Цікаво, що акселерацію — прискорений і посилений ріст дітей, особливо в містах, — деякі вчені пояснюють підвищеним вмістом вуглекислого газу в повітрі. Навіть незначне збільшення вмісту вуглекислого газу в повітрі значно посилює дихальний процес, починається швидкий ріст грудної клітини і відповідно всього організму [4].

Приблизно до висоти 400-600 км зберігається переважно киснево-азотний склад атмосфери. Істотна зміна складу повітря спостерігається лише з висоти близько 600 км. Тут починає переважати гелій. «Гелієва корона Землі», як назвав гелієвий пояс В.І. Вернадський, простягається приблизно до висоти 1600 км від поверхні Землі, а далі вище 2-3 тис. км переважає водень. Так поступово газова оболонка Землі перетворюється у міжзоряний газ, який складається на 76% (за масою) з водню і на 23% з гелію.

Атмосферне повітря - один з найважливіших природних ресурсів, без якого життя на Землі було б абсолютно неможливим. Атмосферний кисень O_2 , необхідний для дихання людей, тварин, переважної більшості рослин і мікроорганізмів. Організму людини і тварин необхідний постійний приток кисню. Основне джерело утворення кисню - це фотосинтез зелених рослин. Підраховано, що рослини за рік виділяють в атмосферу близько 70 млрд т кисню. Близько 80% всього кисню в атмосфері постачає морський фітопланктон, 20% виробляє наземна рослинність [5].

Вуглекислий газ - обов'язковий компонент фотосинтезу рослин.

Він надходить в атмосферу внаслідок виверження вулканів, розпаду органічних речовин, дихання живих організмів, виділення з поверхні теплих океанів, а витрачається атмосферою на фотосинтез рослин, розчинення в холодній воді океанів, перетворення силікатів вивітрюваних гірських порід у карбонати. Рослини за рік поглинають близько 100 млрд т оксиду вуглецю, тобто близько 6% усього наявного вмісту його в атмосфері. Важливим фактором стабілізації вмісту оксиду вуглецю є світовий океан, у водах якого розчинено принаймні в сто разів більше оксиду вуглецю, ніж його є у всій атмосфері.

З основних компонентів атмосфери найбільше змінюється вміст у повітрі водяної пари. Вміст водяної пари в атмосфері визначається співвідношенням процесів випарювання, конденсації і горизонтального перенесення.

Водяна пара - це джерело утворення хмар, туманів, опадів. Наявні в атмосфері водяна пара і діоксид вуглецю захищають земну поверхню від надмірного охолодження, створюючи так званий парниковий ефект: якби не було атмосфери, то середня температура поверхні земної кулі була б не +15, а мінус 23 °C [3].

Атмосфера регулює теплообмін Землі з космічним простором, впливає на її радіаційний та водяний баланс. Одним з найважливіших факторів, що визначають стан атмосфери, є її взаємодія з океаном, процеси газообміну і теплообміну між ними суттєво впливають на клімат Землі.

Сучасна атмосфера є результатом еволюції живої речовини біосфери і геофізичних процесів, ініційованих сонячною енергією. Її принципова відмінність від первинної атмосфери (50% CH₄, 35% CO₂, 11% N₂, решта пари води, NH₃, H₂S і інші гази) складається в наявності кисню який утворився і поновлюється в результаті фотосинтезу. У повітрі є гази відносно постійного складу, а також величезна кількість змінних газів (слідів), вміст яких може сильно змінюватися в просторі і часі [4].

Таблиця 1.1 – Газовий склад сухої атмосфери (% об.)

Постійні гази		Змінні гази	
Азот (N ₂)	78,08	Водяна пара (H ₂ O)	0-4,0
Кисень (O ₂)	20,95	Діоксид вуглецю (CO ₂)	0,0360
Аргон (Ar)	0,93	Оксид вуглецю (CO)	0-0,01
Неон (Ne)	0,0018	Діоксид сірки (SO ₂)	0-0,001
Гелій (He)	0,00052	Оксид азоту (NO)	0-0,001
Метан (CH ₄)	0,00015	Діоксид азоту (NO ₂)	0-0,0001
Криптон (Kr)	0,00011	Ксенон (Xe)	сліди
Водень (H ₂)	0,00005		

Склад атмосфери знаходиться в стані динамічної рівноваги, яка підтримується такими кліматичними факторами, як переміщення повітряних мас (вітер і конвекція) і атмосферні опади, життєдіяльність тваринного і рослинного світів, особливо лісів і планктону світового океану, а також за рахунок космічних процесів, геохімічних явищ і господарської діяльності людини.

Загальна маса атмосфери становить $5,14 \cdot 10^{15}$ т. Близько 50% маси атмосфери припадає на нижній шар товщиною близько 5 км. Маса шару товщиною 30 км складає 99% всієї маси атмосфери [5].

По вертикалі атмосфера має шарувату будову. Верхня межа атмосфери чітко не виділяється. Вона переходить поступово в космічний простір.

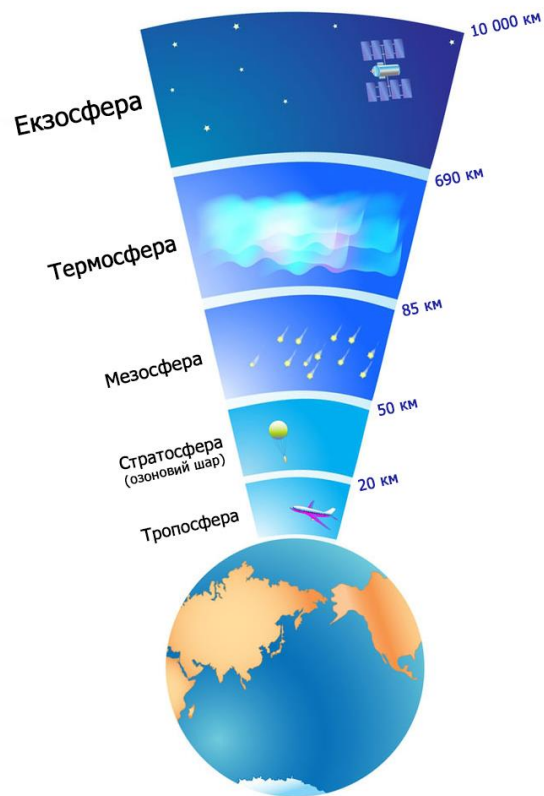


Рис. 1.1 – Будова атмосфери Землі

Як видно з таблиці 1.1 більш ніж на 99% суха атмосфера складається з суміші азоту і кисню, всім іншим компонентам належить менше 1%. Співвідношення постійних газів залишається практично однаковим до висоти 90 км, що підтримується безперервним балансом між надходженням газів і їх виведенням з атмосфери (за рахунок геохімічних і біологічних процесів в умовах вертикального і горизонтального перемішування повітря). Це перемішування відбувається в процесі загальної циркуляції атмосфери, основною рушійною силою якої є географічна нерівномірність розподілу потрапляючої на поверхню Землі сонячної радіації і відмінності у фізичних властивостях підстильної поверхні. Ці фактори призводять до нерівномірного нагрівання приземного шару повітря, перепадів тиску між різними ділянками земної поверхні і, як наслідок, виникненню глобальної атмосферної циркуляції, яка прагне врівноважити ці нерівномірності. На глобальну циркуляцію накладаються вихори синоптичного масштабу, що визначають погодні умови на різних ділянках земної поверхні.

Вони називаються циклонами, балками (області низького тиску), і антициклонами, гребнями (області високого тиску). У синоптичних процесах відбувається глобальний обмін речовиною і енергією між сушею і океаном, між низькими і високими широтами, перемішування нижньої частини атмосфери - тропосфери, верхньою межею якої служить тропопауза. Таким чином, тропосфера є відкритою динамічною системою, що знаходиться в процесі безперервного взаємного обміну речовиною, енергією та інформацією з верхніми шарами атмосфери, космічним простором, біотою, сушею і океаном.

Приземний шар тропосфери найбільшою мірою відчуває антропогенний вплив, основним видом якого є хімічне і теплове забруднення повітря, а також зміна параметра шорсткості земної поверхні за рахунок аеродинамічного опору будівель і споруд міст. Антропогенні фактори впливу на атмосферу за своїми розмірами поки не можна порівняти з глобальними атмосферними процесами, проте можуть виявитися надзвичайно інтенсивними в більш дрібному масштабі (місто, територія).

Атмосфера виконує наступні функції [6]:

- містить кисень, необхідний для дихання живих організмів;
- є джерелом вуглекислого газу для фотосинтезу рослин;
- захищає живі організми від жорсткого космічного випромінювання;
- зберігає тепло Землі і регулює клімат;
- трансформує газоподібні продукти обміну речовин;
- переносить водяні пари по планеті;
- є середовищем життя літаючих форм організмів;
- служить джерелом хімічної сировини і енергії;
- приймає і трансформує газоподібні і пилоподібні відходи.

Як свідчать дослідження, запаси повітря на Землі практично безмежні, вони є невичерпним ресурсом. Однак господарська, передусім промислова, діяльність людини, а також автомобільний транспорт шкідливо впливають на атмосферу, змінюючи природний склад повітря. Природне забруднення повітря спричинюють і виверження вулканів, вивітрювання гірських порід, пилові бурі,

лісові пожежі та інші природні явища. Залежно від джерел розрізняють механічне, фізичне та хімічне забруднення. За тривалістю дії воно може бути тимчасовим або постійним; за масштабом поширення — глобальним, регіональним і локальним.



Рис. 1.2 – Джерела забруднення атмосферного повітря

Отже, забруднення атмосферного повітря спричинене процесами і явищами, що відбуваються у природі, та промислово-побутовою діяльністю людини.

2 ОЦІНКА ВПЛИВУ АВТОТРАНСПОРТУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

2.1 Фізико-географічна характеристика Луганської області

Луганська область розташована на сході України у басейні середньої течії річки Сіверський Донець. Максимальна відстань з півночі на південь складає 275 км, із заходу на схід – 170 км, площа – 26,7 тис. кв. км. (4,4% території України). На півдні межує з Білгородською та Воронежською областями, сході та півдні – Ростовською областю Російської Федерації, південно-заході – Донецькою, північно-заході – Харківською областями України. Територія Луганської області представляє смугасту рівнину із середніми відмітками 150-200 м заввишки. Низини розташовуються в основному у долині річки Сіверський Донець [7].

Ландшафтний покрив Луганської області складають чорноземи, що сформувалися в результаті дернового процесу ґрунтоутворення, який розвивається під лугово-степовою рослинністю. Щорічне формування надземної та підземної маси рослинного походження та її розкладання в умовах недостатньої вологи обумовлюють значну кількість гумусу, глибина якого варіюється від 50 до 130 см. Для Луганської області характерні два типи ландшафтів – степовий та лісовий. Ліса займають 8,6% території області та розповсюджені вкрай нерівномірно. Основні масиви лісу знаходяться у басейнах річок Сіверський Донець та Айдар (Кремінський та Станично-Луганський райони). Більш ніж 250 тис. га складають штучні ліси, представлені полезахисними полосами, захисні ліси та зелені смуги навколо крупних міст. Найбільшу площу займають степи, понад 87% території області [7].

Клімат Луганської області формується під впливом порівняно великої кількості сонячної радіації, домінування континентального повітря помірних широт та відстані від океанів та морів. Клімат характеризується доволі жарким літом із засухою та помірно холодною зимою із нестійкими сніжними покровами. Середньомісячна температура повітря у січні 2015 р. становила -7°C , у липні $+21$

°С. Річна кількість опадів складала 400-500 мм. Загальна площа території області, яка вкрита лісом, становить 339,6 тис. га [7].

Стан повітряного басейну Луганської області визначається насамперед тим, що це промислово–розвинений регіон України. У Луганській області розташовані підприємства енергетики, вугільної, металургійної, хімічної і нафтопереробної, машинобудівної промисловості, серед яких на підконтрольній території Луганської області - 3 екологічно небезпечних об'єктів загальнодержавного значення. Величезний вплив на стан повітряного басейну здійснюють вугільні шахти і породні відвали, що горять. Викиди шкідливих речовин в атмосферу напряду залежать від обсягів виробництва підприємств, в першу чергу галузей важкої промисловості, стану житлово-комунального господарства, діяльності автотранспорту та інших виробництв. Основними чинниками високого рівня забруднення повітряного басейну області є [7]:

- значна питома вага в виробничій структурі області підприємств енергетичної, металургійної, вуглевидобувної та хімічної галузей;
 - використання у виробництві застарілого енергоємного обладнання та технологій;
 - відсутність необхідного обладнання та ефективних технологій уловлювання та знешкодження шкідливих речовин;
 - недостатнє фінансування заходів по зменшенню викидів в атмосферу;
 - збільшення автомобільного парку та низька якість дорожнього покриття;
- відсутність прибиральної дорожньої техніки, та як результат висока запиленість в районах проживання населення.

2.2 Характеристика автотранспорту, склад і властивості відходів

Кількість транспортних засобів, зокрема автомобілів різного типу, невпинно зростає. Це не може не позначитись на якості повітря, а особливо в густонаселених мегаполісах, де скупчення автомобілів набагато вище за приміські

зони. Погіршення стану навколишнього середовища викликає зниження імунітету населення, сприяє зростанню чисельності захворювань [8].

Автомобільний транспорт забруднює атмосферу трьома способами: емісією шкідливих речовин з відпрацьованими газами, проривом газів у картер двигуна й емісією шкідливих речовин у результаті випару палива в паливних баках, карбюраторах, а також у результаті витоків палива. Головним з них є перший спосіб, на частку якого приходиться близько 2/3 шкідливих викидів автомобілів в атмосферу [8].

Основними нетоксичними компонентами відпрацьованих газів автотранспортних засобів є нітроген, кисень, пари води і вуглекислий газ.

Шкідливі (забруднюючі) речовини, багато з яких небезпечні для здоров'я людини. До токсичних компонентів відносяться: чадний газ, оксиди нітрогену, альдегіди, вуглеводні, сірчистий газ, сажа, бензапірен та ін. [6].

В середньому на території України вихлопні гази автотранспортних засобів зумовлюють 40-45 % забруднення повітря, але в містах вони дають більше 50 % забруднення повітря, причому у великих містах (від 0,5 млн до 1-1,5 мільйонів жителів) на їх частку припадає 55-70 % , а в дуже великих (декілька мільйонів жителів) містах – більше 85 % від загального обсягу забруднення атмосферного повітря. Українські автомобілі «середнього віку» викидають в атмосферу у 8-10 разів більше шкідливих речовин, ніж подібні європейські. Правильне регулювання паливної системи автомобілів дає змогу знизити кількість шкідливих речовин в 1,5 раза, а спеціальні нейтралізатори (каталітичні доспалювачі) – знизити токсичність вихлопних газів у 6 і більше раз [5].

У разі малої рухливості повітря теплові аномалії над містом охоплюють шари атмосфери у 250-400 м, а контрасти температури можуть досягати 5-6 °С.

З ними пов'язані температурні інверсії, що призводять до підвищеного забруднення, туманів та загазованості [8].

Автомобільний транспорт потребує таких ресурсів, як бензин, дизельне паливо, газове паливо та альтернативні види палива Основні види палива для автомобілів – продукти переробки нафти: бензини та дизельні палива. Вони

представляють собою суміші вуглеводнів і присадок, призначених для поліпшення їх експлуатаційних властивостей [9].

Вихлопний газ – відпрацьоване в тепловому двигуні робоче тіло. Є продуктами окислення і неповного згорання вуглеводневого чи інших видів палива. Вихлопні гази містять певну кількість (залежно від палива, типу двигуна та його технічного стану) токсичних і шкідливих компонентів.

У відпрацьованих газах автомобільних двигунів налічується понад 100 різних компонентів, більшість з яких токсичні. Серед токсичних компонентів, які викидаються автотранспортом 73 % становлять оксиди карбону, 11 % -неметанові леткі органічні сполуки, 13 % - оксиди нітрогену, 1,6 % - сажа, 1,4 % - оксид сульфуру (табл. 2.1). Великий обсяг викидів від автотранспорту пояснюється, насамперед, збільшенням кількості приватного автотранспорту, експлуатацією технічно-застарілого автомобільного парку, використанням палива низької якості, аварійним станом доріг [10].

Таблиця 2.1 - Склад вихлопних газів двигунів внутрішнього згорання

Компонент	Бензинові двигуни	Дизелі
Азот N ₂ , об.%	74-77	76-78
Кисень O ₂ , об.%	0,3-8,0	2,0-18,0
Вода H ₂ O (пара), об.%	3,0-5,5	0,5-4,0
Вуглекислий газ CO ₂ , об.%	0,0-16,0	1,0-10,0
Чадний газ CO, об.%	0,1-5,0	0,01-0,5
Оксиди нітрогену NO _x , об.%	0,0-0,8	0,0002-0,5
Вуглеводні C _n H _m , об.%	0,2-3,0	0,09-0,5
Альдегіди, об.%	0,0-0,2	0,001-0,009
Сажа С, г/м ³	0,0-0,04	0,01-1,10
Бенз(а)пірен-3,4, г/м ³	10-20x10 ⁻⁶	10x10 ⁻⁶

Автомобільний транспорт потребує таких ресурсів, як бензин, дизельне паливо, газове паливо та альтернативні палива (таблиці 2.2, 2.3) [9].

Таблиця 2.2 - Основні види палива

Вид палива	Тип двигуна	Склад
Бензин	Роторно-поршневий внутрішнього бензиновий двигун згорання,	Карбон, водень, кисень, нітроген, сірка
Дизель	Дизельний	Сірка, вода, органічні кислоти
Газ	Гібридний	Водень, нітроген, кисень, оксид карбону, метан та ін.

Залежно від типу встановленого двигуна автомобілі бувають [11]:

- з бензиновим двигуном внутрішнього згорання(найбільш розповсюджені серед легкових автомобілів);
- дизельні, що працюють на дизельному паливі;
- з газовими та комбінованими двигунами.

Таблиця 2.3 - Альтернативні види палива

Вид палива	Двигун, що використовується
Електроенергія	Вбудовані акумуляторні батареї
Водень	Двигуни внутрішнього згорання
Біодизель	Двигуни внутрішнього згорання або спеціальні
Метанол	Спеціальний універсальний метаноловий двигун
Етанол	Двигуни внутрішнього згорання

Вплив автомобільного транспорту на довкілля [12]:

- викиди в атмосферне середовище;
- руйнування природних ландшафтів, вплив на флору і фауну;
- шумове забруднення;
- стічні води, що утворюються при обслуговуванні;
- тверді відходи.

Бензин є одним з основних видів карбюраторного палива. Він являє собою суміш легких ароматичних, нафтових і парафінових вуглеводнів. До складу бензину входять карбон (85%) і водень (близько 15%), а також кисень, нітроген та сірка. Бензин застосовується, головним чином, у вигляді палива для двигунів внутрішнього згорання зі спалахуванням від іскри. Це паливо характеризується

такими показниками: схильністю до утворення відкладень, корозійною агресивністю. Властивості автомобільних бензинів характеризуються теплотою згорання, детонаційною стійкістю, фракційним складом, хімічною стабільністю, вмістом сірки й інших шкідливих домішок [10].

Важлива експлуатаційна властивість бензину – його детонаційна стійкість, тобто здатність нормально згоряти в двигуні за різних умов [6].

Фракційний склад є важливим показником якості бензину та його випаровуваності, тобто здатності переходити з рідкого в газоподібний стан. Від випаровуваності палива залежать утворення пальної суміші, тривалість прогріву і легкість пуску двигуна.

Хімічна стабільність характеризується стійкістю бензину до окислювання, смоло- і нагароутворення та інших хімічних змін у двигуні, залежить від фракційного складу і вмісту смол та смоло утворюючих речовин.

Для підвищення хімічної стійкості в паливо додають антиокислювачі (деревносмольний, детонафталь й ін.), що підвищують індукційний період окислювання бензину.

Наявність сульфуру викликає корозію робочих органів двигуна і знижує детонаційну стійкість палива, сприяє утворенню смоли. Чим менший вміст сульфуру в бензині, тим вища його якість. Наявність сульфуру визначають випробуванням бензину на корозію відполірованої пластинки з чистої міді.

Дизельні двигуни в силу особливостей робочого процесу на 25 - 30% економніше бензинових двигунів, що і зумовило їх широке застосування. У теперішній час їх встановлюють на більшість вантажних автомобілів і автобусів, а також на частину легкових [11].

Дизельне паливо, як і бензин, являє собою суміш парафінових, нафтових і ароматичних вуглеводів і є продуктом прямої перегонки нафти з додаванням компонентів каталітичного крекінгу. Дизельне паливо використовується в двигунах, установлених на великовантажних автомобілях, тракторах і дорожніх машинах, на водному і залізничному транспорті, у різних енергетичних

установках і випускається двох видів: легке, мало в'язке паливо – для швидкохідних дизелів і важке, високов'язке паливо – для тихохідних дизелів.

Дизельне паливо, на відміну від карбюраторного, містить більш важкі фракції вуглеводнів: гасові, газойлезі і соляріві, які не схильні до детонації.

Для реактивних авіаційних двигунів як паливо використовується гас і лігроїн прямої перегонки нафти, а також газойлеві фракції дистилятів окремих нафт із продуктами вторинного походження і прямоочні дистиляти [6].

Випаровуваність палива визначається складом. При полегшенні палива погіршується пуск дизелів, так як легкі фракції мають гіршу в порівнянні з важкими фракціями самозаймистість. Тому пускові властивості дизельних палив для автомобілів в деякій мірі визначає температура википання 50% палива. Температура википання 96% палива регламентує вміст у паливі найбільш важких фракцій, збільшення яких погіршує сумішоутворення, знижує економічність, підвищує нагароутворення і димність відпрацьованих газів.

Дизелі частіше встановлюють на автомобілях підвищеної вантажопідйомності, хоча на даний час існує тенденція застосовувати дизелі на автомобілях середньої і навіть малої вантажопідйомності [12].

Вміст сірки в дизельному паливі завжди вищий, ніж у бензині. Сульфур і сульфуровмісні сполуки викликають корозію деталей двигунів, особливо швидкохідних. Корозійна активність дизельного палива залежить також від вмісту водорозчинних кислот і лугів, кисневої сполуки, механічних домішок, води. Для поліпшення властивостей дизельного палива до нього додають присадки, що підвищують цитанове число, інгібітори корозії, дезактиватори металів.

До недоліків дизеля необхідно віднести [11]:

- велику масу і розміри при однаковій з карбюраторними двигунами потужності;

- більш важкий пуск двигуна;

- підвищений рівень шуму при роботі;

- значні викиди з відпрацьованими газами сажі, яка може бути причиною утворення канцерогенних речовин.

Газ краще за бензин змішується з повітрям, тому він повніше згоряє в двигуні. Крім того, газове паливо подовжує життя автомобільного двигуна майже в 1,5 рази. Це відбувається тому, що бензин змиває змазку зі стінок циліндрів, розріджує її і псує, а газ не порушує масляну плівку між деталями, які труться, і вони менше зношуються.

Високооктанове за складом газове паливо добре змішується з повітрям і рівномірно розподіляється по циліндру двигуна, сприяє більш повному згорянню робочої суміші.

Газ буває стиснений та скраплений.

Стиснений газ. Хоча при роботі на газі потужність двигуна падає на 18-20%, зате його ресурс на 30-40 % більше, ніж при використанні бензину. Як показав вітчизняний і закордонний досвід, використання природного газу у вигляді пального для автомобільних двигунів досить економічне. Зменшується частка витрат на паливо в собівартості перевезень.

Скраплений газ. Частіше використовується пропан-бутан, який при тиску 1,6 МПа зріджується при звичайних температурах. Крім нього, починають як паливо для автомобілів використовувати зріджений природний газ. Щоб зберегти паливо від випаровування, на борту вантажівки встановлюють криогенний бак. Він вміщує 160 л зрідженого газу, що забезпечує автомобільний пробіг 300 км. Перше, на що звертається увага, незвичайна легкість, з якою запускається двигун [9].

2.3 Вплив забруднень автотранспорту на навколишнє середовище та людину

2.3.1 Негативний вплив транспортних комунікацій

Відчуження земель. Для розміщення транспортних комунікацій потрібні земля, вода, повітря, часом величезних площ і обсягів. Підраховано, що в США площа земель, на яких розміщені автомагістралі, залізниці та аеродроми,

становить 101 тис. км², а площа міст - 109 тис. км². Автодороги займають близько 2% території Великобританії, 6% - Японії і Бельгії [12].

Ґрунтоотруйні процеси і деградація природних екосистем. При будівництві і експлуатації доріг, трубопроводів, аеродромів відбуваються ґрунтоотруйні процеси: зсуви, осідання і ерозія. Причому часто розвивається особливий вид останньої - дорожня ерозія, яка відбувається в результаті розмиву і руйнування ґрунтів. Через це виникають групи ярів по коліях ґрунтових доріг. Щоб уникнути розмиву в кюветах, необхідно зберігати в них трав'янистий покрив, а також споруджувати бетонні лотки.

Найбільш небезпечні дороги, прокладені в тундрі з вразливим і важко відновлюваним рослинним покривом. Колія влітку заповнюється водою і при наявності ухилів перетворюється в промоїни, які врешті-решт трансформуються в яри. Цей вид термокарсту називається дорожньо-коліїним.

Природні комплекси, розташовані поблизу насипів залізничних і шосейних доріг, поступово трансформуються і деградують. Наприклад, уздовж доріг виникають заболочені ділянки, що досягають сотень метрів в ширину. У них в певну пору року розвиваються хвороботворні мікроорганізми і, в перспективі, осередки масових інфекцій.

Погіршення агрохімічної якості ґрунту і приземного шару повітря. Відомо, що вздовж автотрас, залізниць і виступаючих на поверхню нафтогазотрубопроводів земля на великій площі забруднюється сполуками свинцю, сірки, нафтопродуктами і іншими речовинами. Особливо небезпечна придорожня смуга шириною до 200 м по обидва боки вздовж найбільш напружених магістралей. Категорично забороняється вирощувати сільгосппродукцію уздовж доріг, збирати гриби, ягоди, пасти худобу, особливо молочну (відомі випадки отруєння дітей молоком корів, що випасались біля доріг) [12].

Приземний шар повітря поблизу автодоріг забруднений пилом, що складається з частинок асфальту, гуми, металу, свинцю і іншими речовинами, частина яких має канцерогенну і мутагенну дію. Любителям гуляти або бігати по узбіччях доріг особливо слід про це пам'ятати при прогулянці з маленькими

дітьми: найбільш високі концентрації шкідливих речовин в шарі повітря нижче 1 м від поверхні.

Загибель тварин. Багато звірів, в тому числі і великих, гинуть під колесами автомобілів. Особливо це має місце, коли автотраса перетинає традиційні шляхи міграції тварин. Так як подібні зіткнення відбуваються вночі, в ряді густонаселених країн уздовж доріг встановлюють спеціальні дзеркала. Відбиваючи світло фар, вони створюють рухливі відблиски на темному тлі (наприклад лісу), які відлякують звірів.

Фізичні випромінювання. Чинником погіршення якості середовища проживання міст став шумовий вплив залізничних і шосейних магістралей, особливо з високою густиною руху. Уздовж, наприклад, автомагістралей, на яких частота руху становить кілька тисяч транспортних одиниць на годину, шумовий тиск досягає 80-85 децибел (дБ), в той час як санітарною нормою є 55 дБ. Тому в ряді країн світу, в тому числі і Україні, уздовж найбільш жвавих магістралей для захисту населення встановлюють спеціальні щити або висаджують придорожні лісосмуги [12].

Негативний вплив на людей та інших живих організмів викликають електромагнітні поля, що виникають вздовж магістральних ліній електропередач, особливо високовольтних. Встановлено, що у людей виникає головний біль, зростає стомлюваність, слабшає оперативна пам'ять, підвищується подразливість, погіршується діяльність серцево-судинної системи. Багато птахів і комах поблизу таких ліній втрачають орієнтацію в просторі і, наскакуючи на дроти, гинуть. З метою захисту людей від небезпечного впливу електромагнітного поля високовольтних ліній електропередач встановлюють уздовж них санітарно-захисні зони (СЗЗ). Так, для ліній з напругою 330 кВ ширина такої зони досягає 20 м по обидва боки, для ЛЕП-500 (500 кВ) - 30 м, ЛЕП-750 (750 кВ) - 60 м. При цьому обмежується число видів сільськогосподарської продукції, які можна вирощувати для вживання в їжу на території СЗЗ.

2.3.2 Вплив автотранспорту на природне середовище і людину

Загальний світовий парк автомобілів нині перевищує 800 млн одиниць і швидко наближається до мільярду. Його зростання є одним з небагатьох показників розвитку цивілізації, який помітно випереджає приріст населення планети і навіть енергії. Підраховано, що виставлені бампер до бампера автомобілі (з середньою довжиною 5 м і шириною 2 м склали б ланцюжок довжиною понад 4 млн км (сто екваторів Землі і більш ніж 10-кратна відстань до Місяця), а сумарна площа, зайнята автомобілями, перевищила б 8 тис. км². Прогнозується, що при збереженні тенденції зростання автомобілів, їх число до 2015 р. може зрости до 1,5 млрд штук.

В автомобільних двигунах внутрішнього згорання у світі щорічно спалюється більше 2 млрд т нафтового палива. При цьому коефіцієнт корисної дії в середньому становить 23%, решта 77% йдуть на обігрів навколишнього середовища.

У найбільш розвиненій автомобільній країні світу США на їх виробництво витрачається п'ята частина виробленої в країні сталі. Таким чином, автомобільна промисловість є однією з найбільш ресурсоспоживаючою галуззю економіки. Автомобіль забирає з атмосферного повітря його найцінніший для живих організмів компонент - кисень, а натомість викидає в нього отруйні вихлопні газы, а також вуглеводні (через випаровування їх з паливних баків). Так, сучасний автомобіль для спалювання 1 кг бензину витрачає 12 м³ повітря (~2,5 м³ кисню). Для порівняння: доросла людина споживає на добу 15,5 м³ повітря, в якому міститься близько 3 м³ кисню. Підраховано, що автомобільний транспорт США поглинає кисню більше, ніж його генерує рослинність на всій території країни. У містах, особливо великих і насичених автотранспортом, кисню спалюється набагато більше, ніж споживає його населення [14].

Всюди, де експлуатується автомобіль, в повітря надходить велика кількість шкідливих речовин.

Вихлопні гази двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ), особливо карбюраторних, містять величезну кількість токсичних сполук - бенз(а)пірену, альдегідів, оксидів азоту і вуглецю і особливо небезпечних сполук свинцю (в разі застосування етилованого бензину).

Найбільша кількість шкідливих речовин в складі відпрацьованих газів утворюється через нерегульовану паливну систему автомобіля. Так, при порушенні регулювання карбюратора викиди CO збільшуються в 4-5 разів.

Компонентний склад і питомі викиди ЗР залежать від виду споживаного палива [15].

Таблиця 2.4 - Вміст токсичних речовин у вихлопних газах карбюраторних і дизельних ДВЗ

Компоненти	Об'ємна частка компонента в газах			
	карбюраторних ДВЗ		дизельних ДВЗ	
	в %	на 1000 л палива, кг	в %	на 1000 л палива, кг
CO	0,5-12,0	200	0,01-0,5	25
NO _x (у перерахунку на N ₂ O ₅)	до 0,8	20	до 0,5	36
Сірка		1,6		6,0
C _n H _m	0,2-3,0	25	0,009-0,5	8
Бенз(а)пірен	10-20 мкг/м ³	до 10 мкг/м ³		
Сажа	0-0,04	1	0,01-1,1	3
Альдегіди	до 0,2 мг/л		0,001-0,09 мг/л	

З таблиці 2.4 видно, що екологічно менш небезпечними є дизельні двигуни. Незважаючи на більший викид останніми оксидів азоту і сірки, загальна маса надходять в атмосферу забруднюючих речовин з урахуванням класу їх небезпеки для здоров'я виявляється приблизно в 2,5 рази менше.

Автомобіль забруднює атмосферне повітря не тільки токсичними компонентами відпрацьованих газів, парами палива та мастил, але і продуктами зносу шин, гальмівних накладок. У міські водойми і ґрунт потрапляють паливо і масла, миючі засоби і брудна вода після миття, сажа. Найбільших збитків здоров'ю завдають машини, що стоять в безпосередній близькості від житлових будинків [16].

На склад відпрацьованих газів двигуна впливає режим роботи автомобіля в міських умовах. Низька швидкість руху і часті її зміни, багаторазові гальмування і розгони сприяють підвищеному виділенню шкідливих речовин.

Таблиця 2.5 - Концентрація оксиду вуглецю і бенз(а)пірену в вихлопних газах бензинового ДВЗ

Режим роботи	СО, об. %	Бенз(а)пірен, мкг/100 м ³
Холостий хід	2,5-3,0	4000
Розгін	2,0-5,0	10000
Рівномірний рух	0,5-1,0	до 4000
Гальмування	до 4,5	до 28000

Максимальний викид бенз(а)пірену у карбюраторних ДВЗ відбувається на холостому ходу, несталих режимах, при роботі на перезбагачених сумішах і на режимі великих навантажень.

Автомобіль негативно впливає практично на всі складові біосфери: атмосферу, водні ресурси, земельні ресурси, літосферу і людину. Оцінка екологічної небезпеки через ресурсоенергетичні змінні всього циклу життя автомобіля з моменту видобутку мінеральних ресурсів, потрібних для його виробництва, до повторної переробки відходів після закінчення його служби показала, що екологічна «вартість» 1-тонного автомобіля, в якому приблизно 2/3 маси становить метал, дорівнює від 15 до 18 т твердих і від 7 до 8 т рідких відходів, що розміщуються в навколишньому середовищі [17].

Вихлопи від автотранспорту поширюються безпосередньо на вулицях міста вздовж доріг, надаючи безпосередній шкідливий вплив на пішоходів, жителів розташованих поруч будинків і рослинність. Виявлено, що зони з перевищенням ГДК по діоксиду азоту та оксиду вуглецю охоплюють до 90% міської території.

Самі автомобілі становлять пряму загрозу для здоров'я і життя людей. В результаті автотранспортних пригод в світі щорічно гинуть близько 300 тис. чоловік. Автомобіль служить причиною різноманітних захворювань, обумовлених малорухливим способом життя водіїв, їх психічними стресами. Постійна

напруженість за кермом викликає болі в області спини, шиї, підвищення кров'яного тиску, виразкову хворобу шлунку (язву) і дванадцятипалої кишки.

Автомобілі завдають значної екологічної шкоди поверхневим водоймам: часто машини миють у відкритих водоймах, ставлять їх у безпосередній близькості від води. При цьому в воду потрапляють нафтопродукти: бензин, технічні мастила і т. д. Навіть невелика їх кількість може різко скоротити або повністю ліквідувати здатність водойм до самоочищення, робить великі обсяги води непридатними для пиття і господарських цілей [16].

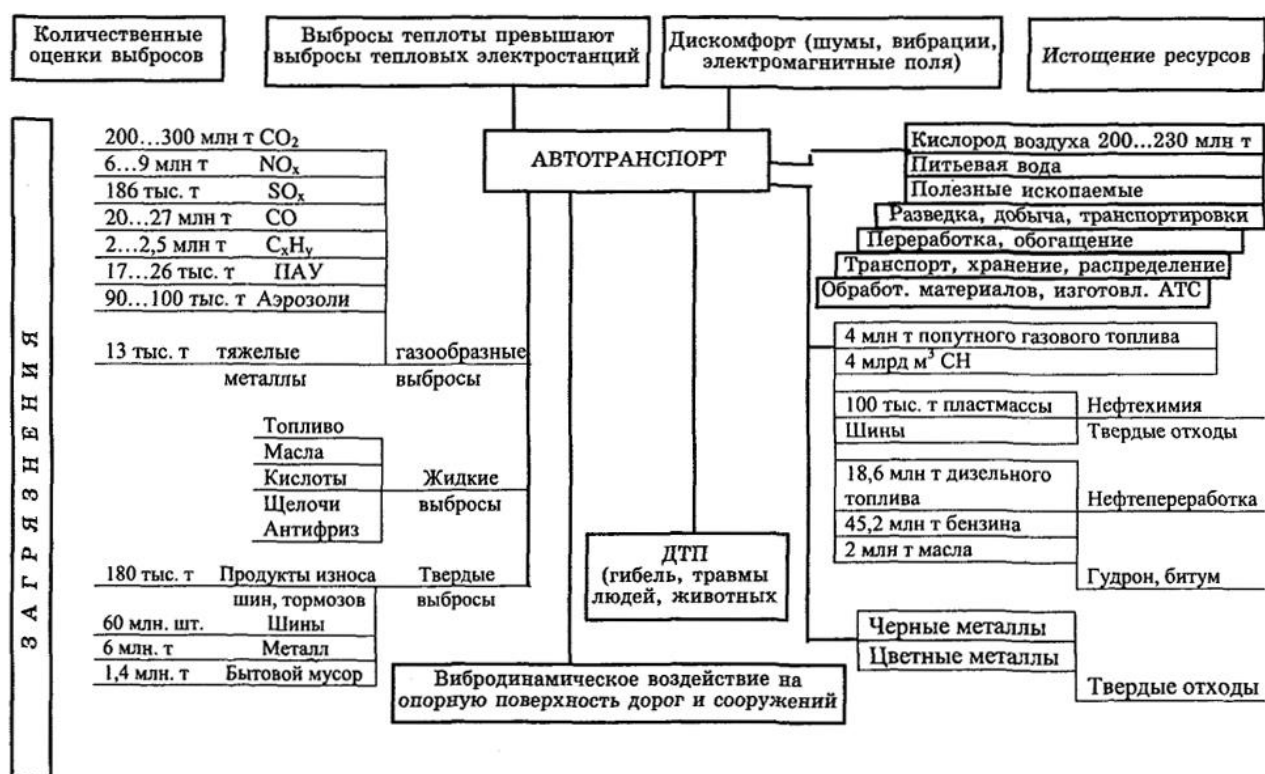


Рис. 2.1 - Схема і масштаби впливу автомобілів на навколишнє середовище

2.4 Токсикологічна характеристика основних забруднюючих речовин

Вихлопні гази автомобілів, а також гази, які утворюються при випаровуванні палива, масла, містять близько 200 хімічних сполук. Залежно від особливостей їх впливу на організм людини зазначені забруднюючі речовини (ЗР) поділяють на 7 груп [20].

У 1-у групу входять хімічні сполуки, що містяться в природному складі атмосферного повітря: вода (у вигляді пари), водень, азот, кисень і діоксид вуглецю. Автотранспорт викидає в атмосферу таку величезну кількість водяної пари, що в Європі і Україні вона перевищує за масою випаровування всіх водойм і річок. Через це зростає хмарність, а число сонячних днів помітно знижується. Все це сприяє зростанню вірусних захворювань, зниженню врожайності сільськогосподарських культур.

До 2-ї групи включено оксид вуглецю (ГДК 20 мг/м³; IV клас небезпеки). Цей безбарвний газ без смаку і запаху, що вдихається людиною, з'єднується з гемоглобіном крові і пригнічує його здатність постачати тканинам організму кисень. В результаті настає кисневе голодування організму і виникають порушення в діяльності центральної нервової системи. Наслідки впливу залежать від концентрації оксиду вуглецю в повітрі; так, при концентрації 0,05% через 1 год. з'являються ознаки слабого отруєння, а при 1% настає втрата свідомості після кількох зітхань. Додамо до сказаного, що оксид вуглецю може бути непрямою причиною численних аварій на дорогах. Його дія на водія автомашини в невеликих концентраціях подібно дії алкоголю або стану втоми. У гаражах, в тунелях і навіть на напружених (перевантажених) магістралях вміст оксиду вуглецю часто досягає токсичних для людини рівнів.

У 3-ю групу входять оксид азоту NO (ГДК 5 мг/м³, III кл.) - безбарвний газ і діоксид азоту NO₂ (ГДК 2 мг/м³, III кл.) - газ червонувато-бурого кольору з характерним запахом. Потрапляючи в організм людини, вони утворюють азотисту і азотну кислоти (ГДК 2 мг/м³, III кл.). Наслідки залежать від концентрації в повітрі; так, при концентрації 0,0013% відбувається слабе подразнення слизових оболонок очей і носа, при 0,002% - утворення метгемоглобіну, при 0,008% - набряк легенів.

До 4-ї групи входять вуглеводні. До найбільш небезпечних з них відноситься 3,4-бенз(а)пірен (ГДК 0,00015 мг/м³, I кл.) - потужний канцероген.

До 5-ї групи входять альдегіди. Найбільш небезпечні для людини акролеїн і формальдегід. Акролеїн - альдегід акрилової кислоти (ГДК 0,2 мг/м³, II кл.).

Концентрація 0,00016% є порогом сприйняття запаху, при 0,002% запах важко переносимий, при 0,005% нестерпний, а при 0,014% через 10 хв. настає смерть. Формальдегід (ГДК 0,5 мг/м³, II кл.) - безбарвний з різким запахом газ, при концентрації 0,007% викликає легке подразнення слизових оболонок очей і носа, а також верхніх органів дихання, при концентрації 0,018% ускладнюється процес дихання.

До 6-ї групи входить сажа (ГДК 4 мг/м³, III кл.), що викликає подразнюючу дію на органи дихання. Частинки сажі активно адсорбують на своїй поверхні бенз(а)пірен, через що різко погіршується здоров'я дітей, що страждають респіраторними захворюваннями, осіб, хворих на астму, бронхіт, запалення легенів, а також людей похилого віку. Дослідження, проведені в США, показали, що 50-60 тис. осіб помирають щороку від забруднення повітря сажею.

У 7-у групу входять свинець та його сполуки. В бензин в якості антидетонаційної присадки вводять тетраетилсвинець (ГДК 0,005 мг/м³, I кл.). Тому близько 80% свинцю і його сполук, що забруднюють повітря, потрапляють в нього при використанні етилованого бензину: при спалюванні 1 л зазначеного бензину в повітря надходить 0,2-0,4 г свинцю.

В результаті спалювання рідкого палива в повітря щорічно викидається, за різними оцінками, від 180 тис. до 260 тис. т свинцевих частинок, що в 60-130 разів перевищує природне надходження свинцю в атмосферу при вулканічних виверженнях (2-3 тис. т/рік).

При вдиханні міського повітря великі свинцеві аерозолі затримуються в бронхах і носоглотці, а ті, що мають розмір менше 1 мкм (їх приблизно 70-80%), потрапляють в легені, а потім проникають в капіляри і, з'єднуючись з еритроцитами, отруюють кров. Анемія, постійні головні болі, біль у м'язах - ознаки свинцевого отруєння - проявляються при вмісті в крові свинцю 80 мкг/100 мл. Сполуки свинцю особливо шкідливі для інтелектуальних здібностей дітей. В організмі дитини залишається до 40% потрапивших в нього з'єднань.

У ґрунтах навколо доріг накопичуються валові і рухомі форми свинцю та інших важких металів. Аналіз отриманих залежностей виявив прояв двох зон

транспортного засолення ґрунтів: перша розташована на відстані ≤ 30 м від полотна дороги, а друга знаходиться на відстані 30-100 м.

Свинець і його сполуки знижують активність ферментів, порушують обмін речовин, сприяючи тим самим зниженню врожаїв, втраті у тваринництві, постійній загибелі дерев [20].

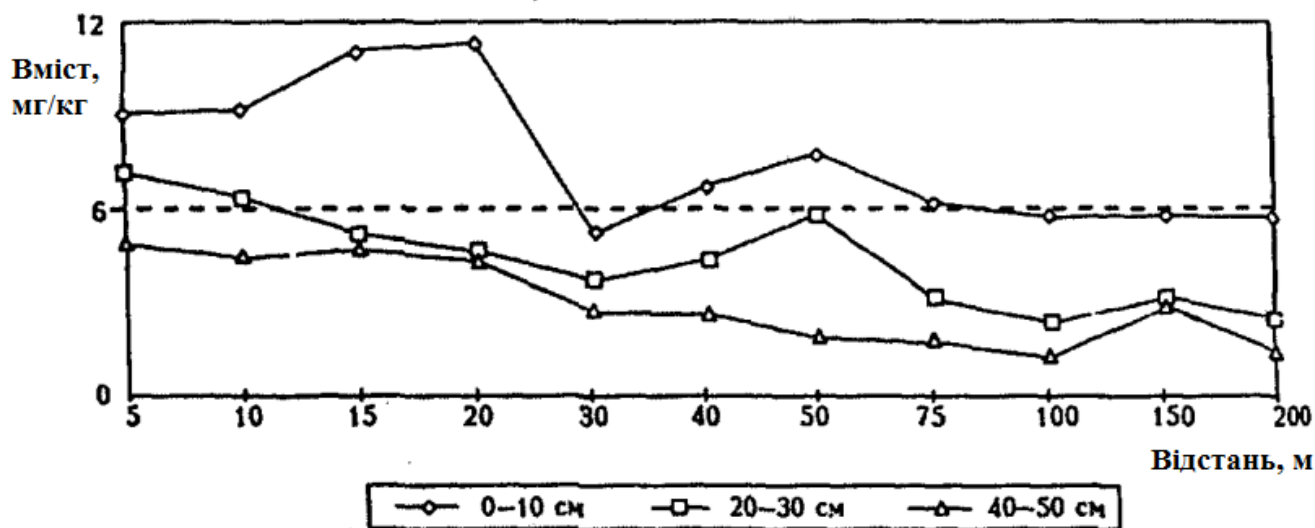


Рис. 2.2 - Зведений графік розподілу рухомих форм свинцю в кореневмісному шарі ґрунту на різних відстанях від автодоріг

Оскільки в рослинах може акумулюватися значна кількість свинцю, вживати в їжу злаки і фрукти, вирощені уздовж автодоріг, небезпечно.

3 НОРМУВАННЯ ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

3.1 Загальні принципи нормування

Забруднювачі атмосфери - це чужорідні для атмосфери речовини (ксенобіотики), які порушують якість повітряного середовища. При цьому під порушенням якості мається на увазі вплив, що призводить до накопичення в повітрі хімічних сполук і речовин в концентраціях, що перевищують встановлені нормативи (санітарно-гігієнічні, для зелених насаджень і т. п.). В результаті перевищення цих нормативів можна очікувати виникнення незворотних порушень у функціонуванні організмів, екосистем і біосфери загалом.

Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ) рекомендовано розрізняти чотири рівні небезпеки забруднення повітря для людини: відсутність впливу, роздратування, хронічні захворювання і гострі захворювання. В Україні застосовуються 3 види допустимих рівнів забруднення повітря: гранично допустимі концентрації для робочих зон (ГДК_{р.з.}), ГДК максимально-разові для населених місць (ГДК_{м.р.}) і ГДК середньодобові для населених місць (ГДК_{с.д.}). ГДК_{р.з.} застосовуються тільки на виробництвах для розробки засобів індивідуального захисту працюючих, вентиляційних систем і газоочисних установок і, як правило, не враховуються при вирішенні екологічних питань. Нормативним для житлової зони вважається рівень забруднення, при якому не відбувається перевищення ГДК_{м.р.} більш ніж на 20 хвилин на добу. У місцях організованого відпочинку населення, на території розміщення лікувально-профілактичних установ стаціонарного типу, в санаторно-курортних зонах повинні дотримуватися більш жорсткі нормативи - 0,8 ГДК [21].

Спектр промислових викидів надзвичайно різноманітний. Щорічно з'являються нові інгредієнти викидів за рахунок зміни і появи нових промислових технологій. В результаті постійно виявляються викиди з недостатньо повно вивченими особливостями впливу на організм людини. Для таких речовин на початковому етапі до розробки нормативів ГДК тимчасово встановлюються

орієнтовно безпечні рівні впливу (ОБУВ). Встановлення нормативів ГДК (ОБУВ) є прерогативою Міністерства охорони здоров'я України [21].



Рис. 3.1 – Класифікація гранично допустимих концентрацій

Для оцінки впливу забруднення атмосфери на стан зелених насаджень в останні роки розроблені ГДК фітотоксичні (ГДК_{ф.т.}). Вони мають аналогічну структуру нормування, проте їх застосування ускладнено у зв'язку з різноманіттям видів рослин і їх фізіологічними відмінностями (наприклад, трав'янисті, чагарники, дерева - листяні або хвойні і т. д.), що впливають на стійкість того чи іншого виду по відношенню до різних забруднювачів. ГДК вмісту деяких речовин в атмосферному повітрі населених місць наведені в таблиці 3.1, з якої видно, що рослини вважаються більш стійкими, ніж населення, до з'єднань неметалів (крім SO₂) і менш стійкими до органічних сполук [22].

Таблиця 3.1 – ГДК (мг/м³) забруднюючих речовин в повітрі населених місць

Речовина	ГДК для населення		ГДК для зелених насаджень	
	максимально-разові	середньодобові	максимально-разові	середньодобові
Діоксид сірки (сірчаний ангідрид)	0,5	0,05	0,10	0,05
Діоксид азоту	0,085	0,04	0,09	0,05
Аміак	0,20	0,04	0,35	0,17
Озон	0,16	0,03	0,47	0,24
Вуглеводні (по бензину)	5,0	1,5	0,65	0,14
Оксид вуглецю (чадний газ)	5,0	3,0	6,7	3,3
Бенз(а)пірен	-	0,000001	0,0002	0,0001
Бензол	0,3	0,1	0,1	0,05
Зважені речовини	0,5	1,5	0,2	0,05
Сірководень	0,008	-	0,008	0,008
Формальдегід	0,035	0,003	0,02	0,003
Хлор	0,1	0,03	0,025	0,015

Відносини в галузі охорони атмосферного повітря регулюються Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища» та іншими нормативно-правовими актами.

Державне управління в галузі охорони атмосферного повітря виконують [23]:

- Кабінет Міністрів України;
- Міністерство екології та природних ресурсів України (Мінприроди);
- Міністерство охорони здоров'я України (МОЗ);
- місцеві державні адміністрації та органи виконавчої влади;
- органи місцевого самоврядування.

Цими організаціями узгоджуються розміри викидів ЗР від джерел підприємств, видається дозвіл на викид і проводиться контроль за дотриманням ГДК речовин, що викидаються підприємствами на кордонах їх санітарно-захисних зон.

У багатьох країнах Західної Європи застосовується дещо інший принцип нормування якості повітряного середовища. Встановлені там середні і максимальні ГДК не повинні перевищуватися певну кількість разів, годин на добу, днів на місяць і на рік, а самі значення ГДК часто в ту чи іншу сторону відрізняються від українських значень для тих же ЗР. При цьому допустимі концентрації нормуються як в мг/м^3 , як це прийнято в Україні, так і в кількості частинок (молекул) ЗР на мільйон або мільярд частинок повітря: *ppm*, або *ppb* [21].

Для характеристики рівня забруднення атмосфери тієї чи іншої території за тривалий період часу використовуються фонові концентрації і узагальнений показник - індекс забруднення атмосфери (ІЗА), що розраховується як сума значень концентрацій провідних забруднювачів (як правило - 5 речовин, ІЗА₅), нормованих на значення їх ГДК. За ІЗА₅ рівень забруднення вважається нормальним, якщо ІЗА₅ < 5, підвищеним - від 5 до 6, високим - від 7 до 13 і надзвичайно високим при значенні ІЗА₅ > 13. Більшість міст - промислових центрів України мають високий і дуже високий рівень забруднення атмосфери.

Сьогодні за даними спостережень найбільший рівень забруднення атмосферного повітря, який оцінюється за індексом забруднення атмосфери (ІЗА), як дуже високий і високий, зареєстрований у 25 містах України: Маріуполі, Макіївці, Дніпродзержинську, Лисичанську, Донецьку, Одесі, Рубіжному, Горлівці, Дзержинську, Северодонецьку, Армянську, Рівне, Слов'янську, Красноперекіпську, Запоріжжі, Луцьку, Єнакієве, Краматорську, Миколаєві, Дніпропетровську, Кривому Розі, Ужгороді, Ялті, Києві, Херсоні [23].

Перші п'ять міст відносяться до міст з дуже високим, інші 20 - до міст з високим рівнем забруднення атмосфери.

Таблиця 3.2 - Вміст основних забруднюючих речовин в атмосферному повітрі за даними спостережень Держкомгідромету

Речовина	Кількість міст, включених до узагальнення	Середньорічна концентрація, мг/м ³	Максимальна концентрація, мг/м ³	Частка міст (%), де середньорічні концентрації перевищували:			Частка міст (%), де максимальні разові концентрації перевищували:		
				1 ГДК	5 ГДК	10 ГДК	1 ГДК	5 ГДК	10 ГДК
Пил	54	0,15	6,1	44	0	0	63	6	2
Діоксид сірки	52	0,021	0,656	6	0	0	4	0	0
Оксид вуглецю	48	2,1	32,0	17	0	0	69	4,2	0
Діоксид азоту	52	0,05	0,94	60	0	0	85	11	2
Оксид азоту	27	0,03	0,57	7	0	0	7	0	0
Аміак	23	0,035	0,82	26	0	0	56	0	0
Сірководень	17	0,003	0,066	ГДК с.д. не встановлена			76	12	0
Фенол	26	0,0038	0,05	46	0	0	77	0	0
Фтористий водень	16	0,0046	0,097	37	0	0	44	0	0
Формальдегід	23	0,0066	0,153	70	9	0	44	4	0
Хлористий водень	10	0,045	0,87	0	0	0	50	0	0

На основі ГДК інженерні служби розраховують розміри гранично допустимих викидів (ГДВ) речовин в атмосферу. Зазвичай у різних країнах використовують два показники: ГДК та гранично допустиме екологічне навантаження (ГДЕН) на природні об'єкти.

Санітарно-гігієнічне оцінювання якості атмосферного повітря здійснюють, дотримуючись таких необхідних вимог [21]:

1. Допустимою може бути тільки така концентрація, яка не спричиняє прямої, побічної шкідливої або неприємної дії на людський організм, не знижує працездатності, не впливає на настрій, забезпечує фізіологічний оптимум життя.

2. Звикання до шкідливих речовин є неприйнятним, і концентрація, яка може його викликати, не допускається.

3. Недопустимі такі концентрації шкідливих речовин, які негативно впливають на рослини, клімат, прозорість атмосфери.

В Україні запроваджуються заходи, спрямовані на попередження забруднення атмосферного повітря та зниження вмісту шкідливих домішок:

- поліпшення наявних та впровадження нових технологічних процесів, які виключають поширення шкідливих речовин;

- поліпшення складу палива, апаратів карбюрації та зменшення надходження викидів в атмосферу за допомогою очисних споруд;

- запобігання забрудненню атмосфери за допомогою раціонального розміщення ймовірних джерел шкідливих викидів та розширення площ зелених насаджень.

Комплексне застосування цих заходів сприяє поліпшенню стану атмосферного повітря над містами. За чистотою повітря та його змінами постійно стежать органи санітарного контролю санітарно-епідеміологічної служби Міністерства охорони здоров'я України.

3.2 Нормування викидів автотранспорту

Для кожного типу пересувних джерел, що експлуатуються на території України, встановлюються нормативи вмісту забруднюючих речовин у відпрацьованих газах та впливу фізичних факторів цих джерел, які розробляються з урахуванням сучасних технічних рішень щодо зменшення утворення забруднюючих речовин, зниження рівнів впливу фізичних факторів, очищення відпрацьованих газів та економічної доцільності.

Доцільно сказати також про Європейські нормативи викидів автотранспортних засобів та особливості їх застосування [22].

В даний час у європейських країнах нормування викидів автотранспортних засобів (АТЗ) здійснюється згідно з Правилами ЄЕК ООН та директивами ЄС. Нормування екологічних показників відбувається як на стадії виробництва так і експлуатації АТЗ. Перші європейські нормативи викидів АТЗ були прийняті у

1970 р. Ці нормативи і випробування по ним встановлюються Правилами ЄЕК ООН і Директивами ЄС. Є важлива особливість вказаних нормативів. Правила ЄЕК ООН регламентують методику випробувань, деталізують технічну процедуру, метрологічне забезпечення, але в них не вказують дату введення норм викидів. Конкретні норми викидів і час їх введення в дію вказані в Директивах ЄС, і вони є обов'язковими для країн ЄС.

Випробування за Правилами ЄЕК ООН здійснюється на стенді з біговими барабанами при умовному русі транспортних засобів за чотирма міськими їздовим циклами. Цикл має такі основні характеристики: довжина умовного шляху – 4,052 км, тривалість виконання циклу – 820 с, максимальна швидкість – 50 км/год., середня умовна швидкість – 18,7 км/год. Їздовий цикл імітує чотири звичайних міських цикли і один додатковий, що імітує рух автомобіля за містом [22].

У 1998 р. Директивами ЄС введені перспективні норми, так звані норми «Євро». Європейські стандарти відіграють важливу роль у зниженні так званих регульованих речовин. До них відносяться оксид вуглецю (CO), оксиди азоту (NO_x), вуглеводні (CH) і тверді частинки (сажа) – розміром до 10 мкм (PM₁₀). Стандарти «Євро» послідовно ставали жорсткішими із року в рік. На теперішній час обмеження для нових автомобілів і легких фургонів повинні відповідати стандартам «Євро V».

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).

Ефект застосування стандартів «Євро» полягає у послідовному, поетапному в часі, зниженні видів викиду 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 уприскування палива. Для

дизелів, концентрації NO_x і твердих частинок були знижені за рахунок розвитку двигунів з прямим уприскуванням і дизельних фільтрів твердих частинок (DPF – сажеві фільтри). 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 [22].

Таблиця 3.3 - Стандарти Євро по викидам токсичних речовин

Євро стандарт	Дата виконання*	CO (г/км)	THC (г/км)	NMHC (г/км)	NO _x (г/км)	HC+NO _x (г/км)	PM (г/км)
Дизель							
Euro I	Липень 1993	2,72	-	-	-	0,97	0,14
Euro II	Січень 1997	1,00	-	-	-	0,70	0,08
Euro III	Січень 2001	0,64	-	-	0,50	0,56	0,05
Euro IV	Січень 2006	0,50	-	-	0,25	0,30	0,025
Euro V	Вересень 2010	0,500	-	-	0,180	0,230	0,005
Euro VI	Вересень 2015	0,500	-	-	0,180	0,230	0,005
Бензин							
Euro I	Липень 1993	2,72	-	-	-	0,97	-
Euro II	Січень 1997	2,20	-	-	-	0,50	-
Euro III	Січень 2001	2,30	0,20	-	0,15	-	-
Euro IV	Січень 2006	1,00	0,10	-	0,08	-	-
Euro V	Вересень 2010	1,000	100,00	0,68	0,60	-	0,005**
Euro VI	Вересень 2015	1,000	100,00	0,68	0,60	-	0,005**

*Дата, після якої всі нові двигуни на ринку повинні відповідати стандарту.

**Застосовується тільки для автомобілів з двигунами з безпосереднім уприскуванням.

«Євро V» вступив в силу в 2010 р., ще більш жорсткі стандарти вступають 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 CO₂ в викидах, автомобілів. В 2009 р. Європейський парламент прийняв новий закон про CO₂ який встановлює,

що викиди CO₂ 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 CO₂ – 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 CO₂ 95 г/км до 2020 р. Виробники, які перевищують нормативи з 2012 р. платять штраф за кожен зареєстрований автомобіль, який не відповідає нормативу [22].

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 випаровування і твердих частинок наведені в таблиці 3.3. 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».

3.2.1 Національні стандарти України з контролю викидів АТЗ

Головна відмінність українських стандартів: ДСТУ 4276:2004 «Норми і методи вимірювань димності у відпрацьованих газах автомобілів з дизелями або газодизелями» [24] і ДСТУ 4277:2004 «Норми і методи вимірювання вмісту оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів, що працюють на бензині або газовому паливі» [25] від «Євро», полягає в тому, що вони і регламентують викиди токсичних речовин в об'ємній концентрації на холостому ході автомобіля. Одиниця виміру: об'ємний відсоток «% об.», або його доля «1 ppm=0,0001 об. %». Стандарти «Євро», як розглядалось вище – нормують масові викиди: «г/км» при їздовому випробувальному циклі, що імітує рух автомобіля.

Тому порівняння національного стандарту ДСТУ 4277:2004 і нормативі «Євро» немає сенсу, це різні по своїй суті екологічні стандарти, які в той же час дають оцінку екологічного стану автомобіля, з різних режимів роботи автомобіля: національні стандарти на холостому ході, стандарти «Євро» при руху автомобіля.

Концентрації токсичних компонентів: оксид вуглецю (CO) і вуглеводні (CH) у викидах відпрацьованих газів за ДСТУ 4277:2004 не повинні перевищувати значень наведених в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 - Нормативи викидів CO, CH за ДСТУ 4277:2004 [25]

Вид палива, на якому працює двигун	Частота обертання, на холостому ході	Оксид вуглецю (CO), об'ємна частка, %	Вуглеводні (CH), об'ємна частка, млн ⁻¹ (ppm), для двигунів з числом циліндрів	
			до 4 циліндрів, включно	більше ніж 4 циліндра
Бензин	N _{min}	3,5	1200	2500
	N _{підв.}	2,0	600	1000
Газ природний	N _{min}	1,5	600	1800
	N _{підв.}	1,0	300	600
Газ нафтовий	N _{min}	3,5	1200	2500
	N _{підв.}	1,5	600	1000
Нормативи викидів для автомобілів оснащених нейтралізаторами: окислювальними або трикомпонентними				
Режим	Окислювальними		Трикомпонентними	
	Оксид вуглецю, %	Вуглеводні, млн ⁻¹	Оксид вуглецю, %	Вуглеводні, млн ⁻¹
N _{min}	1,0	600	0,5	100
N _{підв.}	0,6	300	0,3	100

Нормативи димності для дизельних двигунів за ДСТУ 4276:2004 [24] на різних видах палива представлені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 - Нормативи димності дизельних двигунів

Типи автомобілів	Нормативний показник ослаблення світлового потоку K _{доп.} , М ⁻¹	Нормативний коефіцієнт ослаблення світлового потоку N _{доп.} , %
Автомобілі з дизелями:		
без наддуву	2,5	66
з наддувом	3,0	73
Автомобілі з газодизелями:		
без наддуву	1,7	52
з наддувом	2,0	58

3.2.2 Пропозиції щодо вдосконалення вітчизняної нормативно-правової бази

Контроль відпрацьованих газів автомобілів є глобальною проблемою і кожна країна створює свої нормативи і стандарти, які регламентують рівні викидів токсичних речовин. Такі національні стандарти з 2006 р. діють і в Україні. В той же час в Європейських країнах розроблені регіональні нормативи «Євро», які послідовно, поетапно регламентують зменшення викидів токсичних компонентів в часі. Нормативи «Євро» в першу чергу стосуються автовиробників. Автозаводи мають чіткий орієнтир яких екологічних показників вони повинні досягти і в якому році [26].

В той же час при перевірці автомобілі в умовах експлуатації діють інші «експлуатаційні» нормативи, автомобіль перевіряється на відповідність екологічним нормативам на спеціалізованому СТО. Відповідно вимоги до газоаналізаторів при виробництві автомобілів, їх сертифікації одні, при контролі в ході експлуатації інші.

Одночасна дія в Україні нормативів: «Євро», ДСТУ, ТР («Технічний регламент щодо суттєвих вимог до засобів вимірювальної техніки. Додаток 10»), стандартів ISO приводить до відсутності єдиних вимог при контролі екологічної безпеки АТЗ. З урахуванням досвіду, країн з значним рівнем автомобілізації і відповідного існуючого у цих країнах нормативно-методичного забезпечення, в Україні бажано створити наступні нормативні стандарти і керівні документи [26]:

1. Національний ДСТУ, який нормує тільки рівні викидів забруднювальних речовин у відпрацьованих газів АТЗ:

- а) при виробництві і випуску на автозаводах;
- б) при експлуатації, проведенні технічного огляду.

2. Національний ДСТУ в якому регламентуються вимоги до технічних (метрологічних) характеристик засобів вимірювання: газоаналізаторів, димомірів, газоаналітичних систем і станцій.

3. Національний ДСТУ до методик вимірювання, сфери їх використання, форми протоколів.

4. Керівний нормативний документ (КНД) Держекоінспекції, щодо перевірки АТЗ на відповідність статті 9 Закону України «Про охорону атмосферного повітря» (Стаття 9: «для кожного типу пересувних джерел, що експлуатуються на території України, встановлюються нормативи вмісту забруднюючих речовин...») [27] при перевірці АТЗ.

5. Внести зміни в Правила дорожнього руху України і проведення технічного огляду АТЗ, в частині методики перевірки екологічних параметрів АТЗ, заборони експлуатації АТЗ при екологічній невідповідності, переліку приладів, які застосовуються для цих перевірок.

4 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

4.1 Методи зниження викиду шкідливих речовин

В даний час недостатньо проводити приватні розробки по зниженню викиду окремих компонентів ВГ і витрат палива автомобіля. Автомобіль повинен розглядатися як одне ціле, причому конструкції його компонентів повинні бути взаємно узгоджені. Виходячи з цієї технології створення автомобіля як цілісного об'єкта, виявлені три напрямки стратегічного розвитку з метою зниження шкідливих викидів, а саме:

- зниження витрати палива;
- очищення відпрацьованих газів;
- діагностика агрегатів, від яких залежить склад ВГ.

Нижче розглянуті заходи відповідно з їх приналежністю до названих вище напрямків розвитку автомобільної техніки.

4.1.1 Зниження витрати палива

Аеродинаміка. Обтічні форми кузова автомобіля дозволяють знизити його аеродинамічний опір, забезпечуючи тим самим зниження витрати палива. За останні десятиліття коефіцієнт аеродинамічного опору C_w автомобілів Volkswagen був знижений з 0,45 до 0,30. Це велике досягнення, так як вже при швидкості автомобіля 100 км/год близько 70% витрачаємої на його переміщення енергії припадає на подолання опору повітря [28].



Зниження маси автомобіля. Зниженню власної маси автомобіля протистоять норми пасивної безпеки і заходи, спрямовані на збільшення комфорту.

Однак, полегшення автомобіля необхідно для зниження його витрати палива. Прикладами можуть служити автомобілі Audi A8/A2 (Space Frame) і Lupo 3L TDI. Кузови цих автомобілів частково виготовлені з легких матеріалів (алюмінію і магнію) [28].

Системи керування двигуном.

Сучасні системи керування двигуном впливають на всі його регульовані компоненти (виконавчі пристрої). Це означає, що всі сигнали датчиків (наприклад, частота обертання колінчастого валу, витрата повітря, тиск наддуву) обробляються в електронному



блоці керування двигуном, який виробляє відповідні сигнали для виконавчих пристроїв (що регулюють, наприклад, кількість і момент уприскування палива або кут випередження запалювання). В результаті забезпечується регулювання двигуна відповідно з його навантаженням і проводиться оптимізація процесів згоряння.

Оптимізація конструкцій двигуна і коробки передач. Витрата палива автомобіля в значній мірі залежить від конструкції його двигуна і коробки передач. Економічний робочий процес забезпечується у сучасних двигунах в результаті застосування:



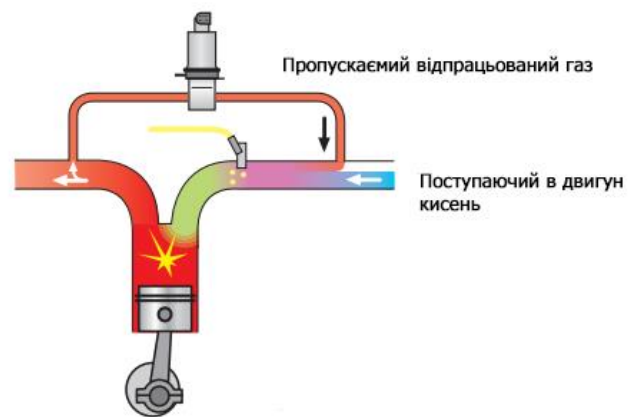
- насос-форсунок у дизелів (TDI);
- безпосереднього вприскування у бензинових двигунів (FSI).

Передаточні числа коробки передач повинні бути узгоджені з розмірами і масою автомобіля. Крім цього розпочато випуск 6-східчастих коробок передач.

Це необхідно для забезпечення роботи двигуна на найбільш економічних режимах.

Вентиляція паливного баку. Щоб запобігти проникненню парів бензину (вуглеводнів HC) в атмосферу, бензин, що випаровується в баку направляється в адсорбер з активованим вугіллям, а потім використовується в процесі згоряння.

Рециркуляція відпрацьованих газів. У сучасних двигунах рециркуляція ВГ застосовується як для зниження насосних втрат, так і для надання сприятливого впливу відпрацьованих газів на процес згоряння на деяких режимах руху автомобіля [28].



4.1.2 Очищення відпрацьованих газів

Нейтралізатор (для бензинових двигунів). В даний час очищення відпрацьованих газів бензинових двигунів відбувається в каталітичних нейтралізаторах. Регулювання каталітичного очищення здійснюється блоком керування двигуном, який за сигналами датчика кисню визначає його вміст у відпрацьованих газах і підтримує коефіцієнт надлишку повітря суміші, що надходить у двигун, який дорівнює одиниці.

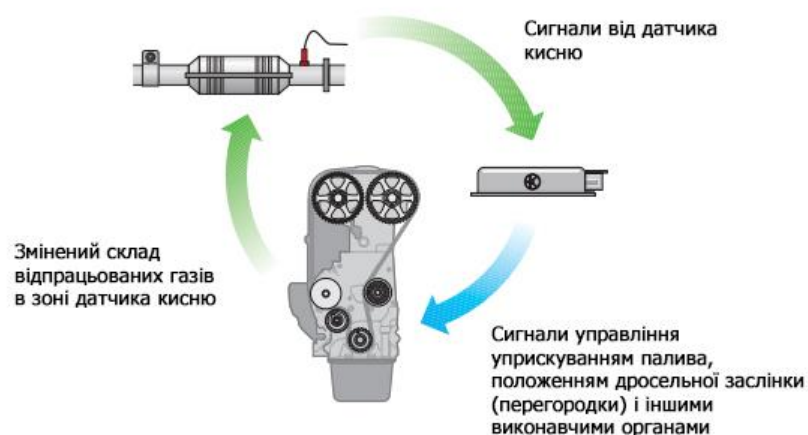


Рис. 4.1 - Контур регулювання паливоповітряної суміші

Нейтралізатор починає ефективно діяти тільки при температурах вище 300°C, тому після холодного пуску двигуна необхідний певний час для його розігріву. Щоб прискорити початок очищення газів, останнім часом встановлюють додаткові нейтралізатори в безпосередній близькості від випускного колектора. Цей захід, а також невеликі розміри додаткових нейтралізаторів сприяють їх швидкому розігріву.

При каталітичному очищенні газів протікають одночасно дві хімічні реакції [29]:

1. Реакція відновлення, в результаті якої у деяких компонентів газів відбирається кисень.
2. Реакція окислення, в результаті якої інші компоненти газів окислюються (допалюються).

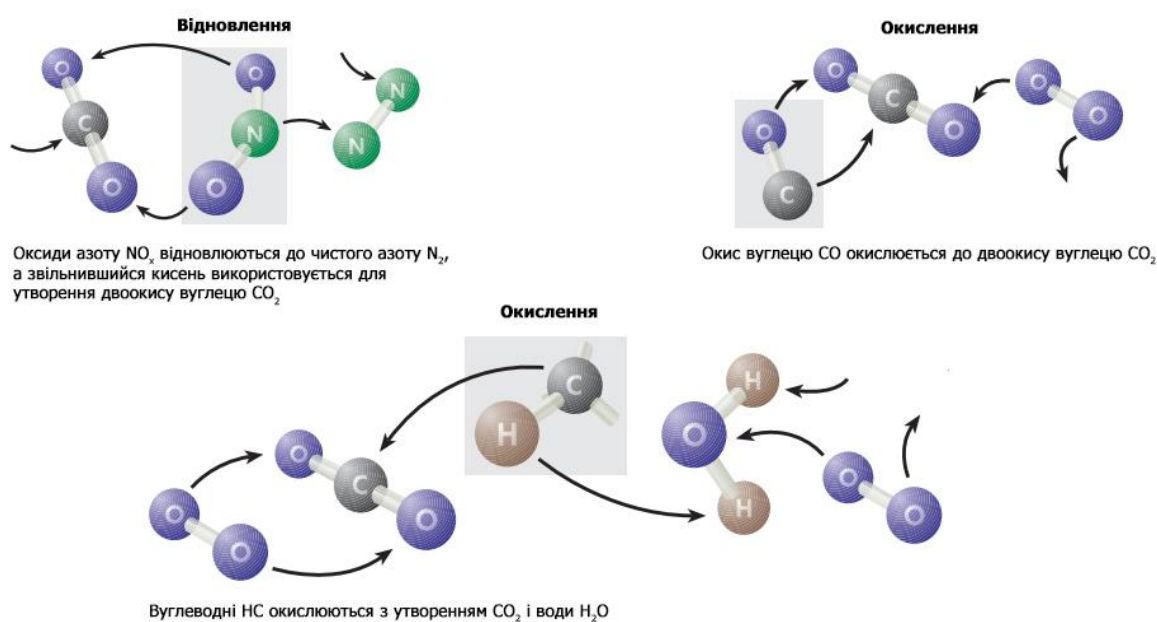


Рис. 4.2 – Реакції каталітичного очищення ВГ

Каталітичний нейтралізатор (для дизелів). Дизель працює з надлишком повітря в паливоповітряній суміші. Тому регулювання вмісту суміші за сигналами датчика кисню не потрібно. Очищення відпрацьованих газів проводиться тільки

за допомогою каталітичних нейтралізаторів окисного типу за рахунок великого надлишку повітря.

Таким чином, для дизелів регульована система нейтралізації газів не застосовується, а нейтралізатори окисного типу сприяють перетворенню компонентів, які можуть бути ще окислені. При цьому істотно знижується кількість вуглеводнів HC і окису вуглецю CO. Частка оксидів азоту в відпрацьованих газах може бути знижена в даному випадку тільки за рахунок вдосконалення конструкції двигуна (наприклад, камер згоряння і систем уприскування палива).

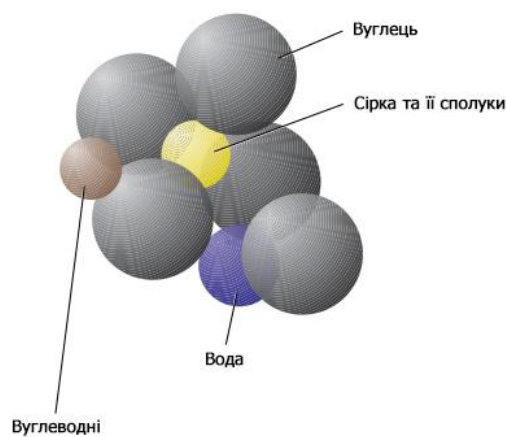


Рис. 4.3 - Структура частинок сажі (PM)

Типові для дизеля частки сажі складаються з ядра і осілих на ньому численних компонентів, з яких в нейтралізаторі можуть бути окислені тільки вуглеводні HC. Решта частина часток сажі може бути затримана тільки спеціальними фільтрами для сажі.

Діагностика агрегатів, від яких залежить склад ВГ. Діагностика всіх агрегатів і систем автомобіля, від яких залежить склад ВГ, відома під назвою «On-Board-Diagnose» (бортова діагностика). Вперше вона була впроваджена в практику в Каліфорнії в 1988 році. Європейський варіант цієї діагностики називається «Euro-On-Board-Diagnose». Законодавчі органи вимагають її застосування при сертифікаційних випробуваннях нових моделей автомобілів з 2000 року [29].

При несправності агрегатів і систем, що впливають на склад ВГ спалахує контрольна лампа K83. Виявлення несправностей і отримання додаткової інформації проводиться за допомогою уніфікованого діагностичного приладу (сканера OBD) або діагностичної, вимірювальної та інформаційної системи VAS 5051, які підключаються до мережі автомобіля через спеціальну діагностичну колодку.

4.2 Методи визначення викидів шкідливих речовин

Проведення вимірювань. Викиди шкідливих речовин з ВГ автомобіля визначаються в процесі сертифікаційних випробувань його зразка, який встановлюється на роликівий гальмівний стенд, і до нього приєднується стандартизована вимірювальна система. Далі на гальмівному стенді відтворюється випробувальний їздовий цикл, в процесі якого беруться проби ВГ двигуна, які пропускаються через вимірювальну систему для визначення їх складу. Сертифікаційні випробування проводяться уповноваженими на це організаціями автомобільної промисловості перед початком продажу нового автомобіля.

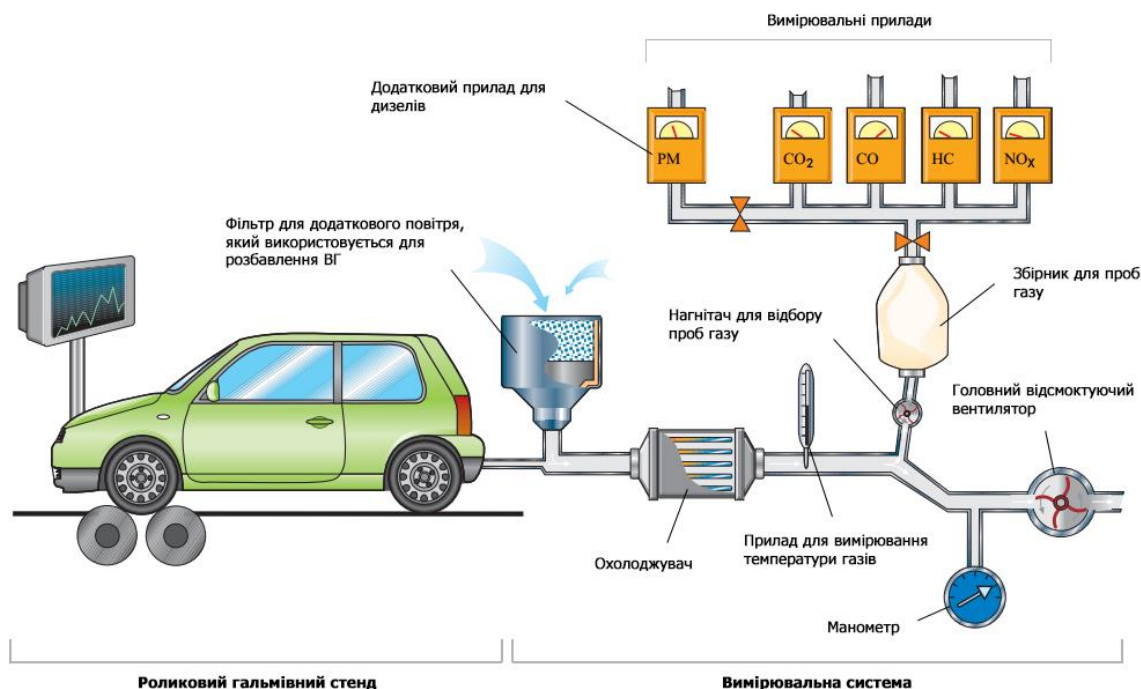


Рис. 4.4 – Схема проведення сертифікаційних випробувань автомобіля

Принцип дії виміральної системи [29]

1. Випробувальний їздовий цикл відтворюється на роликовому стенді.
2. При проведенні вимірювань до відпрацьованих газів додається (підмішується) відфільтрований додатковий кисень, і отримана таким чином суміш відсмоктується головним вентилятором. Цей вентилятор відсмоктує постійну кількість суміші газів з повітрям, тому при збільшенні викиду ВГ (наприклад, при імітації розгону) підсмоктується менша кількість додаткового повітря, а при зниженні викиду ВГ кількість підсмоктуемого повітря збільшується.
3. З цієї газоповітряної суміші відбирається постійна кількість газу, яка нагнітається в один або кілька збірників для проб газу.
4. Відібрані компоненти ВГ вимірюються, а результат в грамах відноситься до загальної протяжності «пробігу» в км.

Випробувальні їздові цикли [30]

Європа: NEFZ (Neuer Europaischer Fahrzyklus - новий європейський випробувальний цикл) з 40 секундами попередньої витримки

Цей цикл був введений в дію в 1992 році і замінений новим циклом 01.01.2000. Особливістю цього циклу є витримка тривалістю 40 секунд до початку відбору газу. Цю витримку можна назвати періодом «розігріву».

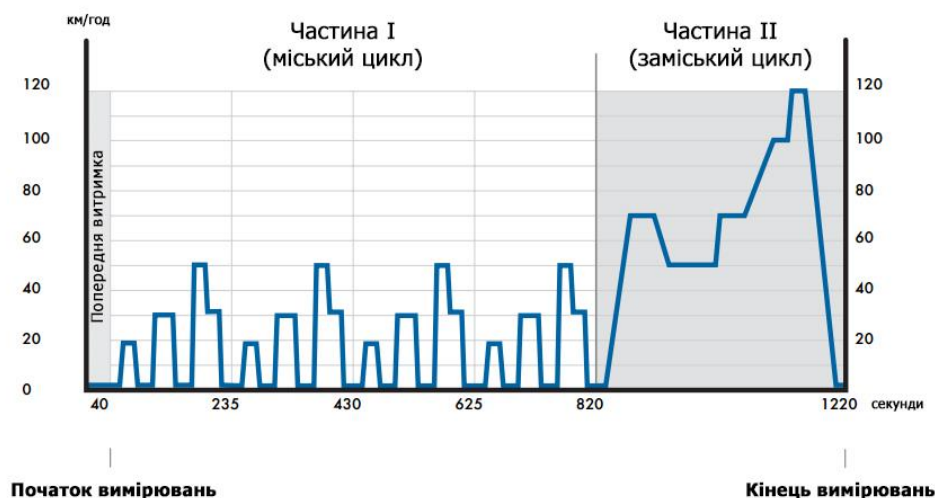


Рис. 4.5 - NEFZ з 40 секундами попередньої витримки

Характеристика циклу

Еквівалентний пробіг: 11,007 км

Середня швидкість руху: 33,6 км/год

Максимальна швидкість руху: 120 км/год

Європа: NEFZ без 40-секундної початкової витримки [30]

При введенні в дію норм граничних викидів шкідливих речовин EU III з 01.01.2000 з чинного раніше випробувального циклу була вилучена початкова 40-секундна витримка. Тепер вимірювання починаються відразу при запуску двигуна.

Відсутність попередньої витримки означає посилення методу випробувань, так як при цьому враховуються всі шкідливі компоненти, які не перетворюються в процесі прогріву нейтралізатора.



Рис. 4.6 - NEFZ без 40-секундної початкової витримки

Характеристика циклу

Еквівалентний пробіг: 11,007 км

Середня швидкість руху: 33,6 км/год

Максимальна швидкість руху: 120 км/год

США: Випробувальний цикл FTP 75 [30]

Європейські норми часто порівнюють з нормами США, так як ця країна виконувала провідну роль в законодавчому обмеженні викидів шкідливих речовин.

Безпосереднє порівняння цих норм, однак, неможливо, про що свідчить наведене нижче зіставлення випробувальних циклів. Крім цього в Європі прийнято представляти результати випробувань в грамах на кілометр (г/км), а в США - в грамах на милю (г/миля).

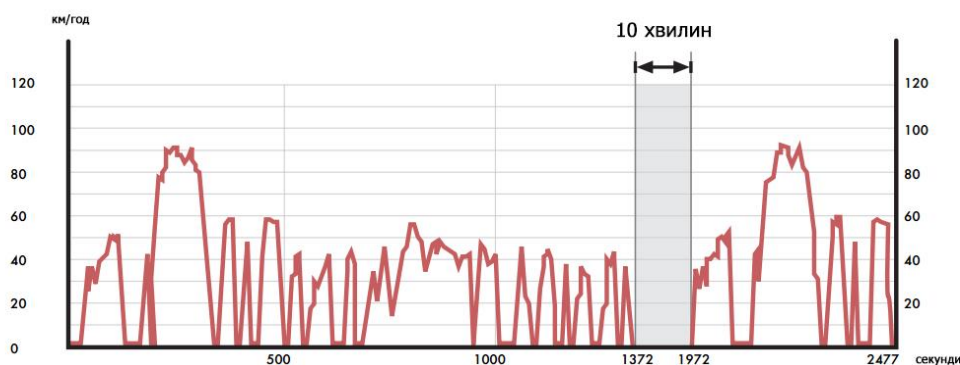


Рис. 4.7 - Випробувальний цикл FTP 75

Характеристика циклу

Еквівалентний пробіг: 17,8 км

Середня швидкість руху: 34,1 км/год

Максимальна швидкість руху: 91,2 км/год

Щоб відмінності між європейським циклом NEFZ і американським циклом FTP 75 були видні більш чітко, на представленому нижче малюнку вони накладені один на одного. Ці цикли розрізняються в загальній тривалості випробувань, максимальній швидкості, середньої швидкості руху, в тривалості і рівні окремих фаз руху, а також тривалості початкової фази.

Початкова фаза циклу FTP 75 особливо посилена проти початкової фази циклу NEFZ, так як в процесі розігріву нейтралізатора після холодного пуску двигуна потрібен рух з великими швидкостями, ніж це передбачено в європейському циклі.

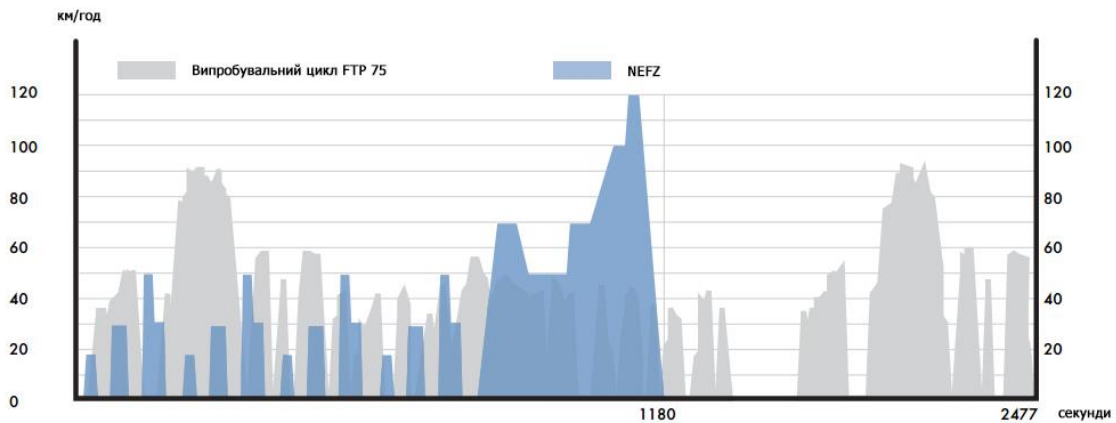


Рис. 4.8 – Порівняння FTP 75 та NEFZ

4.3 Газоаналізатори і димоміри

Нормативи токсичності і димності автомобілів контролюються за допомогою відповідних засобів вимірювальної техніки: газоаналізаторів і димомірів.

Принцип дії димомірів базується на вимірюванні оптичної густини сфокусованого потоку світла, що проходить через відпрацьований газ. Рівень ослаблення світлового потоку до попадання у відпрацьований газ і після проходження через нього і є мірою димності. Нормованим параметром димності є натуральний показник ослаблення світлового потоку або коефіцієнт поглинання K , який характеризує оптичну густину відпрацьованих газів і вимірюється в m^{-1} або %.

Вимірювання димності проводять за допомогою приладів – оптичних димомірів згідно методики вимірювань за ДСТУ 4276:2004. Димомір повинен бути оснащений каналом для виміру температури оливи (0 - 150 °C) і тахометром для виміру частоті обертання двигуна (0–6000 об/хв.). Також в комплект димоміра входить принтер для друку результатів вимірювань. Основна приведена похибка вимірювань не повинна перевищувати – ± 2 %. Прикладом таких сучасних димомірів є ИДП-2, ИДС (Україна), OPACALYT 1030 (ФРН), ИНФРАКАР Д 1-03 (Росія).



Рис. 4.9 - Димоміри

Таблиця 4.1 - Технічні характеристики димомірів

Тип димоміру	Ефективна оптична база (L)	Діапазон вимірювання димності, % або м^{-1}	Основна приведена похибка, %	Живлення
Инфракар-Д1-3.02 (Росія) Стационарний	Приведена оптична 0,43 м	0-100% $0 \dots \infty \text{ м}^{-1}$	$\pm 1-2$	Мережа 220В, 50 Гц
ИДП-2 (Україна) Переносний	Приведена оптична 0,43 м	0-100% $0-99 \text{ м}^{-1}$	± 2	Акумулятор 1,2В/0,75Аh
OPACILYT 1030 (ФРН) Стационарний	Оптична 0,43 м	0-100% $0-10 \text{ м}^{-1}$	± 2	Мережа 220В, 50 Гц

Токсичність автомобілів (вміст оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів) перевіряється за допомогою автоматичних інфрачервоних газоаналізаторів. Принцип дії газоаналізаторі побудований на вимірюванні поглинання інфрачервоного випромінювання відповідним газом СО або СН, кожного на «своїй» довжині хвилі, в інфрачервоній частині спектру. Газ відбирається повітряним насосом надходить до газоаналізатора в оптичну кювету, яка опромінюється від джерела інфрачервоного випромінювання, відповідно на фіксованій, характерній тільки для даного газу довжині хвилі відбувається поглинання потоку випромінювання залежно від концентрації газу. Приймач випромінювання фіксує зміни інтенсивності потоку випромінювання які функціонально пов'язані з концентрацією газу. Розділення потоку випромінювання на вході приймача відбувається за допомогою вхідних оптичних інтерференційних фільтрів.

Прикладом таких приладів є ИНФРАКАР (Росія), INFRALYT SMART (ФРН).



Рис. 4.10 – Інфрачервоні газоаналізатори

Таблиця 4.2 - Технічні характеристики інфрачервоних газоаналізаторів

Тип газоаналізатора	Метод вимірювання, діапазон	Основна приведена похибка	Габарити, вага	Живлення, принтер, індикація, RS
Инфракар-М-2Т.02 (Росія)	Недисперсний, інфрачервоний (NDIR) CO – 0...10%; CH – 0...5000 ppm; CO ₂ – 0...20%; O ₂ – 0...25%; Лямбда – 0...2. Тахометр: 0...10000 хв ⁻¹ . Температура: 0-100°C.	±4%	Маса - 10 кг. Габаритні розміри: 355x310x185 мм.	Мережа 220В, 50 Гц. Вмонтований принтер. Індикація показань – світлодіодна. Висота цифр – 14 мм. Зв'язок з ПК по RS-232.
INFRALYT SMART (ФРН)	Недисперсний, інфрачервоний (NDIR) CO – 0...10%; HC – 0...2500 ppm; CO ₂ – 0...20%; O ₂ – 0...22%; Лямбда – 0...9,999. Тахометр: 0...9999 хв ⁻¹ . Температура оливи: 0-130°C. Робоча температура: 5-45°C.	±4%	Маса – 6,5 кг. Габаритні розміри: 258x330x203 мм.	Мережа 220В, 50 Гц. Вмонтований принтер. Індикація показань – LCD екран. Зв'язок з ПК по RS-232.

5 ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ПРИРОДООХОРОННОГО ЗАХОДУ

Серед розглянутих в дипломному проєкті напрямків екологізації автотранспорту можна виділити наступні заходи щодо покращення екологічних показників двигунів внутрішнього згорання:

- впровадження сучасних конструкційних рішень щодо оптимізації ДВЗ;
- використання екологічно чистих або альтернативних палив, а також палив з різноманітними бензиновими присадками;
- перехід з традиційного до альтернативного автотранспорту (електромобілі, сонячні електромобілі та ін.), використання муніципального транспорту;
- використання технічних рішень щодо знешкодження токсичних компонентів ВГ ДВЗ (каталітичні нейтралізатори, сажеві фільтри для дизелів);
- регулярне проведення сертифікаційних випробувань автомобіля за методом CVS;
- списання та утилізація автотранспорту термін експлуатації якого перевищує 10-15 років;
- розробка нового більш жорсткого екологічного законодавства щодо політики автотранспорту, впровадження санкцій (штрафів) за невідповідність екологічним нормам;
- модернізування інфраструктури автотранспорту та дорожнього руху;
- стимулювання та фінансова підтримка наукового сектору у сфері автовиробництва та приладобудування тощо.

Проблеми екологізації автотранспорту, зменшення негативного впливу ВГ ДВЗ на довкілля потребують спільних зусиль фахівців різних галузей: автовиробників, приладобудівників, метрологів, спеціалістів по технічному обслуговуванню і ремонту автомобілів, екологів та ін.

6 МОНІТОРИНГ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

Зміни у навколишньому середовищі відбуваються під впливом природних і зумовлених діяльністю людини біосферних факторів. Пізнання цих змін неможливе без виокремлення антропогенних процесів на фоні природних, для чого і організують спеціальні спостереження за різноманітними параметрами біосфери, які змінюються внаслідок людської діяльності. Саме у спостереженні за довкіллям, оцінюванні його фактичного стану, прогнозуванні його розвитку полягає сутність моніторингу.

Моніторинг довкілля - система спостереження і контролю за природними, природно-антропогенними комплексами, процесами, що відбуваються у них, навколишнім середовищем загалом з метою раціонального використання природних ресурсів і охорони довкілля, прогнозування масштабів неминучих змін [31].

Метою моніторингу довкілля є екологічне обґрунтування перспектив та удосконалення системи моніторингу навколишнього середовища, оцінювання фактичного і прогнозованого його стану; попередження про зниження біорізноманітності екосистем, порушення екологічної рівноваги у довкіллі, погіршення умов життєдіяльності людей.

Об'єктами моніторингу довкілля, залежно від рівня та мети досліджень, можуть бути навколишнє середовище, його елементи (атмосферне повітря, поверхневі й підземні води, ґрунтовий і рослинний покриви, екосистеми, їх абіотичні і біотичні складові, біосфера) і джерела впливу на довкілля.

Моніторинг довкілля передбачає виконання таких загальних завдань [32]:

- спостереження за факторами впливу на навколишнє природне середовище і за його станом;
- оцінювання фактичного стану довкілля;
- прогнозування стану навколишнього природного середовища і його оцінювання;
- дослідження стану біосфери, оцінювання й прогнозування її змін;

- визначення обсягу антропогенної дії на навколишнє природне середовище;
- встановлення факторів і джерел забруднення навколишнього природного середовища;
- виявлення критичних та екстремальних ситуацій, що порушують екологічну безпеку.

Необхідність виконання цих завдань зумовлює структуру моніторингу, яка формується з таких блоків: «Спостереження за довкіллям», «Оцінювання фактичного стану довкілля», «Прогнозування стану довкілля», «Оцінювання прогнозованого стану довкілля» [31].



Рис. 6.1 – Блок-схема системи моніторингу

Система моніторингу може охоплювати локальні райони (локальний і регіональний моніторинги), окремі держави (національний моніторинг) і Землю загалом (глобальний моніторинг).

Моніторинг є важливою складовою системи управління якістю довкілля, оскільки передбачає належне інформування про конкретні особливості й наслідки взаємодії людства з навколишнім середовищем. Інформація про його стан і тенденції змін є основою розроблення заходів з охорони природи.

Зростання антропогенного впливу на навколишнє середовище вимагає оволодіння різноплановою і детальною інформацією про нього, яка дає змогу не тільки оцінити реальну ситуацію, а й спрогнозувати стан середовища у

перспективі, налагодити раціональну систему природоохоронної діяльності, контролю за станом екосистем.

Організація спостережень передбачає контроль за поширенням шкідливих домішок як в самій атмосфері, так і між елементами системи «атмосфера-гідросфера-літосфера-біосфера». Для цієї діяльності необхідні [33]:

- відомості про наявні та перспективні джерела забруднення атмосфери (з урахуванням розвитку економічних районів);
- характеристика забруднюючих речовин (токсичність, здатність вступати в хімічні реакції з іншими речовинами, здатність до самоочищення);
- гідрометеорологічні дані;
- результати попередніх спостережень за забрудненням атмосфери (експедиційні дослідження);
- дані про рівні забруднення навколишнього природного середовища в сусідніх країнах;
- відомості про транскордонне перенесення шкідливих домішок.

Комплекс завдань, пов'язаних зі збором цієї інформації, виконує спеціальна служба спостережень, яку формують система спостережень і система контролю [33].

Система спостережень забезпечує спостереження за якістю атмосферного повітря в містах, населених пунктах і територіях, розміщених поза зоною впливу конкретних джерел забруднення. Спостереження здійснюють служби Держкомітету гідрометеорології, які надають дані про метеорологічні умови і концентрацію шкідливих речовин. Міністерство охорони здоров'я проводить вибіркові спостереження за рівнем забруднення в місцях проживання населення. Науковий комітет Національної академії наук України організовує авіаційно-космічні спостереження за станом озонового шару і глобальним забрудненням атмосфери. Практикуються екологічні спостереження за окремими підприємствами.

Система контролю здійснює спостереження і контроль за джерелами забруднення, викидами шкідливих речовин в атмосферу. З цією метою

Міністерство екології та природних ресурсів організовує спостереження за джерелами промислових викидів в атмосферу та дотриманням норм граничнодопустимих викидів, контролює реалізацію заходів з охорони атмосферного повітря, дотримання відповідних вимог при розміщенні, проектуванні, будівництві та введенні в експлуатацію нових підприємств.

При організації спостережень за станом повітря використовують попередні дослідження, які передбачають обстеження території (метеорологічні умови, вміст забруднювачів) за допомогою пересувних лабораторій, що здійснюють відбір та аналіз проб з метою вивчення розміщення діючих джерел забруднення та перспектив розвитку промисловості.

Після з'ясування наявного та перспективного рівнів забруднення атмосферного повітря оцінюють зміни концентрацій домішок у просторі й часі, розробляють схему розміщення постійних (стаціонарних) постів спостереження на території міста, програми їх роботи. Пост спостережень може надавати інформацію про загальний стан повітряного басейну (якщо він знаходиться поза зоною впливу окремих джерел викидів) і контролювати джерела викидів (якщо він перебуває в зоні впливу джерел викидів). При їх розміщенні пріоритетними є житлові райони з найбільшою щільністю населення, де можливе перевищення встановлених порогових значень гігієнічних показників (ГДК). Робота постів спостережень повинна відповідати таким умовам [33]:

- обов'язковість відображення загального стану повітряного басейну і контроль за джерелами викиду;
- необхідність здійснення спостережень за всіма домішками, концентрації яких перевищують ГДК;
- обов'язковість визначення пилу, діоксиду сірки, оксиду вуглецю та оксидів азоту.

Контроль за радіоактивним забрудненням атмосферного повітря здійснюється на фоновому рівні, а також у зонах впливу атомних електростанцій та інших джерел можливих викидів радіоактивних речовин. Під час контролю за радіоактивним забрудненням на фоновому рівні використовують фонові станції

або спеціальні станції, встановлені на відстані 50 - 100 км від можливого джерела радіоактивного забруднення. Для моніторингу в радіусі до 25 км використовують мережу контролю і спеціальні пости спостережень, де встановлюють датчики гамма-випромінювання та пристрої для відбору проб і аналізу повітря. У межах санітарно-захисної зони (СЗЗ) утворюють пости дистанційного контролю радіоактивного забруднення атмосферного повітря [33].

Моніторинг забруднення території на основі снігомірної зйомки (спостереження за забрудненням снігового покриву) забезпечує контроль за рівнем забруднення атмосферного повітря в чистих (фонових) районах, містах та інших населених пунктах.

Важливими методами контролювання транскордонного перенесення глобальних потоків домішок на великі відстані від місця викиду є система наземних та авіаційних станцій, а також математичні моделі поширення забруднюючих речовин в повітрі. Мережа станцій транскордонного перенесення обладнана системами відбору газу та аерозолів, збору сухих осідань і опадів, аналізу вмісту домішок у відібраних пробах. Інформація надходить у Західно- та Східноєвропейській метеорологічні синтезуючі центри. За ступенем оперативності її поділяють на такі види:

- екстрена інформація (містить відомості про різкі зміни рівнів забруднення атмосферного повітря, негайно передається в контролюючі та господарські організації);

- оперативна інформація (містить узагальнені результати спостережень за місяць);

- режимна інформація (містить дані про середній та найбільший рівні забруднення повітря протягом тривалого часу (як правило, за рік), використовується при плануванні заходів, оцінюванні збитків, завданих народному господарству внаслідок забруднення атмосферного повітря) [31].

Для забезпечення ефективності заходів з охорони повітря інформація повинна бути повною і достовірною. Повноту інформації забезпечують достатня кількість контрольованих інгредієнтів, тривалий термін спостережень,

раціональне розміщення мережі; достовірність інформації досягається неухильним дотриманням нормативних вимог. Значною мірою достовірність залежить від однорідності інформації.

Моніторинг у галузі охорони атмосферного повітря проводиться з метою отримання, збирання, оброблення, збереження та аналізу інформації про рівень забруднення атмосферного повітря, оцінки та прогнозування його змін і ступеня небезпечності та розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень у галузі охорони атмосферного повітря (ст. 32 Закону України «Про охорону атмосферного повітря»). Він є складовою частиною державної системи моніторингу довкілля України [27].

До об'єктів моніторингу атмосферного повітря належить: атмосферне повітря, у тому числі атмосферні опади; викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря.

Суб'єктами, які здійснюють моніторинг атмосферного повітря, є: Міндовкілля, МОЗ, Державна служба України з надзвичайних ситуацій (ДСНС), Державне агентство України з управління зоною відчуження (ДАЗВ), орган виконавчої влади Автономної Республіки Крим з питань охорони навколишнього природного середовища, обласні, Київська міська держадміністрація, виконавчі органи міських рад.

Проведення моніторингу атмосферного повітря має на меті отримання: первинних даних контролю за викидами та спостережень за станом забруднення; узагальнених даних про рівень забруднення на певній території за певний проміжок часу; узагальнених даних про склад та обсяги викидів забруднюючих речовин; оцінки рівня та ступеня небезпечності забруднення для довкілля та життєдіяльності населення; оцінки складу та обсягів викидів забруднюючих речовин.

Порядок організації та проведення моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 14 серпня 2019 р. № 827 [34].

До числа найбільш важливих забруднюючих атмосферне повітря речовин в Україні віднесено: SO₂, NO, NO₂, CO, свинець, бензол, арсен, кадмій, ртуть, нікель, бенз(а)пірен, озон. Під час проведення моніторингу атмосферного повітря в обов'язковому порядку визначається наявність в атмосферному повітрі загальнопоширених забруднюючих речовин, показників та інгредієнтів атмосферних опадів, зазначених у списку А [35].

За рішенням місцевих органів виконавчої влади або органів місцевого самоврядування, з урахуванням екологічної ситуації в регіоні, населеному пункті може додатково визначатися наявність в атмосферному повітрі забруднюючих речовин, зазначених у списку Б [35].

Спостереження та оцінювання забруднення атмосферного повітря в містах України здійснюють за даними спостережень, які проводять у 25 зонах та 24 агломераціях [34].

Рационально організована система спостережень та контролю за станом атмосферного повітря дає змогу отримати необхідну інформацію про якісний склад повітря в населених пунктах і зонах впливу джерел викидів, про транскордонні перенесення забруднюючих речовин, виявити території, для яких характерні перевищення ГДК забруднюючих речовин. Наявність достовірних і комплексних даних спостережень є необхідною передумовою для розроблення рекомендацій щодо поліпшення стану атмосфери.

Для здійснення моніторингу атмосферного повітря для кожної зони та агломерації затверджується програма державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря за формою, що встановлює Міндовкілля.

Загальна координація та організація моніторингу атмосферного повітря здійснюється Міндовкіллям.

Мета Програми та впровадження системи моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря:

- створення мережі постів/станцій автоматичного контролю якості атмосферного повітря на території області;
- виявлення районів/місць забруднення атмосферного повітря;

- розроблення та впровадження місцевих планів поліпшення якості атмосферного повітря
- інформування населення про якість атмосферного повітря в реальному часі в онлайн режимі.

З метою правильного розташування постів для найбільш повної характеристики стану повітряного середовища в різних районах міста, необхідно попередньо провести такі роботи:

- 1) провести облік джерел забруднення атмосферного повітря в населеному пункті;
- 2) вивчити технологію виробництва по регламенту і виявити джерела забруднення атмосфери;
- 3) ознайомитися з планом міста, розміщенням на його території промислових підприємств, жилих кварталів, магістралей, найбільш інтенсивного руху транспорту, місцеположення зелених насаджень і водних басейнів;
- 4) територію міста умовно розділити на зони, які враховують віддаленість житлових кварталів від джерел забруднення;
- 5) в кожній зоні провести опитування населення про те, в якій мірі розташовані поблизу підприємства або їх група впливає на санітарно-побутові умови життя і самопочуття населення;
- 6) намітити перелік речовин, які підлягають визначенню в атмосферному повітрі, вибрати методи їх аналізу, підібрати апаратуру;
- 7) ознайомитися з розою вітрів і метеорологічними особливостями населеного пункту.

В першу чергу пости потрібно встановлювати в тих житлових районах, де можливі найбільші середні рівні забруднення; в адміністративних районах; в житлових районах з різним типом забудови, а також у парках і зонах відпочинку.

7 РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НОРМАТИВНОГО СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

Автомобільними двигунами виділяються в повітря міст більше 95% оксиду вуглецю, близько 65% вуглеводнів і 30% оксидів азоту. Розплачуватися за це доводиться погіршенням здоров'я людей, як власників автомобілів, так і пішоходів.

У захисті довкілля від забруднення автомобільними вихлопами наша країна істотно відстала від розвинених країн Заходу, причому за багатьма показниками. Двигуни навіть нових вітчизняних автомобілів, викидають в розрахунку на 1 км пройденого шляху в 3-5 разів більше шкідливих речовин, ніж їхні закордонні аналоги. Перевірки показують, що кожен п'ятий автомобіль експлуатується з підвищеною токсичністю або димністю відпрацьованих газів. За оцінками медиків та екологів, автотранспорт помітно скорочує середню тривалість життя населення.

У зв'язку з вищесказаним виникла гостра необхідність в здійсненні таких заходів, які б дозволили знизити викиди автотранспорту або послабити його негативний вплив на якість середовища проживання людей, особливо жителів міст [36].

Планувально-містобудівні	Технологічні	Санітарно-технічні	Адміністративно-технічні
<ul style="list-style-type: none">• виділення швидкісних доріг безупинного руху і смуг руху громадського транспорту• організація перетину вулиць на різних рівнях• організація під(над)земних пішохідних переходів• озеленення приміагістральних і вільних територій	<ul style="list-style-type: none">• заміна двигуна на більш економічний і менш токсичний• заміна палива (поліпшення якості, альтернативні види палива)• вдосконалення робочого процесу двигуна• розширення парку і використання муніципального електротранспорту (метро, трамваї, тролейбуси)	<ul style="list-style-type: none">• каталітичне допалювання вихлопних газів• фільтрація твердих частинок• установка триступеневих систем нейтралізації вихлопних газів	<ul style="list-style-type: none">• встановлення нормативів якості палива• встановлення допустимих регіональних нормативів викидів• виведення з міста транзитного транспорту• виведення з міста складських баз, терміналів і т. д.

Рис 7.1 - Система заходів щодо зниження забруднення атмосферного повітря автотранспортом

Планувально-містобудівні заходи. Вони включають спеціальні прийоми забудови та озеленення автомагістралей, розміщення житлової забудови за принципом зонування (в першому ешелоні забудови - від магістралі - розміщуються малоповерхові будівлі, потім – багатоповерхові будинки та в глибині забудови - дитячі і лікувально-оздоровчі установи. Тротуари, житлові, торгові та громадські будівлі ізолюються від проїжджої частини вулиць з напруженим рухом багаторядними деревно-чагарниковими посадками). Важливе значення мають спорудження транспортних розв'язок, кільцевих доріг, використання підземного простору для розміщення гаражів та автостоянок [36].

Дослідження показали, що в умовах міста двигун автомобіля працює 30% часу на холостому ході, 30-40% з постійним навантаженням, 20-25% в режимі розгону і 10-15% в режимі гальмування. При цьому на холостому ході автомобіль викидає 5-7% оксиду вуглецю до обсягу всього вихлопу, а в процесі руху з постійним навантаженням - тільки 1-2,5%. Отже, найбільший викид шкідливих домішок має місце при затримках машин у світлофорів, при стоянці з невимкненим двигуном в очікуванні зеленого світла, при рушанні з місця і форсуванні роботи мотора. Тому з метою зниження викидів необхідно усунути перешкоди на шляху вільного руху потоку автомашин.

Приблизно 20-30% загальної протяжності всіх вулиць та проїздів в місті складають магістральні вулиці. Саме на них зосереджується до 60-80% всього автомобільного руху, тобто магістралі в середньому завантажені приблизно в 10-15 разів більше, ніж інші проїзди.

Створення в місті мережі магістралей швидкісного руху дозволяє істотно підвищити пропускну здатність шляхів сполучення, скоротити число ДТП, ізолювати «спальні» райони і громадські центри від концентрованих потоків транспортних засобів, а отже, поліпшити там екологічну обстановку. Однак магістраль швидкісного руху - дороге спорудження, будівництво її може бути ефективно тільки на напрямках, що забезпечують потужні й стійкі транспортні потоки з відносно великою в межах міста дальністю поїздки. Тому такі магістралі

будують лише у великих містах з поліцентричною структурою і розтягнутою територією.

Для підвищення середньої швидкості руху в великих промислових центрах японські інженери ще в 60-х рр. запропонували будувати багатоярусні автомобільні естакади в місцях найбільшого скупчення транспорту [37].

Підземні переходи дозволяють розвантажити багато перехресть, де затримується автотранспорт. Адже саме у світлофорів автомобілі «газують», працюючи на холостому ході. Розгалужена мережа підземних тунелів для пішоходів під вулицями і площами зменшить шкідливий вплив автотранспорту на міське середовище. Організовується, крім того, безліч платних автостоянок біля тротуарів, що дозволить зменшити число машин в центрі міста і поліпшити рух громадського транспорту.

Для стоянки великовантажних автомобілів на під'їздах до міста і поблизу від кільцевої дороги будуються і вже почали діяти спеціальні термінали - цілі комплекси, які включають в себе стоянку, готель, їдальню, кафе, душові, митний пункт, автосервіс.

Ефективним заходом зниження шкідливого впливу на городян автомобільного транспорту є організація пішохідних зон з повною заборонаю в'їзду туди транспортних засобів.

Транспортні тунелі повинні влаштовуватися в напрямку найбільш інтенсивних транспортних потоків і розділяти транспортний і пішохідний рух на різних рівнях.

У багатьох містах частина особистих автомобілів розміщується у дворах житлових будинків, на газонах і дитячих майданчиках. Це погіршує умови життя городян. Для вирішення зазначеної проблеми доцільно спорудження багатоповерхових кооперативних гаражів та паркувальних майданчиків.

Озеленення примагістральної і вільних територій міст відіграє величезну роль в зниженні шкідливого впливу автотранспорту на жителів міст, не кажучи вже про оздоровлення довкілля.

Дерево-чагарникові насадження, поглинаючи з повітря шкідливі гази і нейтралізуючи їх в тканинах, сприяють збереженню газового балансу в атмосфері, біологічному очищенню повітря. На використанні газозахисних властивостей зелених насаджень заснований принцип встановлення санітарно-захисних зон (СЗЗ). Ці властивості зелених насаджень враховуються і при захисті повітряного басейну міста від викидів транспорту [36].

Таблиця 7.2 - Рівень зниження забруднення повітряного басейну в залежності від характеру зелених насаджень

Структура захисної смуги	Ширина захисної смуги, м	Відсоток зниження рівня забруднень	
		загальний	у тому числі за рахунок насаджень
Однорядна смуга дерев	5	5-10	4-7
Однорядна смуга чагарників	5	7-10	5-7
Дворядна посадка дерев висотою 10-12 м з чагарником	10	10-30	8-20
Дворядна посадка дерев висотою 10-18 м	10	25-30	20-25
Чотирирядна посадка дерев висотою 12-15 м з чагарником	25	35-45	25-30
Багаторядна смуга дерево-чагарникових насаджень висотою 15-30 м за їх щільності (м):	0,5-0,6	40-45	30-40
	0,7-0,8	55-60	45-50
	0,8-1,0	70-75	60-70

Поліпшення якості палива. Більшість (до 75%) застосовуваних нині в Україні сортів бензину містить в якості антидетонаційної присадки тетраетилсвинець $Pb(C_2H_5)_4$ в кількості 0,41-0,82 г/л. Однак її наявність призводить до того, що понад 60% забруднень ґрунту свинцем доводиться на автотранспорт. Тому велике значення має заборона застосування етилованого бензину. У більшості країн Європи він вже не використовується [38].

У той же час слід зазначити, що додаванням до палива певних присадок можна знизити утворення оксиду вуглецю (СО), вуглеводнів, альдегідів, сажі та ін. Так, в Фінляндії розроблена добавка до бензину «Футура», яка не містить

свинцю. Бензин з присадкою «Футура» має октанове число 95; вона ефективно очищає двигун, зменшує забруднення клапанів, захищає паливну систему від корозії, підвищує морозостійкість карбюратора, забезпечує рівномірний режим згоряння палива і зменшує викиди шкідливих речовин. Російські вчені спільно з фахівцями з нідерландської компанії Ай-Сі-Ді створили фетерол - високооктанову добавку до бензину, що робить його екологічно майже нешкідливим, повністю відповідним Європейським санітарним нормам. Метилтретинний бутиловий етер (МТБЕ) - добавка до бензину, яка істотно поліпшує його якість і екологічність. Його застосування знижує вміст у вихлопних газах оксиду вуглецю (чадного газу) на 10-20%, незгорілих вуглеводнів - на 5-10% і шкідливих летючих з'єднань - на 13-17%. Відзначимо, як важливе, перевагу МТБЕ: він володіє високим октановим числом - 110 одиниць.

Розроблено велику кількість присадок і до дизельного палива, що знижують вміст сажі у вихлопних газах. Найбільш ефективними виявилися барійвмістимі присадки. Порівняльні їх випробування показали, що додавання до палива 1% (за обсягом) присадки А2 (розроблена в СРСР) знижує концентрацію сажі у вихлопних газах при всіх режимах роботи двигуна приблизно на 70-90%. При цьому зменшується також на 60-80% викид канцерогенних речовин [38].

Переведення автомобілів на природний газ. За експериментальними оцінками, використання газового палива знижує викиди оксиду вуглецю в 2-4 рази, оксидів азоту - в 1,1-1,5 і сумарних вуглеводнів - в 1,4-2 рази. Природний газ добре змішується з повітрям, повніше згорає в двигуні, не містить практично сірки, свинцю та інших небажаних домішок. На відміну від бензину газ не порушує масляну плівку між деталями двигуна, які труться, і вони менше зношуються, що продовжує експлуатацію двигуна. Нарешті, газове паливо не вимагає різних присадок. Октанове число у нього досягає 110, в той час як у високосортного бензину 96. Переведення автомашин на газове паливо дозволить майже в 100 разів знизити викиди в атмосферу канцерогенних речовин. Скоротиться і витрата нафтопродуктів: кожна тисяча газобалонних автомобілів заощадить на вантажних перевезеннях 12 тис. т, на таксомоторних - 6 тис. т, на

пасажирських (автобусах) - 30 тис. т в рік. Значно скоротяться витрати і на охорону навколишнього середовища. Якщо врахувати, що газ дешевше бензину, то переваги газобалонного автомобіля стають ще більш наочними та переконливими.

Зараз з майже 800 млн автомашин, експлуатованих в світі, більше 10 млн працюють на природному газі. Найбільш активно переводяться на природний газ автомобілі в Канаді, Італії та США. Їх експлуатація показала, що у вихлопних газах різко знижується вміст сажі, оксиду вуглецю (СО) і багатьох шкідливих органічних сполук [39].

У той же час слід зазначити і суттєві недоліки газового палива: 1) необхідність установки на автомобілі балонів для зрідженого газу (з тиском 1,6 МПа); 2) небезпека розтікання суміші (вона важче за повітря) в салоні автомобіля, гаражі і т. д., що може призвести до вибуху; 3) необхідність створення розгалуженої мережі автомобільних газонаповнювальних компресорних станцій, час заправки на яких одного автомобіля становить 10-15 хв.

Удосконалення двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ). Найбільший вплив на токсичність відпрацьованих газів викликають зміни, що вносяться до системи живлення і запалювання ДВЗ, оскільки вони визначають процес займання і згоряння робочої суміші. В даний час автомобілі провідних зарубіжних фірм викидають в атмосферне повітря в 10-16 разів менше шкідливих речовин, ніж в 80-ті рр., коли розгорнулися великомасштабні і дорогі дослідження зі створення екологічно прийнятних автомобілів [38].

Значною мірою цьому сприяли такі нововведення, як двигуни, що працюють на надзбіднених сумішах, багатоклапанні системи перерозподілу, вприскування палива замість карбюраторного сумішоутворення, електронне запалювання. При запуску холодного двигуна в сучасних карбюраторах використовуються автомати пуску і прогрівання. На режимах гальмування двигуна застосовують економайзер примусового холостого ходу - клапан, що відключає подачу палива.

Стрімко зростає кількість автомобілів з двигунами прямого впорскування палива, які забезпечують унікальне поєднання характеристик: витрата палива на рівні дизелів і швидкість спортивних машин на бензиновому паливі. Відома компанія «Mitsubishi Motors» вже кілька років випускає машини з двигунами нового класу. Завдяки цьому на 25% підвищується економія палива в міських умовах, на 8% знижується споживання палива при русі зі швидкістю понад 120 км/год в порівнянні зі звичайними бензиновими двигунами і на 85% збільшується потужність в порівнянні з дизельними аналогами.

У багатьох країнах світу розробляються нові, досконаліші двигуни (або модернізуються «старі»), які можна встановлювати на серійні автомобілі. Зокрема, вказують на перспективність роторно-поршневого двигуна Ванкеля, який компактніше поршневих двигунів: обсяг в середньому на 30%, а маса на 11% менше. Відмінними характеристиками володіє також двигун Стірлінга, вдосконалений фірмою «Філіпс». Він може працювати на спирті, бензині, гасі (керосині), дизельному паливі, мазуті, сирій нафті, оливковій та соняшниковій оліях і на деяких горючих газах. Працює двигун дуже плавно, без вібрацій, а рівень його шуму можна порівняти з рівнем шуму електродвигуна. Токсичність відпрацьованих газів двигуна Стірлінга також значно нижче токсичності відпрацьованих газів ДВЗ: вони практично не містять продуктів неповного згоряння (CO , C_nH_m , сажа і т. д.) і не мають неприємного запаху [38].

Екологічність автомобіля можна підвищити, якщо встановити електронні системи управління, які оптимізують роботу не тільки двигуна, а й гальм і інших агрегатів.

Помітного скорочення витрати енергії, а значить, кількості палива, що спалюється і зменшення забруднення повітряного середовища, можна досягти, якщо використовувати енергію, яка витрачається на гальмування. Зазначена рекуперація була вперше успішно реалізована на електричному транспорті. Нині побудовані і успішно використовуються в автобусах маховикові і гідропневматичні рекуператори. При цьому економія палива склала 27-40%, обсяг вихлопних газів знизився на 39-49%.

Удосконалення дизельних двигунів. Як відомо, в бензиновому двигуні робоча (паливно-повітряна) суміш запалюється від стороннього джерела (електричної іскри), в дизельному - під дією температури, яка підвищується при стисненні суміші.

В останні роки в усьому світі спостерігається тенденція повернення до дизельних двигунів. І цьому є вагомі причини. По-перше, споживання палива дизелем на 20-30% менше. По-друге, токсичність вихлопних газів (за сумою шкідливих компонентів) приблизно в три рази нижче, ніж у бензинових двигунів.

Однак застосування і дизелів не звільняє від екологічних проблем, оскільки в процесі роботи викидаються тверді і газоподібні речовини: незгоріле паливо, сажа, аерозолі масла, діоксид сірки і т. д. Тому для очищення вихлопних газів на дизелях встановлюють перед окислювальним нейтралізатором фільтр сажі [38].

Становить великий інтерес використання суміші дизельного палива і природного газу на автобусах «Икарус». У них майже в 4 рази менше обсяг вихлопних газів, на 10% підвищено потужність двигуна, час роботи між ремонтами збільшено в 1,5 рази, і одночасно вдвічі знижено витрати дизельного палива.

Для зменшення забруднення атмосферного повітря відпрацьованими газами необхідний повсякденний технічний контроль стану автомобіля. Всі автогосподарства зобов'язані стежити за справністю машин, що випускаються на лінію продажу. Низький рівень технічного обслуговування, відсутність контролю призводять до розладу вузлів і систем автомобіля, і викиди шкідливих речовин в атмосферне повітря зростають. В результаті всі зусилля автомобільної промисловості щодо вдосконалення двигунів для забезпечення вимог екологічних стандартів зводяться нанівець. Тому сьогодні особливо актуальним стає завдання не тільки і не стільки вдосконалювати конструкції автомобілів з точки зору обмеження токсичності, скільки підвищувати рівень технічного обслуговування і вдосконалювати контроль за їх технічним станом.

8 ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

8.1 Розрахунок викидів шкідливих речовин автотранспортом в Луганській області за 2019 рік

Методика ґрунтується на використанні значень сумарної витрати палива за визначений період часу автотранспортом з урахуванням його технічного стану і встановлених величин питомих викидів шкідливих речовин з одиниці спожитого виду палива.

Питомі викиди вибирають за таблицями 8.1 та 8.2 залежно від наявності статистичної звітності про витрату різних видів палива, типу автомобіля і двигуна, а також умов експлуатації [40].

Таблиця 8.1 - Значення коефіцієнтів впливу технічного стану автомобіля K_t на питомі викиди шкідливих речовин

Групи автомобілів	Значення коефіцієнта K_t для різних шкідливих речовин			
	CO	CH	NO _x	PM
Вантажні автомобілі з ДВЗ, які працюють на бензині і зрідженому нафтовому газі (ЗНГ)	1,7	1,8	0,9	-
Вантажні автомобілі з дизелями	1,5	1,4	0,95	1,8
Автобуси з ДВЗ, які працюють на бензині і ЗНГ	1,7	1,8	0,9	-
Автобуси з дизелями	1,5	1,4	0,95	1,8
Вантажні автомобілі і автобуси з ДВЗ, які працюють на стисненому природному газі (СПГ)	1,7	1,8	0,9	-
Легкові службові і спеціальні легкові автомобілі, автомобілі індивідуальних власників з ДВЗ, які працюють на бензині і ЗНГ	1,5	1,5	0,9	-

Примітка: для SO₂ та сполук Pb $K_t=1$.

Таблиця 8.2 - Значення середніх питомих викидів шкідливих речовин (кг ШР з тони спожитого палива)

Вид палива	g _{CO}	g _{CH}	g _{NO_x}	g _{PM}	g _{SO₂}	g _{Pb}
Бензин	196,5	37,0	21,8	-	0,8	0,35
Зріджений нафтовий газ	196,5	37,0	21,8	-	0,3	-
Дизельне паливо	36,0	6,2	31,5	3,85	5,0	-
Стиснений природний газ	87,5	22,4	27,6	-	-	-

Наближений розрахунок викидів шкідливих речовин автотранспортом можна провести із застосуванням середнього питомого викиду j -ї шкідливої речовини (g_j) з одиниці маси витраченого палива певного виду (G_i):

$$M_j = g_j \cdot G_i \cdot K_t \cdot 10^{-3}, \text{ т} \quad (8.1)$$

Обов'язковим є врахування коефіцієнта впливу технічного стану автомобілів (K_t) на величину питомих викидів.

Відомо, що погіршення технічного стану транспортного засобу спричиняє збільшенню викидів продуктів неповного згорання: оксиду вуглецю (CO) і вуглеводнів (CH), а також сажі (PM). Вміст оксидів азоту (NO_x) в такому випадку зменшується.

Для двооксиду сірки (SO₂) і сполук свинцю (Pb), на час запровадження методики в Україні ще не було заборонено використання етилованого бензину, цей коефіцієнт дорівнює 1, через те, що їх вміст у ВГ залежить лише від наявності у паливі, і технічний стан двигуна на їх вміст у ВГ не впливає [40].

ЗАВДАННЯ

Розрахувати викиди шкідливих речовин автотранспортом у Луганській області за 2019 рік маючи дані з Головного управління статистики у Луганській області про кількість проданого через АЗС палива населенню, т.

Таблиця 8.3 – Кількість проданого палива населенню через АЗС за 2019 рік у Луганській області

Вид палива	Кількість палива, тис. т
Бензин	10,2
Дизельне паливо	3,7
Природний газ	4,2

РОЗРАХУНКИ

1) Кількість шкідливих речовин у ВГ бензинових ДВЗ, т:

$$M_{CO}^B = 196,5 \cdot 10200 \cdot 1,7 \cdot 10^{-3} = 3407,31 \text{ т}$$

$$M_{CH}^B = 37,0 \cdot 10200 \cdot 1,8 \cdot 10^{-3} = 679,32 \text{ т}$$

$$M_{NOx}^B = 21,8 \cdot 10200 \cdot 0,9 \cdot 10^{-3} = 200,12 \text{ т}$$

$$M_{SO_2}^B = 0,8 \cdot 10200 \cdot 1,0 \cdot 10^{-3} = 8,16 \text{ т}$$

$$M_{Pb}^B = 0,35 \cdot 10200 \cdot 1,0 \cdot 10^{-3} = 3,57 \text{ т}$$

2) Кількість шкідливих речовин у ВГ дизельних ДВЗ, т:

$$M_{CO}^D = 36,0 \cdot 3700 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} = 199,80 \text{ т}$$

$$M_{CH}^D = 6,2 \cdot 3700 \cdot 1,4 \cdot 10^{-3} = 32,12 \text{ т}$$

$$M_{NOx}^D = 31,5 \cdot 3700 \cdot 0,95 \cdot 10^{-3} = 110,72 \text{ т}$$

$$M_{PM}^D = 3,85 \cdot 3700 \cdot 1,8 \cdot 10^{-3} = 25,64 \text{ т}$$

$$M_{SO_2}^D = 5,0 \cdot 3700 \cdot 1,0 \cdot 10^{-3} = 18,50 \text{ т}$$

3) Кількість шкідливих речовин у ВГ газових ДВЗ, т:

$$M_{CO}^G = 87,5 \cdot 4200 \cdot 1,7 \cdot 10^{-3} = 624,75 \text{ т}$$

$$M_{CH}^G = 22,4 \cdot 4200 \cdot 1,8 \cdot 10^{-3} = 169,34 \text{ т}$$

$$M_{NOx}^G = 27,6 \cdot 4200 \cdot 0,9 \cdot 10^{-3} = 104,33 \text{ т}$$

Таблиця 8.4 – Результати розрахунків шкідливих речовин у ВГ автотранспорту з різним видом палива

Вид палива	Кількість шкідливих речовин у ВГ, т					
	CO	CH	NO _x	PM	SO ₂	Pb
Бензин	3407,31	679,32	200,12	0	8,16	3,57
Дизельне паливо	199,80	32,12	110,72	25,64	18,50	0
Природний газ	624,75	169,34	104,33	0	0	0
Σ (сума)	4231,86	880,78	415,17	25,64	26,66	3,57

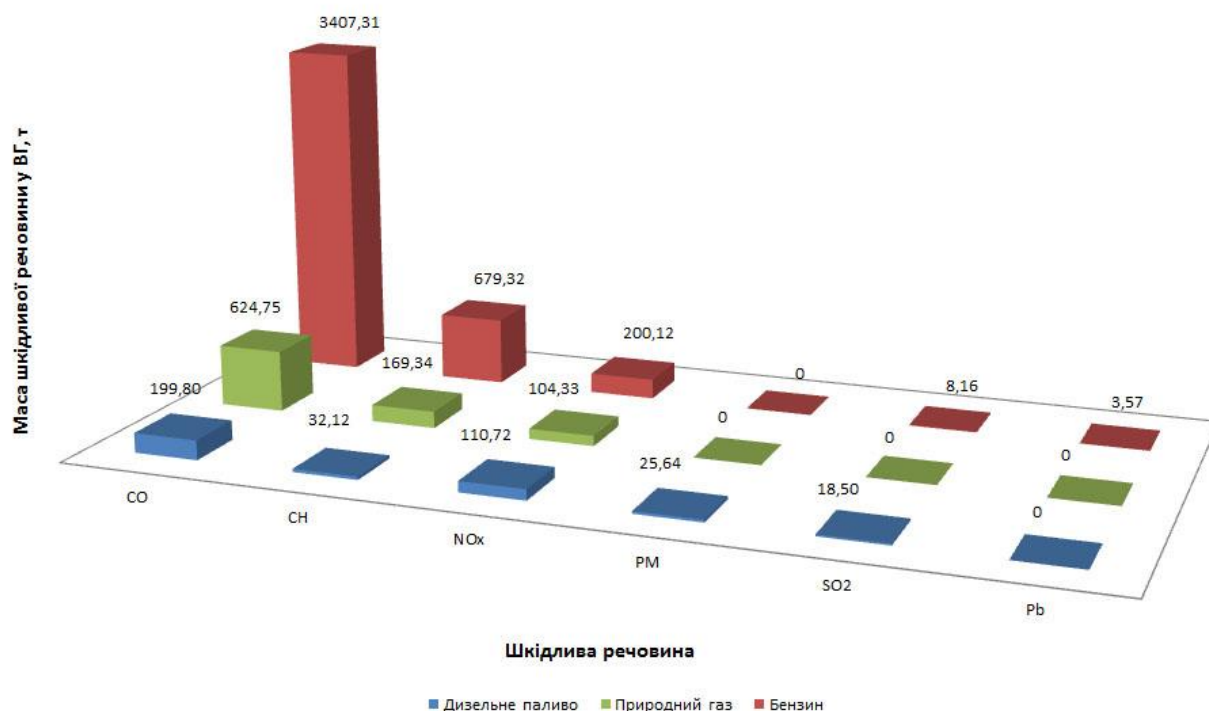


Рис 8.1 – Порівняння результатів розрахунків для різних видів палива

Висновок: за 2019 рік у Луганській області автомобільним транспортом (працюючим на бензині, дизельному паливі та на природному газі) було викинуто в атмосферне повітря така кількість шкідливих речовин, т: CO – 4231,86; CH – 880,78; NO_x – 415,17; PM – 25,64; SO₂ – 26,66; Pb – 3,57.

8.2 Розрахунок розміру збору за викиди в атмосферу забруднюючих речовин автотранспортом у м. Сєвєродонецьку

МЕТОДИКА

Розмір платежу за викиди в атмосферу забруднюючих речовин (П_{п.д.}) пересувними джерелами визначається за формулою [40]:

$$\Pi = \sum_{i=1}^n M_i \cdot H_i \cdot K_{\text{нас.}} \cdot K_{\Gamma}, \quad (8.2)$$

де Π – сума зборів за викиди в атмосферу пересувними джерелами; M_i – кількість використаного пального i -го виду, т; $K_{\text{нас.}}$ – коригуючий коефіцієнт, що враховує чисельність жителів населеного пункту; K_r – коригуючий коефіцієнт, що враховує народногосподарське значення населеного пункту.

Таблиця 8.5 - Нормативи плати H_i за викиди шкідливих речовин, що утворюються після спалення 1 т пального [40]

Вид палива	Нормативи, грн./т
Дизельне	680
Бензин:	
- етильований	840
- неетильований	510

Таблиця 8.6 - Коригуючі коефіцієнти K_r , що враховують народногосподарське значення населеного пункту

Тип населеного пункту	Коефіцієнт
Організаційно-господарські та культурно-побутові центри місцевого значення з переважанням аграрно-промислових функцій (районні центри, поселення, села тощо)	1,00
Багатофункціональні центри, центри з переважанням промислових і транспортних функцій (республіканські та обласні центри, міста державного, республіканського, обласного значення)	1,25
Населені пункти, віднесені до курортних	1,65

Якщо населений пункт має одночасно промислове і рекреаційне значення, застосовується коефіцієнт $K_r=1,65$.

Таблиця 8.7 - Коригуючі коефіцієнти $K_{\text{нас.}}$, що враховують чисельність жителів населеного пункту

Чисельність населення, тис. чоловік	Коефіцієнт
до 100	1,0
100,1-250	1,2
250,1-500	1,35
500,1-1000	1,55
понад 1000	1,8

ЗАВДАННЯ

Визначити розмір платежу за викиди в атмосферу забруднюючих речовин пересувними джерелами (автотранспортом) у м. Сєвєродонецьку, населення міста станом на 2019 рік складає 130091 чоловік, місто є обласним центром. Вихідні дані наведені у таблиці 8.8.

Таблиця 8.8 - Значення маси шкідливих речовин, які надходять в атмосферу з ВГ ДВЗ

Речовина	Маса викидів шкідливих речовин при використанні 1 т пального	
	дизельного	бензину
Оксид вуглецю	0,6	0,1
Вуглеводні	0,1	0,03
Оксиди азоту	0,04	0,04
Бенз(а)пірен	$2,3 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$
Оксиди сірки	0,002	0,2
Сажа (PM)	$5,8 \cdot 10^{-4}$	0,0155
Свинець	$3,0 \cdot 10^{-4}$	-

1) Бензиновий ДВЗ:

$$P^B = (0,1 + 0,03 + 0,04 + 0,0001 + 0,2 + 0,0155) \cdot 510 \cdot 1,2 \cdot 1,25 = \underline{294,98 \text{ грн./т}}$$

2) Дизельний ДВЗ:

$$P^D = (0,6 + 0,1 + 0,04 + 0,00023 + 0,002 + 0,00058 + 0,0003) \cdot 680 \cdot 1,2 \cdot 1,25 = \underline{757,97 \text{ грн./т}}$$



Рис. 8.2 – Розмір платежу за спалення 1т бензину та дизельного палива

Висновок: розмір платежу за викиди відпрацьованих газів бензиновим і дизельним ДВЗ складає відповідно 294,98 грн./т та 757,97 грн./т відповідно. Ці платежі включено в вартість пального, які сплачують виробники.

ВИСНОВКИ

Токсичні компоненти, що містяться у викидах ВГ автомобіля, дуже негативно впливають на здоров'я людини. Оксиди карбону та нітрогену, вуглеводневі, сажа, сполуки, що містять сірку, – це далеко не повний список шкідливих речовин у складі ВГ, загальна кількість яких перевищує 200 найменувань, які ми вдихаємо кожного дня разом з повітрям на вулицях нашого міста.

На сьогоднішній день екологічна ситуація в Україні досягла критичної межі - показники забруднення атмосферного повітря і довкілля перевищують всі допустимі санітарні норми, тому проблема екологічної безпеки автотранспорту є актуальною як ніколи.

Рішення поставленої проблеми, екологізації автотранспорту, потребують спільних зусиль фахівців різних галузей: автовиробників, приладобудівників, метрологів, спеціалістів з технічного обслуговування і ремонту автомобілів, екологів та ін. Враховуючи європейський напрям розвитку нашої країни стандарти ДСТУ 4276:2004 і ДСТУ 4277:2004 потребують модернізації і корегування, для спільного застосування з нормативами «Євро».

Необхідно розробити стандарти, що визначають поняття екологічних і економічних якостей автомобілів, екологічні нормативи, технічні вимоги по гаражному, вимірювальному і контрольному-діагностичному устаткуванню та ін.

У зв'язку з вищевикладеним можна запропонувати наступні концептуальні положення з введення екологічних нормативів для автотранспортної техніки в Україні:

1. Введення екологічних нормативів для автотранспортних засобів, які заздалегідь (3-4 роки) декларується державою для того, щоб дати можливість автотранспортному сектору зробити відповідні підготовчі роботи.

2. Введення екологічних нормативів для автотранспортної техніки, яке повинне бути поетапним як з погляду об'єктів нормування, так і з погляду значень прийнятих нормативів.

3. Національна система оцінки екологічних якостей автотранспортної техніки очевидно повинна бути доповнена:

- обмеженням концентрацій оксиду вуглецю і вуглеводнів при роботі двигуна з карбюраторною системою живлення на режимі холостого ходу;
- регламентацією викидів картерних газів і паливних випарів;
- обмеженням димності відпрацьованих газів дизельних двигунів, на режимі холостого ходу [40].

Також необхідно дотримуватись наведених рекомендацій та заходів, які дозволять дещо знизити негативний вплив автотранспорту на якість навколишнього середовища, та в першу чергу на здоров'я людини.

АНОТАЦІЯ

Автотранспорт та автотранспортні комунікації дуже негативно впливають на стан довкілля та здоров'я людини. Відпрацьовані гази автомобілів містять більше 200 компонентів більшість з яких дуже токсичні. На сьогоднішній день дуже гостро встає проблема екологізації автотранспорту, зменшення його негативного впливу на якість навколишнього середовища та здоров'я людини. В дипломному проєкті розглянуті та запропоновані рішення для боротьби з негативним впливом ВГ ДВЗ. Розглянуто всі напрямки шкідливого впливу автотранспорту на компоненти довкілля та здоров'я людини. Визначено масу шкідливих викидів автотранспорту в Луганській області за 2019 рік, в розрахунку на кількість проданого через АЗС палива (бензин, дизельне паливо та природний газ). Розраховано розмір збору за викиди в атмосферу забруднюючих речовин автотранспортом у м. Сєвєродонецьку.

АННОТАЦИЯ

Автотранспорт и автотранспортные коммуникации очень негативно влияют на состояние окружающей среды и здоровье человека. Отработанные газы автомобилей содержат более 200 компонентов большинство, из которых очень токсичны. На сегодняшний день очень остро встает проблема экологизации автотранспорта, уменьшение его негативного влияния на качество окружающей среды и здоровья человека. В дипломном проекте рассмотрены и предложены решения для борьбы с негативным влиянием ОГ ДВС. Рассмотрены все направления вредного воздействия автотранспорта на компоненты окружающей среды и здоровье человека. Определена масса вредных выбросов автотранспорта в Луганской области за 2019 год, в расчете на количество проданного через АЗС топлива (бензин, дизельное топливо и природный газ). Рассчитан размер сбора за выбросы в атмосферу загрязняющих веществ автотранспортом в г. Северодонецке.

AN ABSTRACT

Transport and road communication very negative impact on the environment and human health. The exhaust gases of cars are more than 200 components, of which are very toxic. Today, the problem of reducing the negative impact of vehicles on the quality of the environment and human health is very acute. In this diploma work, the solutions for the control of the negative influence of exhaust gases are considered and proposed. All directions of the harmful impact of vehicles on the components of the environment and human health are considered. The mass of harmful emissions of motor vehicles in the Lugansk region for 2019 was determined based on the amount of fuel sold through the gas stations (gasoline, diesel fuel and natural gas). The amount of charges for emissions of polluting substances by road in the city of Severodonetsk is calculated.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Чернишов О. Вплив транспорту на екологію міста. Аналіз та стратегії для України. – Харків. – 24 с.
2. Гутаревич Ю.Ф. Екологія та автомобільний транспорт: Навчальний посібник 2-ге вид., перероблене та доповнене / Ю.Ф. Гутаревич. – К.: Арістей, 2008. – 296 с.
3. Екологія: підручник для студентів вищих навчальних закладів / кол. авторів; за загальною ред. О. Є. Пахомова. - Харків: Фоліо, 2014. - 666 с.
4. Дорогунцов С.І. Екологія: Підручник / С.І. Дорогунцов, К.Ф. Коценко, М.А. Хвесик та ін. - К.: КНЕУ, 2005. - 371 с.
5. Екологія : навч.-метод. посіб. / Володимир Худоба, Юлія Чикайло. – Львів : ЛДУФК, 2016. – 92 с.
6. Промислова екологія: навчальний посібник / С.О. Апоталюк, В.С. Джигірей та ін. – К.: Знання, 2012. – 430 с.
7. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Луганській області у 2019 році. // Департамент екології та природних ресурсів Луганської обласної державної адміністрації. – 2020. – 208 с.
8. Павлова Е.И. Экология транспорта: Учебник для вузов / Е.И. Павлова. – М.: Транспорт, 2000. – 248 с.
9. Шустова Д.В. Проблемы экологии на транспорте / Д.В. Шустова, Є.О. Воробйов // Тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених та студентів. – К., 2012. – С. 20–21.
10. Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. Снижение экологических нагрузок на окружающую среду при работе автомобильного транспорта. - М., 1996. - 339 с.
11. Аксенов И.Я. Аксенов В.И. Транспорт и охрана окружающей среды. – М.: Транспорт, 1986. – 176 с.
12. Сарбаев В.И. О загрязнении природной среды транспортными потоками // Материалы и технологии XXI века. Ч. 3. - Пенза, 2001. С. 88 - 90.

13. Солуха Б.В., Фукс Г.Б. Міська екологія: навч. посіб. – К: КНУБА, 2004 – 338 с.
14. Сарбаев В.И., Воробьев А.Е. К вопросу об оценке экологической опасности транспортных систем // Риски в современном мире: идентификация и защита / материалы V 111 Международных научных чтений Белые ночи - 2004. С - П.: МАНЭБ, 2004. С. 306-308.
15. Амбарцумян В.В., Носов В.Б., Тагасов В.И. Экологическая безопасность автомобильного транспорта. – М.: ООО Издательство «Научтехлитиздат», 1999.
16. Луканин В.Н., Буслаев А.П., Трофименко Ю.В и др. Автотранспортные потоки и окружающая среда: Учебное пособие для вузов. М.: ИНФРА-М, 1998 – 408 с.
17. Зотов Л.Л. Экологическая безопасность производства и автомобильного транспорта: Учеб. Пособие / Л.Л. Зотов. – СПб.: СЗТУ, 2003. – 90 с.
18. Гутаревич Ю.Ф., Зеркалов Д.В., Говорун А. Г., Корпач А. О. Екологія автомобільного транспорту: Навч. посіб. / Національна транспортна академія. - К.: Основа, 2002. – 312 с.
19. Бежатнов Г.П. Предельно-допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде / Г.П. Бежатнов, Ю.А. Кротов: Справочник. Л.: Химия, 1985. – 528 с.
20. Аргучинцева А. В. Оценка загрязнения воздушной среды городов автотранспортом / А.В. Аргучинцева, В.К. Аргучинцев, О.В. Лазарь. – М.: 2008.
21. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище: навч. посібник / ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л.Л., МАСІКЕВИЧ Ю.Г., ГРИНЬ С.О. та ін. За ред. проф. Ю.Г. Масікевича та проф. В.Ф. Моїсєєва – Чернівці: Зелена Буковина, 2005. – 284 с.
22. Приміський І.В. «Нормування викидів відпрацьованих газів автомобілів та перехід до стандартів ЄВРО» [Електронний ресурс] URL: <http://journals.uran.ua/eejet/article/viewFile/26655/24089>

23. Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища : підруч. / Г. І. Гринь, В. І. Мохонько, О. В. Суворін та ін. – Сєверодонецьк : в–во СНУ ім. В. Даля, 2019. – 420 с.

24. ДСТУ 4276:2004 Норми і методи вимірювань димності відпрацьованих газів автомобілів з дизелями або газодизелями [Електронний ресурс] URL: <http://law.autoua.net/documents/exploitation/73.html>

25. ДСТУ 4277:2004 Норми і методи вимірювань вмісту оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів з двигунами, що працюють на бензині або газовому паливі [Електронний ресурс] URL: <http://law.autoua.net/documents/exploitation/72.html>

26. Бригадир І.В. Правове регулювання забезпечення екологічної безпеки в галузі автомобільного транспорту: автореф. дис. канд. юрид. наук: 12.00.06 / Національна юридична академія України ім. Я. Мудрого. – Х., 2008. – 20 с.

27. Закон України «Про охорону атмосферного повітря». – К., 1992.

28. Выброс вредных веществ с отработавшими газами автомобильных двигателей [Електронний ресурс] URL: https://www.autodela.ru/assets/files/books/VW/230_Vibros%20OG.pdf

29. Європейський цикл руху для типових випробувань [Електронний ресурс] URL: <http://ustroistvo-avtomobilya.ru/sistemy-snizheniya-toksichnosti/evropejskij-tsikl-dvizheniya-nedc-dlya-tipovyh-isytaniy/>

30. Їздові цикли [Електронний ресурс] URL: <http://avtonov.svoi.info/nedc.php#sthash.cMaob6pA.xUDQqfrZ.dpbs>

31. Моніторинг довкілля: підручник / [Боголюбов В.М., Клименко М.О., Мокін В. Б. та ін.]; за ред. проф. В.М. Боголюбова. Вид. 2-ге, переробл. і доповн. – Київ: НУБіПУ, 2018. – 435 с.

32. Клименко М.О. Моніторинг довкілля : підручник / М. О. Клименко, А. М. Прищєпа, Н. М. Вознюк. - Київ : Академія, 2006. - 360 с.

33. Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища : підруч. / Г. І. Гринь, В. І. Мохонько, О. В. Суворін та ін. – Сєверодонецьк : в–во СНУ ім. В. Даля, 2019. – 420 с.

34. Постанова КМУ «Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря» <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/827-2019-%D0%BF#n18>

35. Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/391-98-%D0%BF#Text>

36. Василенко І.А., Півоваров О.А., Трус І.М., Іванченко А.В. Урбоекологія/ І.А. Василенко, О.А. Півоваров, І.М. Трус, А.В. Іванченко – Дніпро: Акцент ПП, 2017. – 309 с.

37. Клименко М.О. Екологія міських систем: підручник / М.О. Клименко, Ю.В. Пилипенко, О.С. Мороз. – Херсон: Олді-плюс, 2010. – 294 с.

38. Устименко В. С. Поліпшення екологічних показників автомобілів та розширення паливної бази автомобільного транспорту шляхом застосування біоетанолу: дис. канд. техн. наук: 05.22.20 / Державне підприємство "Державний автотранспортний науково- дослідний і проектний ін-т". - К., 2006. – 178 с.

39. Забишний Я.О. Екологічна безпека міських транспортних мереж / Я.О. Забишний // Збірник матеріалів VI Всеукраїнської наук.-практ. конф. аспірантів, курсантів, студентів та ад'юнктів, м. Львів, 5-7 травня 2016р., анотац. допов. – Л.: ЛДУБЖД, 2015р. – С. 40 - 42.

40. Федоров А.О., Ожередова М.А. Оцінка впливу вихлопних газів автомобільного транспорту на стан атмосфери // Техногенно-екологічна безпека України: стан та перспективи розвитку: матеріали VI Всеукр. наук.-практ. конф. викладачів, аспірантів та студентів, 7-15 листопада 2016р., Ірпінь, - С. 155-157.

41. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Економіка природокористування» для студентів спеціальності 7.070801 «Промислова екологія та охорона навколишнього середовища». / Укладач: Маслош О.В. – Сєверодонецьк.: СТІ, 2007. – 47 с.

42. Методичні вказівки до виконання і оформлення дипломних проектів (робіт) (для здобувачів вищої освіти спеціальності 101 Екологія освітнього ступеня бакалавр) / Укладачі Мохонько В.І., Блінова Н.К., Ожередова М.А. – Сєверодонецьк: Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2020. – 67 с.